



TUGAS AKHIR - RE 184804

**KAJIAN SISTEM PRODUKSI AIR MINUM DALAM  
KEMASAN PRODUK PERUSAHAAN X DENGAN  
MENGUNAKAN METODE *HAZARD ANALYSIS  
CRITICAL CONTROL POINT (HACCP)***

MADE URMYLLA LYASINTHA SUNAYA  
0321154000029

DOSEN PEMBIMBING:  
PROF. DR. IR. NIEKE KARNANINGROEM, M.Sc.

Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019





**TUGAS AKHIR - RE 184804**

**KAJIAN SISTEM PRODUKSI AIR MINUM DALAM  
KEMASAN PRODUK PERUSAHAAN X DENGAN  
MENGUNAKAN METODE *HAZARD ANALYSIS  
CRITICAL CONTROL POINT* (HACCP)**

MADE URMILLA LYYASINTHA SUNAYA  
0321154000029

DOSEN PEMBIMBING  
PROF. DR. IR. NIEKE KARNANINGROEM, M.Sc.

Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019





**FINAL PROJECT - RE 184804**

**STUDY OF COMPANY X MINERAL WATER  
PRODUCTION SYSTEM BY USING HAZARD ANALYSIS  
CRITICAL CONTROL POINT (HACCP) METHOD**

**MADE URMILLA LYYASINTHA SUNAYA  
0321154000029**

**ADVISOR  
PROF. DR. IR. NIEKE KARNANINGROEM, M.Sc.**

**Department of Environmental Engineering  
Faculty of Civil Environmental and Geo Engineering  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019**





**LEMBAR PENGESAHAN**

**Kajian Sistem Produksi Air Minum Dalam Kemasan Produk  
Perusahaan X dengan Menggunakan Metode Hazard  
Analysis Critical Control Point (HACCP)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknik  
Pada  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

Oleh:

**MADE URMYLLA LYYASINTHA SUNAYA**  
NRP. 0321154000029

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:



Prof. Dr. Ir. Nieke Kamaningroem, M.Sc.  
NIP. 19550128 198503 2 001





**Kajian Sistem Produksi Air Minum Dalam Kemasan Produk  
Perusahaan X dengan Menggunakan Metode *Hazard  
Analysis Critical Control Point* (HACCP)**

Nama Mahasiswa : Made Urmylla Lyyasinthia Sunaya  
NRP : 03211540000029  
Jurusan : Teknik Lingkungan  
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc

**ABSTRAK**

Air minum merupakan kebutuhan utama masyarakat. Namun banyak masyarakat yang masih menggunakan sumber air minum yang terkontaminasi dan tidak bisa dikonsumsi secara langsung. Salah satu upaya untuk menyelesaikan masalah tersebut adalah penggunaan teknologi terkini dan menghasilkan air yang bisa dikonsumsi secara langsung yaitu Air Minum Dalam Kemasan (AMDK). Sudah banyak yang berkecimpung dalam industri AMDK ini dan menyadari bahwa mutu adalah modal utama untuk meningkatkan penjualan. Salah satu industri yang menekuni bisnis AMDK adalah Perusahaan X. Namun AMDK X tidak memiliki metode manajemen dan pengawasan kualitas yang menyeluruh dan rutin. Metode manajemen kualitas AMDK X hanya dilakukan pada beberapa aspek produksi saja dan setelah menerima keluhan pelanggan. Hal ini menyebabkan AMDK X membutuhkan metode yang menyeluruh, mudah diaplikasikan, dan terstandarisasi. Metode pengawasan dan manajemen yang terarah akan meningkatkan mutu dari produk maupun Sumber Daya Manusia (SDM) bagian produksi AMDK X, sehingga AMDK X menjadi air minum yang layak dikonsumsi.

Untuk menghasilkan mutu AMDK yang berkualitas, maka dapat diterapkan metode HACCP. HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*) adalah sistem analisa resiko dengan menetapkan pengendalian dan pengawasan yang tepat untuk menghindari penyimpangan. Metode HACCP dapat diterapkan pada seluruh aspek proses produksi AMDK, dari penyediaan air baku hingga dihasilkan air minum hasil pengolahan. Terdapat 5 prinsip utama pada metode HACCP. Prinsip-prinsip HACCP adalah menganalisa resiko yang terjadi pada setiap sistem

produksi dan SDM AMDK, lalu dapat ditentukan titik kritis dan batas kritis pada tiap sistem produksi. Setelah itu adalah penyusunan prosedur pemantauan pada tiap titik kritis dan penyusunan tindakan koreksi pada penyimpangan batas kritis yang melampaui batas toleransi.

Evaluasi kondisi eksisting pada perusahaan AMDK X menghasilkan informasi seperti *maintenance* tiap unit yang tidak sesuai peraturan, SOP yang kurang lengkap, hingga tidak ada pelatihan khusus tentang manajemen operasional pabrik untuk para pekerja. Maka dari hasil evaluasi tersebut dapat ditentukan rencana manajemen HACCP yang dapat diterapkan pada sistem produksi AMDK X yang berfokus dalam mempertahankan dan meningkatkan kinerja unit-unit *Water Treatment Plant*, penambahan *Standard Operating Procedure* (SOP) yang lebih lengkap untuk memudahkan pekerja dalam melakukan *maintenance* pabrik, dan peningkatan wawasan pekerja dengan beberapa pelatihan tentang manajemen operasional pabrik.

**Kata Kunci: AMDK, manajemen, metode HACCP, kualitas, sistem produksi**

## **Study of Company X Mineral Water Production System by Using Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) Method**

Student Name : Made Urmylla Lyyasintha Sunaya  
ID Number : 03211540000029  
Department : Environmental Engineering  
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc.

### **ABSTRACT**

Drinking water is an essential need for human. However, there are so many people who use drinking water source which contaminated by microorganisms and it can not be used directly for consumption. One of the solutions to overcome this issue is using recent technology to produce clean drinking water which called as mineral water. There have been various mineral water industries in the market and these industries realize that maintaining quality is the fundamental principle to increase sales. One of the mineral water industries in Indonesia is company X. Mineral water X is manufactory produced with using high technology on water treatment plant. Yet it does not have a thoroughly management and supervision method in order to control the product quality. The quality management and supervision method is used only on several aspects of production and even after acquiring several customer complaints. This problem causes the need of company x to have quality management and supervision method that applicable, comprehensive, customary and standardized. An organized management and supervision method will increase the quality of the product as well as their human resources ability. Therefore, company x mineral water is suitable for consumption.

To produce high-quality mineral water, company X can apply HACCP method. HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) is a system to analyze risks by determining a sufficient controlling and supervision method to avoid irregularity in the production system.

. HACCP method can be applied to every aspect of mineral water production system, from raw water supply until mineral water is produced. There are five primary principles in HACCP method. Such as analyzing the risks on the production system, determining critical control points and critical limits on every aspect of the production system, arranging monitoring procedure on every critical control points and organizing corrective action in the diversion of critical limit which surpassed toleration limit.

The evaluation of company X existing condition generates information such as improper unit maintenance, uncompleted company SOP, to not having proper training about company operational management for the employees. Therefore, the HACCP method which can be applied in the company X production system is focused on maintaining and improving the Water Treatment Plant units performance, completing proper Standard Operating Procedure (SOP) to facilitate the company employees for maintenances procedure, enhancing the employee knowledge with several trainings which concerning in company operational management.

**Keyword(s): Mineral Water, management, HACCP method, quality, production system**

## KATA PENGANTAR

Om Swastyastu

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, khususnya pada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Kajian Sistem Produksi Air Minum Dalam Kemasan Produk Perusahaan X dengan Menggunakan Metode *Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP)*”**. Laporan ini disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan dari mata kuliah “Tugas Akhir (TA)” yang mempunyai bobot 6 sks dan harus ditempuh oleh setiap mahasiswa Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, terima kasih atas bimbingan, saran dan kesabarannya dalam penyusunan Tugas Akhir ini
2. Bapak Welly Herumurti, ST., M.Sc. selaku koordinator Tugas Akhir, terima kasih atas segala ilmu dan saran yang telah diberikan
3. Ibu Ir. Atiek Moesriati, M.Kes., Bapak Adhi Yuniarto, ST., MT., Ph.D., Bapak Ir. Mas Agus Mardiyanto, M.E., Ph.D, dan Bapak Welly Herumurti, ST., M.Sc. selaku dosen pengarah
4. Bapak Jejet Prihandoko, Bapak Imam Buchori, ST., M.Sc., Bapak Aris Yhadhianto, ST., Ibu Rena Kharisma, Bapak Widya Dwi Isnawan dan karyawan Perusahaan AMDK X yang telah membantu, membimbing dan memfasilitasi penulis selama penelitian di Perusahaan AMDK X
5. Teman-teman angkatan 2015 yang selalu mendoakan dan mendukung penulis selama proses penyusunan Tugas Akhir ini
6. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu atas dukungan dan kerjasama yang diberikan

Selain itu ucapan terimakasih juga tidak lupa disampaikan kepada orang tua atas doa, bimbingan, motivasi dan materi yang selalu mendukung langkah penulis. Penyusunan tugas akhir ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia, penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat kami harapkan.

Om Shanti, Shanti, Shanti Om

Surabaya, Juli 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
BAB 1    PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah.....	4
1.3    Tujuan.....	4
1.4    Ruang Lingkup .....	4
1.5    Manfaat.....	5
BAB 2    TINJAUAN PUSTAKA .....	7
2.1    Definisi Air Minum Dalam Kemasan.....	7
2.2    Karakteristik Air Minum Dalam Kemasan.....	7
2.3    Parameter Kualitas Air Minum Dalam Kemasan .....	8
2.3.1 Parameter Biologi.....	10
2.3.2 Parameter Kimia.....	10
2.3.3 Parameter Fisik .....	12
2.4    Produksi Air Minum Dalam Kemasan.....	13
2.5    Unit Produksi Air Minum Dalam Kemasan ASA .....	14
2.5.1    Unit <i>Rapid Sand Filter</i> .....	14
2.5.2    Unit <i>Cartridge filter</i> .....	15
2.5.3    Unit <i>Reverse Osmosis</i> .....	16

2.5.4	Unit <i>Ozone Injection</i> .....	17
2.5.5	Unit <i>UV Lamp</i> .....	17
2.6	Metode <i>Sampling</i> AMDK .....	18
2.7	Prosedur Analisa Laboratorium AMDK.....	21
2.7.1	Pengujian Total Bakteri Koliform .....	21
2.7.2	Pengujian pH .....	23
2.7.3	Pengujian Kekeruhan .....	24
2.7.4	Pengujian <i>Total Dissolved Solid</i> (TDS) .....	25
2.8	Pengertian Metode <i>Pre-requisites</i> .....	27
2.8.1	Metode <i>Fish Bone Analysis</i> .....	27
2.8.2	Metode FMEA.....	28
2.9	Pengertian Metode HACCP .....	33
2.10	Karakteristik dan Batasan Metode HACCP .....	34
2.10.1	Karakteristik Metode HACCP .....	35
2.10.2	Batasan Metode HACCP .....	35
2.11	Prinsip Dasar Metode HACCP .....	35
2.11.1	Prinsip 1 .....	36
2.11.2	Prinsip 2 .....	36
2.11.3	Prinsip 3 .....	36
2.11.4	Prinsip 4 .....	37
2.11.5	Prinsip 5 .....	37
2.12	Keunggulan Metode HACCP .....	38
2.13	Penerapan Metode HACCP.....	38
2.14	Penelitian Terdahulu .....	40
BAB 3	METODE PENELITIAN .....	43



3.1 Wilayah Penelitian .....	45
3.2 Deskripsi Umum .....	49
3.3 Kerangka Penelitian .....	50
3.4 Tahapan Penelitian.....	50
3.4.1 Ide Tugas Akhir.....	50
3.4.2 Perizinan.....	51
3.4.3 Studi Literatur .....	51
3.4.4 Pengumpulan Data.....	51
3.4.5 Analisa Kondisi Eksisting.....	54
3.4.5.1 Titik dan Prosedur Sampling .....	55
3.4.5.2 Pelaksanaan Penelitian Laboratorium.....	60
3.4.5.3 Pelaksanaan Survei Lapangan .....	62
3.4.6 Penyusunan Metode <i>Pre-requisites</i> HACCP.....	63
3.4.6.1 Metode <i>Fishbone Diagram</i> .....	63
3.4.6.2 Metode FMEA ( <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> ) .....	64
3.4.7 Penyusunan Rencana HACCP.....	72
3.4.8 Penyusunan Laporan .....	75
3.4.9 Kesimpulan dan Saran .....	75
BAB 4.....	77
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	77
4.1 Analisa Resiko pada AMDK Perusahaan X .....	77
4.1.1 Karakteristik Perusahaan Air Minum Dalam Kemasan X .....	77
4.1.2 Karakteristik Air Minum Dalam Kemasan X ....	86

4.1.3	Analisa pH.....	89
4.1.4	Analisa <i>Total Dissolved Solid</i> (TDS).....	90
4.1.5	Analisa Kekeruhan.....	92
4.1.6	Analisa Bakteri <i>Escherichia Coli</i> .....	93
4.1.7	Analisa Diagram <i>Fishbone</i> .....	95
4.1.8	Penentuan analisa resiko dengan <i>Failure Mode and Effect Analysis</i> (FMEA).....	101
4.1.8.1	Penentuan Bobot Kepentingan Resiko.....	101
4.1.8.2	Penentuan Nilai Severity .....	103
4.1.8.3	Pemberian Peringkat <i>Severity</i> pada tiap entitas 147	
4.1.8.4	Penentuan Nilai <i>Occurance</i> .....	149
4.1.8.5	Penentuan Nilai <i>Detection</i> .....	157
4.1.8.6	Perhitungan <i>Risk Priority Number</i> .....	163
4.2	Penentuan Titik Kendali Kritis ( <i>Critical Control Point</i> ).....	169
4.3	Penentuan Batas Kritis .....	175
4.4	Penyusunan Sistem Pemantauan .....	190
4.5	Penetapan Tindakan Perbaikan .....	200
BAB 5.....		225
KESIMPULAN DAN SARAN.....		225
5.1	Kesimpulan .....	225
5.2	Saran .....	225
DAFTAR PUSTAKA.....		227
LAMPIRAN 1 .....		233
LAMPIRAN 2 .....		236

LAMPIRAN 3 .....	241
LAMPIRAN 4 .....	243
LAMPIRAN 5 .....	249
LAMPIRAN 6 .....	254
LAMPIRAN 7 .....	255
LAMPIRAN 8 .....	258
LAMPIRAN 9 .....	260
BIOGRAFI PENULIS .....	265

Halaman ini sengaja dikosongkan

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persyaratan Kualitas Air Minum Berdasarkan SNI 3553:2015.....	8
Tabel 2.2 Kriteria Evaluasi dan Sistem Perangkat <i>Severity</i> .....	29
Tabel 2.3 Kriteria Evaluasi dan Sistem Perangkat <i>Occurance</i> ...	31
Tabel 2.4 Kriteria Evaluasi dan Sistem Perangkatan <i>Detection</i> ..	32
Tabel 3.1 Metode Analisis untuk Setiap Parameter yang Diuji pada Sistem Produksi AMDK X.....	61
Tabel 3.2 Contoh Penentuan Bobot Kepentingan Resiko.....	65
Tabel 3.3 Kategori dan Peringkat <i>Severity</i> .....	66
Tabel 3.4 Deskripsi Tingkatan Skala Besar Resiko dan Skala Kondisi Lingkungan .....	67
Tabel 3.5 Contoh Nilai <i>Sevirity</i> pada Penggantian <i>Ozone Generator</i> .....	68
Tabel 3.6 Penilaian <i>Occurance</i> .....	69
Tabel 3.7 Contoh Perhitungan Nilai <i>Occurance</i> pada penggantian <i>ozone generator</i> .....	69
Tabel 3.8 Penilaian <i>Detection</i> .....	70
Tabel 3.9 Contoh Perhitungan Nilai <i>Detection</i> pada Penggantian <i>Ozone Generator</i> .....	71
Tabel 3.10 Contoh Perhitungan Nilai RPN pada Unit <i>Ozone Generator</i> .....	71
Tabel 3.11 Contoh Penyusunan Tabel Analisa Resiko.....	72
Tabel 3.12 Contoh Penyusunan Tabel Titik Kendali Kritis .....	73
Tabel 3.13 Contoh Penyusunan Tabel Batas Kritis .....	74
Tabel 3.14 Contoh Penyusunan Sistem Pemantauan untuk Setiap Titik Kendali Kritis .....	74
Tabel 3.15 Contoh Penyusunan Tindakan Perbaikan.....	75
Tabel 4.1 Data Sekunder Analisa pH.....	86
Tabel 4.2 Data Sekunder Analisa TDS .....	87
Tabel 4.3 Data Sekunder Analisa Kekeruhan .....	87
Tabel 4.4 Data Sekunder Analisa Bakteri <i>Escherichia Coli</i> .....	88
Tabel 4.5 Hasil Analisa pH .....	89
Tabel 4.6 Analisa TDS.....	90

Tabel 4.7 Analisa Kekerusuhan .....	92
Tabel 4.8 Analisa Bakteri <i>Escherichia Coli</i> .....	94
Tabel 4.9 Pembobotan Kepentingan Resiko .....	101
Tabel 4.10 Pembobotan entitas.....	101
Tabel 4.11 Nilai <i>Severity</i> Kualitas Air Baku .....	104
Tabel 4.12 Nilai <i>Severity</i> Jarak Sumber Air Baku dengan Pabrik .....	106
Tabel 4.13 Nilai <i>Severity</i> kualitas pompa .....	107
Tabel 4.14 Nilai <i>Severity</i> Penggantian Pasir Silika .....	108
Tabel 4.15 Nilai <i>Severity</i> Pencucian Pasir Silika .....	109
Tabel 4.16 Nilai <i>Severity</i> Ukuran Pasir Silika .....	111
Tabel 4.17 Nilai <i>Severity</i> Penggantian Pasir Mangan .....	112
Tabel 4.18 Nilai <i>Severity</i> Pencucian Pasir Mangan .....	114
Tabel 4.19 Nilai <i>Severity</i> Ukuran Pasir Mangan.....	115
Tabel 4.20 Nilai <i>Severity</i> Penggantian Karbon Aktif.....	116
Tabel 4.21 Nilai <i>Severity</i> Pencucian Karbon Aktif .....	118
Tabel 4.22 Nilai <i>Severity</i> Jenis Karbon Aktif.....	119
Tabel 4.23 Nilai <i>Severity</i> Penggantian Membran <i>Cartridge Filter</i> .....	120
Tabel 4.24 Nilai <i>Severity</i> Pencucian Membran <i>Cartridge Filter</i> .....	122
Tabel 4.25 Nilai <i>Severity</i> Ukuran Membran <i>Cartridge Filter</i> .....	123
Tabel 4.26 Nilai <i>Severity</i> Penggantian <i>Ozone Generator</i> .....	124
Tabel 4. 27 Nilai <i>Severity</i> Kadar Ozon .....	126
Tabel 4.28 Nilai <i>Severity</i> Penggantian Membran <i>Reverse Osmosis</i> .....	127
Tabel 4.29 Nilai <i>Severity</i> Pencucian Membran <i>Reverse Osmosis</i> .....	129
Tabel 4.30 Nilai <i>Severity</i> Ukuran Membran <i>Reverse Osmosis</i> .....	130
Tabel 4.31 Nilai <i>Severity</i> Penggantian Lampu UV .....	132
Tabel 4.32 Nilai <i>Severity</i> Spesifikasi Lampu UV .....	133
Tabel 4.33 Nilai <i>Severity</i> Waktu Kontak Lampu UV .....	134
Tabel 4.34 Nilai <i>Severity</i> Analisa Kualitas Air.....	136
Tabel 4.35 Nilai <i>Severity</i> Titik Analisa Kualitas Air .....	138
Tabel 4.36 Nilai <i>Severity</i> Sanitasi Pekerja.....	140

Tabel 4.37 Nilai <i>Severity</i> Sanitasi pada <i>Water Treatment Plant</i>	141
Tabel 4.38 Nilai <i>Severity</i> pemahaman pekerja mengenai kualitas air sesuai SNI 3553:2015 .....	143
Tabel 4.39 Nilai <i>Severity</i> wawasan pekerja terkait operasional pabrik sesuai PERMEPERINDAG No. 705 Tahun 2003.....	145
Tabel 4.40 Nilai <i>Severity</i> Pelatihan mengenai sistem manajemen kualitas air minum sesuai SNI 01-4852-1998.....	147
Tabel 4.41 Peringkat <i>Severity</i> .....	148
Tabel 4.42 Penilaian <i>Occurance</i> Air Baku.....	150
Tabel 4.43 Penilaian <i>Occurane</i> Filtrasi .....	150
Tabel 4.44 Penilaian <i>Occurance Cartridge Filter</i> .....	152
Tabel 4.45 Penilaian <i>Occurance Ozone Generator</i> .....	152
Tabel 4.46 Penilaian <i>Occurance Reverse Osmosis</i> .....	153
Tabel 4.47 Penilaian <i>Occurance</i> lampu UV .....	154
Tabel 4.48 Penilaian <i>Occurance</i> Perilaku pekerja .....	154
Tabel 4.49 Penilaian <i>Occurance</i> Wawasan pekerja .....	156
Tabel 4.50 Penilaian <i>Detection</i> Air Baku.....	157
Tabel 4.51 Penilaian <i>Detection</i> Filtrasi.....	158
Tabel 4.52 Penilaian <i>Detection Cartridge Filter</i> .....	159
Tabel 4.53 Penilaian <i>Detection Ozone Generator</i> .....	159
Tabel 4.54 Penilaian <i>Detection Reverse Osmosis</i> .....	160
Tabel 4.55 Penilaian <i>Detection</i> Lampu UV .....	161
Tabel 4.56 Penilaian <i>Detection</i> Perilaku Pekerja .....	161
Tabel 4.57 Penilaian <i>Detection</i> Wawasan Pekerja .....	162
Tabel 4.58 Perhitungan <i>Risk Priority Number</i> .....	164
Tabel 4.59 Titik Kendali Kritis pada Unit Filtrasi.....	170
Tabel 4.60 Titik Kendali Kritis pada Unit <i>Cartridge Filter</i> .....	171
Tabel 4.61 Titik Kendali Kritis pada Unit <i>Reverse Osmosis</i> .....	171
Tabel 4.62 Titik Kendali Kritis pada Unit <i>Ozone Generator</i> .....	172
Tabel 4.63 Titik Kendali Kritis pada Lampu UV.....	172
Tabel 4.64 Titik Kendali Kritis pada Perilaku Pekerja .....	173
Tabel 4.65 Titik Kendali Kritis pada Wawasan Pekerja.....	173
Tabel 4.66 Batas Kritis pada Unit Filtrasi .....	175
Tabel 4.67 Batas Kritis pada Unit <i>Cartridge Filter</i> .....	179

Tabel 4.68 Batas Kritis pada Unit <i>Reverse Osmosis</i> .....	181
Tabel 4.69 Batas Kritis pada Unit <i>Ozone Generator</i> .....	183
Tabel 4.70 Batas Kritis pada Lampu UV .....	184
Tabel 4.71 Batas Kritis pada Perilaku Pekerja .....	185
Tabel 4.72 Batas Kritis pada Wawasan Pekerja .....	188
Tabel 4.73 Sistem Pemantauan pada Unit Filtrasi .....	191
Tabel 4.74 Sistem Pemantauan pada Unit <i>Cartridge Filter</i> .....	193
Tabel 4.75 Sistem Pemantauan pada Unit <i>Reverse Osmosis</i> ..	194
Tabel 4.76 Sistem Pemantauan pada Unit <i>Ozone Generator</i> ...	195
Tabel 4.77 Sistem Pemantauan pada Unit Lampu UV .....	195
Tabel 4.78 Sistem Pemantauan pada Perilaku Pekerja .....	196
Tabel 4.79 Sistem Pemantauan pada Wawasan Pekerja .....	198
Tabel 4.80 Tindakan Perbaikan pada Unit Filtrasi .....	201
Tabel 4.81 Tindakan Perbaikan Unit <i>Cartridge Filter</i> .....	208
Tabel 4.82 Tindakan Perbaikan pada Unit <i>Reverse Osmosis</i> ...	211
Tabel 4.83 Tindakan Perbaikan pada Unit <i>Ozone Generator</i> ...	214
Tabel 4.84 Tindakan Perbaikan pada Lampu UV .....	214
Tabel 4.85 Tindakan Perbaikan pada Perilaku Pekerja .....	216
Tabel 4.86 Tindakan Perbaikan pada Wawasan Pekerja .....	220



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh <i>Fishbone Diagram</i> .....	28
Gambar 3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir .....	44
Gambar 3.2 Lokasi Perusahaan X .....	45
Gambar 3.3 Diagram Alir Sistem Produksi AMDK X.....	48
Gambar 3.4 Diagram Alir dan Titik-Titik <i>Sampling</i> Perolehan Data Primer pada Unit Pengolahan Air Perusahaan AMDK X .....	56
Gambar 4.1 Unit <i>Rapid Sand Filter</i> .....	78
Gambar 4.2 Unit <i>Cartridge Filter</i> .....	80
Gambar 4.3 Unit <i>Reverse Osmosis</i> .....	81
Gambar 4.4 Unit <i>Ozone Generator</i> .....	83
Gambar 4.5 Lampu UV.....	84
Gambar 4.6 Hasil Analisa pH .....	90
Gambar 4.7 Hasil Analisa TDS .....	91
Gambar 4.8 Hasil Analisa Kekeruhan .....	93
Gambar 4.9 <i>Fishbone Analysis</i> .....	100

Halaman ini sengaja dikosongkan

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pertumbuhan penduduk yang selalu meningkat menyebabkan kebutuhan air minum pun ikut meningkat (Gafur dkk, 2017). Salah satu sumber air minum yang beredar di masyarakat adalah PDAM. Walaupun sudah banyak masyarakat yang menggunakan air PDAM, tetapi sumber air minum tersebut tidak dapat dikonsumsi secara langsung karena terkontaminasi oleh mikroorganisme pada proses distribusi. Hal ini menjadi masalah yang sering dihadapi dan mengharuskan pengguna air PDAM untuk memasak airnya terlebih dahulu. Sehingga salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut adalah penggunaan teknologi terkini yang menghasilkan air minum tanpa dimasak terlebih dahulu, penggunaan air baku yang melalui beberapa tahap proses pengolahan, lalu dikemas dan diproduksi sebagai Air Minum Dalam Kemasan (AMDK).

Sudah banyak perusahaan yang berkecimpung dalam industri AMDK ini. Di tengah persaingan industri AMDK yang sangat ketat, setiap perusahaan menyadari bahwa mutu menjadi hal yang sangat penting agar penjualan semakin meningkat. Untuk mencapai mutu kualitas AMDK yang terbaik, maka setiap perusahaan wajib memenuhi standar mutu AMDK yang mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010 atau SNI 3553:2015

Perusahaan X merupakan salah satu Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang mengelola bendungan dan sungai di wilayah Jawa Timur. Selain itu, Perusahaan X juga ikut berkecimpung dalam industri AMDK yang disebut sebagai AMDK X. AMDK X diproduksi secara pabrikasi menggunakan unit-unit pengolahan air yang berteknologi tinggi. Menurut laporan tahunan AMDK X, khususnya laporan tahun 2018, Perusahaan X tidak memiliki metode pengawasan dan pengendalian kualitas produk yang rutin dan menyeluruh. Pengawasan dan pengendalian kualitas produk hanya dilakukan di beberapa aspek proses produksi saja dan setelah ada keluhan pelanggan. Hal ini menyebabkan AMDK X

mempunyai sistem pengawasan maupun pengendalian kualitas yang menyeluruh, mudah diaplikasikan, rutin, dan terstandarisasi, agar AMDK X layak dikonsumsi dan mutunya selalu terjaga.

Berdasarkan SNI 3551:2015, standarisasi kualitas Air Minum Dalam Kemasan ini dibuat dengan tujuan menyesuaikan standar dengan perkembangan teknologi, penyesuaian standar dengan peraturan-peraturan baru yang berlaku, melindungi kesehatan dan kepentingan konsumen, menjamin perdagangan yang jujur, mendukung perkembangan, dan diversifikasi produk industri air minum dalam kemasan. Upaya untuk mencapai standarisasi tersebut adalah diperlukan pengendalian dan pengawasan secara menyeluruh pada produksi AMDK dengan menerapkan sistem manajemen HACCP.

Sebelum penerapan sistem manajemen HACCP dapat dilakukan, perlu dilaksanakan analisa resiko terlebih dahulu yang menggunakan metode *fishbone diagram* dan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Analisa resiko dapat dilakukan dengan metode FMEA yaitu suatu metode identifikasi potensi penyebab kegagalan beserta dampak dan akar permasalahannya (Ahn dkk, 2017). Akar permasalahan tersebut didapatkan dari metode *fishbone analysis* atau *fishbone diagram*. *Fishbone analysis* atau biasa yang disebut dengan *fishbone diagram* adalah sebuah metode yang dapat memudahkan dalam menemukan akar penyebab masalah (Suryani, 2018). Dari metode FMEA dan *fishbone diagram* ini maka dapat disimpulkan resiko-resiko yang mungkin terjadi pada proses produksi AMDK.

Selanjutnya setelah analisa resiko sudah dilakukan, maka dapat disusun rencana manajemen HACCP. HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*) adalah suatu piranti (sistem) yang digunakan untuk menilai resiko dan menetapkan sistem pengendalian yang memfokuskan pada pencegahan (SNI 01-4852-1998). Sistem HACCP diterapkan untuk pemantauan titik-titik tertentu (*Critical Point*) pada proses produksi AMDK dan dapat memberikan rekomendasi perbaikan di masa mendatang dalam mempertahankan mutu perusahaan.

Sistem HACCP tidak hanya merupakan jaminan keamanan AMDK yang tanpa resiko atau *zero-risk*, tetapi juga dibuat untuk mengurangi resiko negatif pada keamanan AMDK di masa mendatang. Filosofi sistem HACCP ini berdasarkan pencegahan preventif (*preventive measure*) yang dipercaya lebih unggul dibanding dengan cara tradisional (*conventional*) yang terlalu menekankan pada *sampling* di pengujian produk akhir di laboratorium (Daulay, 2014). Dengan adanya sistem HACCP, industri AMDK dapat menghasilkan AMDK yang layak untuk dikonsumsi di masyarakat (Dahlan dkk., 2016).

Banyak keunggulan pada sistem HACCP dibandingkan metode lainnya. Keunggulan dari sistem HACCP adalah perhatian perusahaan dapat lebih fokus untuk menangani masalah yang sudah teridentifikasi sebagai titik kritis, sehingga hal itu dapat menekan biaya yang harus dikeluarkan perusahaan lebih jauh dan meningkatkan efektifitas waktu maupun tenaga dalam menyelesaikan masalah tersebut. Dari penyelesaian masalah yang lebih fokus, maka keamanan dan kualitas produk dapat terjamin, juga dapat meningkatkan fokus pekerja terhadap kualitas produk, daripada hanya tertuju pada hasil produk akhir dan keuntungan semata saja (Taylor, 2010). Selain itu kinerja pekerja menjadi lebih efektif, peningkatan kesadaran pekerja terhadap keamanan produk, dan dapat meningkatkan sanitasi perusahaan secara keseluruhan. Jika sebuah perusahaan sudah menerapkan metode HACCP, maka perusahaan tersebut telah memiliki sertifikasi keamanan produk dan dapat memberikan jaminan hukum yang kuat terhadap kelayakan kualitas produk (FSAI, 2018).

Sistem ini juga mempertimbangkan program pemerintah Indonesia mengenai himbauan dalam penerapan HACCP untuk menjamin kualitas produk pangan/minuman. Himbauan penerapan HACCP ini didasarkan pada SNI 01-4852-1998, ISO seri 9001 dan ISO seri 22000.

Oleh karena itu, diharapkan bahwa penerapan sistem HACCP dapat meningkatkan kualitas sistem produksi dan Sumber Daya Manusia (SDM) bagian produksi AMDK X dengan sistem

pengawasan dan pengendalian kualitas yang lebih terarah dan terstandarisasi. Penerapan HACCP juga diharapkan dapat memberikan AMDK yang layak untuk dikonsumsi.

### **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana kondisi eksisting sistem produksi dan SDM bagian produksi AMDK untuk penentuan rencana HACCP di Perusahaan X?
2. Bagaimana rencana manajemen kualitas pada sistem produksi dan SDM bagian produksi AMDK di Perusahaan X dengan pendekatan HACCP?

### **1.3 Tujuan**

1. Mengevaluasi kondisi eksisting sistem produksi dan SDM bagian produksi AMDK di Perusahaan X untuk menentukan rencana HACCP
2. Menentukan rencana manajemen kualitas HACCP pada sistem produksi dan SDM bagian produksi AMDK berdasarkan hasil evaluasi kondisi eksisting

### **1.4 Ruang Lingkup**

1. Kajian dilakukan di Perusahaan X
2. Kajian difokuskan pada sistem produksi AMDK dari pengolahan air baku hingga dihasilkan air minum hasil pengolahan
3. Rencana sistem HACCP diterapkan pada sistem produksi AMDK Perusahaan X
4. Aspek yang digunakan pada kajian ini adalah aspek teknis dan aspek Sumber Daya Manusia (SDM)
5. Data yang digunakan berupa data primer yaitu hasil analisa resiko sistem produksi AMDK X yang sedang berlangsung menggunakan metode *fishbone diagram* dan FMEA, hasil *sampling* yang diuji di laboratorium pada sumber air baku, influen dan efluen tiap unit pengolahan, dokumentasi sistem produksi AMDK X, dan wawancara beserta kuisisioner. Data sekunder didapatkan dari Perusahaan X meliputi diagram alir sistem produksi AMDK X, volume air baku, hasil laboratorium kualitas AMDK sebelum dan sesudah

pengolahan, SOP sistem produksi, struktur organisasi, dan data-data lain yang mendukung pembentukan rencana sistem HACCP.

6. Pengambilan sampel dilakukan pada sumber air baku, serta influen dan efluen unit-unit pengolahan AMDK yaitu *Rapid Sand Filter*, *Cartridge filter*, *Reverse Osmosis*, *Ozone Injection*, dan lampu UV.
7. Parameter kualitas influen dan efluen unit-unit pengolahan AMDK yang dianalisa adalah bakteri *Escherichia Coli*, *Total Dissolved Solid* (TDS), kekeruhan, dan pH.

## 1.5 **Manfaat**

Manfaat yang didapat dari kajian ini adalah:

1. Sebagai bahan evaluasi Perusahaan X untuk meningkatkan kebaikan mutu AMDK dengan analisa resiko pada sistem produksi dan SDM AMDK, agar dapat meningkatkan penjualan.
2. Memberikan informasi mengenai resiko yang dapat timbul pada sistem produksi dan SDM AMDK beserta cara meminimalkan resiko-resiko tersebut di masa sekarang maupun di masa mendatang.
3. Memberikan sistem pengawasan dan pengendalian kualitas yang lebih terarah pada sistem produksi beserta SDM divisi produksi AMDK X, agar dapat menghindari resiko-resiko negatif pada segala aspek sistem produksi.

Halaman ini sengaja dikosongkan



## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Definisi Air Minum Dalam Kemasan**

Air merupakan komponen hidup yang penting untuk umat manusia. Maka untuk menunjang komponen hidup tersebut, dihasilkan Air Minum Dalam Kemasan (AMDK). Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) adalah air baku yang diproses, dikemas, dan aman untuk dikonsumsi (Gafur dkk., 2017). Air Minum Dalam Kemasan adalah air yang telah diproses, tanpa bahan pangan, dan bahan tambahan pangan, dikemas, serta aman untuk diminum (SNI 3551:2015).

Proses produksi AMDK harus melalui beberapa tahapan proses secara klinis. Proses secara klinis yang dimaksud adalah AMDK yang bersifat higienis yang disahkan menurut peraturan pemerintah melalui Departemen Badan Balai Pengawasan Obat dan Makanan (Badan POM RI) maupun memenuhi proses produksi yang sesuai dengan SNI 3553:2015 dari segi kimia, fisik, dan mikrobiologi (Susanti, 2010).

#### **2.2 Karakteristik Air Minum Dalam Kemasan**

Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) memiliki karakteristik yang langsung siap dikonsumsi tanpa proses pemanasan terlebih dahulu. Karakteristik lain AMDK yaitu dikemas dalam berbagai bentuk wadah, seperti galon yang dapat menampung 19 liter air minum, botol yang dapat menampung air minum bervolume 600 mL atau 1500 mL, maupun gelas yang dapat menampung air minum bervolume 220 mL atau 240 mL (Susanti, 2010).

Bahan wadah kemasan yang digunakan dalam memproduksi AMDK pada umumnya menggunakan jenis plastik PET (*Polyethylene Terephthalate*). Kemasan AMDK berwarna transparan, tembus pandang, dan tipis. Botol kemasan PET digunakan hanya untuk sekali pakai. Sedangkan untuk penutup botol plastik maupun penutup galon AMDK menggunakan jenis plastik HDPE (*High Density Polyethylene*). Sifat HDPE adalah kuat, keras, berwarna buram, dan memiliki ketahanan terhadap suhu tinggi yang lebih baik. HDPE memiliki kemampuan yang

baik untuk mencegah terjadinya reaksi kimia antara kemasan plastik yang berbahan HDPE dengan makanan atau minuman yang dikemasnya. Sama seperti PET, penutup botol dan penutup galon yang berbahan HDPE digunakan hanya untuk sekali pakai (Marwati, 2010).

### 2.3 Parameter Kualitas Air Minum Dalam Kemasan

Produksi AMDK di setiap perusahaan wajib memenuhi syarat mutu yang mengacu pada baku mutu yang telah ditetapkan. Berikut standar mutu AMDK dapat dilihat pada tabel 2.1 berdasarkan SNI 3553:2015 agar kualitas AMDK yang diproduksi tetap terjamin. Syarat mutu AMDK dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Persyaratan Kualitas Air Minum Berdasarkan SNI 3553:2015

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Bau	-	Tidak berbau
1.2	Rasa	-	normal
1.3	Warna	Unit Pt-Co	maks. 5
2	pH	-	6,0 – 8,5 / min 4,0*
3	Kekeruhan	NTU	maks. 1,5
4	Zat yang terlarut	mg/L	maks. 500
5	Zat organik (angka KMnO <sub>4</sub> )	mg/L	maks. 1,0
6	Nitrat (sebagai NO <sub>3</sub> )	mg/L	maks. 44
7	Nitrit (sebagai NO <sub>2</sub> )	mg/L	maks. 0,1
8	Amonium (NH <sub>4</sub> )	mg/L	maks. 0,15
9	Sulfat (SO <sub>4</sub> )	mg/L	maks. 200
10	Klorida (Cl <sup>-</sup> )	mg/L	maks. 250
11	Fluorida (F)	mg/L	maks. 1
12	Sianida (CN)	mg/L	maks. 0,05
13	Besi (Fe)	mg/L	maks. 0,1
14	Mangan (Mn)	mg/L	maks. 0,05
15	Klor bebas (Cl <sub>2</sub> )	mg/L	maks. 0,1
16	Kromium (Cr)	mg/L	maks. 0,05
17	Barium (Ba)	mg/L	maks. 0,7
18	Boron (B)	mg/L	maks. 2,4

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
19	Selenium (Se)	mg/L	maks. 0,01
20	Bromat	mg/L	maks. 0,01
21	Perak (Ag)	mg/L	maks. 0,025
22	Kadar karbon dioksida (CO <sub>2</sub> ) bebas	mg/L	3000 – 5890
23	Kadar oksigen (O <sub>2</sub> ) terlarut awal**)	mg/L	min. 40,0
24	Kadar oksigen (O <sub>2</sub> ) terlarut akhir***)	mg/L	min. 20,0
25	Cemaran logam:		
25.1	Timbal (Pb)	mg/L	maks. 0,005
25.2	Tembaga (Cu)	mg/L	maks. 0,5
25.3	Kadmium (Cd)	mg/L	maks. 0,003
25.4	Merkuri (Hg)	mg/L	maks. 0,001
26	Cemaran Arsen (As)	mg/L	maks. 0,01
27	Cemaran mikroba:		
27.1	Angka lempeng total awal**)	koloni/mL	maks. 1,0 x 10 <sup>2</sup>
27.2	Angka lempeng total akhir***)	koloni/mL	maks. 1,0 x 10 <sup>5</sup>
27.3	Coliform	koloni/250 mL	TTD
27.4	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	koloni/250 mL	TTD
<b>CATATAN:</b> *) Air karbonasi **) Di Pabrik ***) Di Pasaran TTD : Tidak Terdeteksi			
Catatan kaki: No 20 diuji jika dilakukan desinfeksi dengan proses ozonisasi No 21 diuji jika dilakukan desinfeksi dengan ion perak No 22 diuji jika dilakukan penambahan CO <sub>2</sub> No 23 dan 24 diuji jika dilakukan penambahan O <sub>2</sub>			

Sumber : SNI 3553:2015

Selain SNI 3553:2015, juga terdapat Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010 mengenai standar air minum dalam kemasan yang menyatakan bahwa cara penyiapan dan penanganan AMDK harus dalam kondisi higienis. Produk harus dikemas dalam wadah yang tertutup rapat, tidak dipengaruhi atau

mempengaruhi isi, aman selama penyimpanan dan pengangkutan.

### **2.3.1 Parameter Biologi**

Total bakteri *Coliform* dan *Escherichia Coli* merupakan parameter wajib dalam penentuan kualitas air minum secara mikrobiologi. Tidak ditemukannya bakteri *coliform* dan *Escherichia Coli* dalam 100 ml air minum adalah salah satu syarat air minum yang dapat dikonsumsi (Afrisetiawati dkk., 2016).

#### **a. Coliform**

Bakteri *coliform* merupakan salah satu parameter mikrobiologi dalam baku mutu air minum. Air yang terkontaminasi bakteri *coliform* lebih dari 0/250 mL sampel dapat menyebabkan penyakit diare. Bakteri ini dapat menyebar melalui *fecal oral*, antara lain melalui makanan atau minuman yang terkontaminasi oleh tinja yang mengandung *Escherichia Coli* atau kontak langsung dengan tinja penderita (Sekarwati dkk., 2016).

#### **b. Escherichia Coli**

Sumber air yang mengandung bakteri *Escherichia Coli* menyatakan bahwa sumber air tersebut telah tercemar oleh tinja manusia dan menyebabkan kualitas air minum tidak sesuai untuk dikonsumsi. Maka dari itu terdapat hubungan yang erat antara kontaminasi oleh bakteri *Escherichia Coli* pada sumber air dengan kasus diare yang diduga akibat infeksi. Selain itu, kondisi fisik sumber air berhubungan dengan kandungan bakteriologis. Semakin baik kondisi fisik air maka semakin sedikit kandungan bakteriologisnya, sebaliknya jika semakin buruk kondisi fisik air maka semakin banyak kandungan bakteriologis pada air tersebut (Radjak, 2013).

### **2.3.2 Parameter Kimia**

#### **a. pH**

pH atau derajat keasaman secara umum menggambarkan tingkat keasaman atau kebasaan pada air yang bersumber dari suatu perairan. Air yang memiliki nilai pH = 7

adalah air yang bersifat netral, sedangkan air yang memiliki pH < 7 adalah air yang bersifat asam dan pH > 7 merupakan air yang bersifat basa (Effendi, 2003). Nilai pH air minum yang lebih rendah dari 6,5 akan bersifat korosif dan terlalu asam untuk dapat dikonsumsi. Air yang bersifat terlalu asam dapat melepaskan logam dari pipa seperti tembaga (Cu), timah (Pb), dan seng (Zn), hal ini menyebabkan air minum mengandung ketiga logam tersebut. Selain itu, dapat menyebabkan masalah estetika seperti air yang terasa asam dan menyebabkan masalah kesehatan (WHO, 2011).

### **b. Nitrat dan Nitrit**

Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) dan Nitrit ( $\text{NO}_2$ ) merupakan ion-ion organik alami yang terbentuk akibat aktifitas penguraian bahan-bahan organik dalam sampah. Hasil penguraian bahan-bahan organik tersebut mengandung nitrogen organik dan menghasilkan ammonia, lalu teroksidasi oleh mikroba *Nitrosomonas* dan mikroba *Nitrobacter*. Nitrit mudah teroksidasi menjadi nitrat dan hal itu menyebabkan tingginya kandungan nitrat pada sumber air minum. Faktor lain yang menyebabkan tingginya kandungan nitrat pada sumber air minum adalah pencemaran oleh pupuk nitrogen dan sampah organik dari hewan maupun manusia. Nitrit dapat menyebabkan *methaemoglobinemia*, yaitu keadaan di mana nitrit akan mengikat *haemoglobin* (Hb) darah dan menghalangi ikatan oksigen dengan Hb (Amanati, 2016).

### **c. Total Kromium**

Kromium (VI) atau Cr (VI) dapat masuk pada sumber perairan melalui cara alamiah dan non-alamiah. Cr (VI) dapat masuk pada sumber perairan secara alamiah, karena kikisan batuan mineral akibat erosi maupun partikel-partikel Cr larut pada sumber perairan. Sedangkan cara Cr (VI) masuk pada sumber perairan secara non-alamiah disebabkan oleh aktifitas manusia, seperti pembuangan limbah domestik dan industri ke badan air. Cr (VI) bersifat toksik pada makhluk hidup (Bugis dkk., 2013)

#### **d. Arsen dan Kadmium**

Arsen merupakan logam berat yang dapat mencemari sumber air minum dan dapat berakibat pada gangguan kesehatan manusia yang mengkonsumsi air minum tersebut. Tidak lain dengan kadmium yang memiliki karakteristik berwarna putih keperakan, tahan terhadap panas dan korosi. Arsen dan kadmium merupakan logam berat yang memiliki tingkat toksisitas yang tinggi. Kandungan arsen dan kadmium pada sumber air minum disebabkan oleh banyaknya pencemaran akibat kegiatan industri. Logam berat seperti arsen dan kadmium dapat masuk ke lingkungan secara natural dan antropogenik. Kondisi terlepasnya logam berat ke sumber air akibat pelapukan sedimen oleh cuaca, erosi, dan aktivitas vulkanik merupakan cara natural. Sedangkan cara antropogenik adalah terlepasnya logam berat akibat aktivitas manusia seperti pelapisan logam, pertambangan, penggunaan pestisida dan lain sebagainya (Istarani dkk., 2014).

#### **e. Fluorida**

Air minum merupakan sumber asupan mineral fluorida terbesar pada manusia. Rendahnya asupan fluorida dapat menyebabkan terjadinya karies gigi, namun jika asupan fluorida terlalu tinggi maka dapat menyebabkan fluorosis gigi sampai fluorosis skeletal (Fawell dkk., 2006).

### **2.3.3 Parameter Fisik**

#### **a. Suhu, Warna, Bau, dan Rasa**

Parameter fisik pada air minum meliputi kekeruhan, suhu, warna, zat padat terlarut (*Total Dissolved Solid*), bau, dan rasa. Warna air dapat disebabkan oleh kandungan logam, seperti besi dan mangan. Selain itu perubahan warna air juga dapat dipengaruhi oleh kandungan mikroorganisme, bahan berwarna yang tersuspensi atau senyawa organik yang terlarut. Sedangkan untuk perubahan bau dan rasa dipengaruhi oleh kandungan mikroorganisme dalam air, seperti alga dan kontaminasi bakteri *Escherichia Coli*, juga dapat disebabkan adanya gas  $H_2S$  yang dihasilkan dari proses penguraian secara anaerobik. Jika bau air telah terkontaminasi oleh logam dan *Escherichia Coli*, maka

dapat dipastikan bahwa air minum tersebut memiliki rasa. Sementara itu, suhu air dipengaruhi oleh jumlah oksigen yang terlarut dalam air. Semakin tinggi suhu air, maka jumlah oksigen yang terlarut dalam air akan semakin rendah (Mukarromah, 2016).

### **b. Total Dissolved Solid (TDS)**

*Total Dissolved Solid* (TDS) adalah jumlah zat padat organik, inorganik, maupun garam yang terlarut dalam air. Kandungan TDS meliputi kalsium, magnesium, kalium sebagai kation dan karbonat bikarbonat, nitrat, sulfat dll sebagai anion. Di antara semua kandungan TDS, kalsium dan magnesium yang terlarut dalam air menyebabkan sifat kesadahan pada air (Islam dkk., 2016).

### **c. Kekeruhan**

Penyebab kekeruhan air adalah adanya zat padat tersuspensi dalam air yang bersifat anorganik maupun organik. Contoh zat padat tersuspensi anorganik adalah partikel-partikel yang berasal dari pelapukan batu dan logam, sedangkan zat padat tersuspensi organik adalah partikel-partikel yang berasal dari pelapukan tanaman dan/atau hewan. Selain itu zat padat tersuspensi juga dapat berasal dari limbah domestik, industri, pertanian, maupun limbah dari banjir dan longsor (Gafur dkk., 2017).

## **2.4 Produksi Air Minum Dalam Kemasan**

Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) diproses melalui 3 tahap, yaitu penyaringan, desinfeksi, dan pengisian. Tujuan penyaringan adalah untuk menghilangkan partikel padat pada air baku, desinfeksi bertujuan untuk membunuh bakteri patogen dalam air baku, dan pengisian adalah tahap terakhir setelah AMDK sudah diproduksi dan siap dikemas (Gafur dkk., 2017). Selain 3 tahap proses di atas, tahap pencucian botol dan tahap pengemasan tidak kalah penting. Dalam tahap pengemasan juga diwajibkan untuk mensterilkan ruang pengisian dan memperhatikan material kemasan yang digunakan (Trisnawati, 2008).

## 2.5 Unit Produksi Air Minum Dalam Kemasan ASA

Menurut PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003, proses produksi AMDK diawali dengan penampungan air baku yang dialirkan melalui pipa dan ditampung dalam tangki, dilanjutkan dengan proses penyaringan bertahap dari filtrasi untuk menyaring partikel kasar yang larut dalam air hingga penyaringan mikrofilter atau ultrafilter untuk menyaring partikel halus yang larut dalam air. Setelah proses penyaringan maka dilanjutkan dengan proses desinfeksi yang dapat dilakukan dengan proses ozonasi dan dilanjutkan dengan lampu UV.

Unit produksi AMDK X dibagi dalam 3 tahap , yaitu (Prihandoko, 2019) :

- a. Tahap pengolahan fisik yang terdiri dari :
  - *Rapid Sand Filter*
  - *Cartridge filter I*
- b. Tahap pengolahan fisik-kimiawi :
  - *Cartridge filter II*
  - *Reverse Osmosis*
- c. Tahap pengolahan biologis :
  - *Ozone Injection*
  - *UV Lamp*

### 2.5.1 Unit *Rapid Sand Filter*

*Rapid Sand Filter* adalah unit filtrasi yang digunakan untuk mengurangi padatan tersuspensi dan kekeruhan pada air. Sistem yang digunakan pada *Rapid Sand Filter* adalah penggunaan media pasir sebagai *filter bed*. Padatan tersuspensi akan tertahan pada *filter bed* tersebut. Ada 2 mekanisme penting dalam *Rapid Sand Filter*, yaitu mekanisme perpindahan dan penempelan. Pada mekanisme perpindahan, terdapat *interception*, sedimentasi, *inertial*, difusi, dan turbulansi. Sedangkan yang termasuk mekanisme penempelan adalah gaya *Van Der Waals*, adhesi dan gaya elektrostatis (Pamularsih dkk., 2013).

Media yang dapat digunakan pada unit *Rapid Sand Filter* ada bermacam-macam. Contohnya adalah pasir silika, pasir mangan,



dan karbon aktif. Pasir silika mempunyai fungsi untuk pengolahan secara fisik pada air minum, seperti menghilangkan kekeruhan, padatan yang dapat terlihat oleh mata, lumpur, bau, dan rasa pada air (Mahyudin dkk., 2012). Sedangkan fungsi pada karbon aktif adalah untuk menghilangkan warna pada air karena kemampuan karbon aktif untuk mengadsorpsi warna (Sulastuti dkk., 2014). Pasir mangan zeolit memiliki fungsi untuk menyerap kadar besi, mangan, dan logam lain yang masih terlarut dalam air dan belum tersaring oleh media pasir silika (Said, 2003). Media pada unit *rapid sand filter* harus diganti secara rutin untuk menghindari luruhnya kontaminan yang menempel pada media dan larut ke dalam air. Durasi penggantian media pasir silika, media pasir mangan, dan media karbon aktif adalah setiap 2-3 tahun sekali (EPA, 1995).

### **2.5.2 Unit Cartridge filter**

*Cartridge filter* adalah unit untuk menghilangkan material tersuspensi, seperti pasir, lanau, lumpur atau material organik dalam air. Material-material ini dapat menyebabkan turbiditas atau kekeruhan pada air. *Cartridge filter* juga dapat menghilangkan material yang tidak terlarut, larutan yang mengandung material besi tersuspensi atau larutan yang mengandung material mangan tersuspensi. Unit ini juga dapat dikombinasikan dengan filtrasi dengan karbon aktif, aerasi, ozonisasi atau khlorinasi (Dovrak dkk., 2013). Berikut adalah prinsip kerja unit *cartridge filter* yaitu air hasil efluen unit filtrasi masuk ke dalam *cartridge filter house*, lalu air akan diserap oleh lapisan membran *filartech cartridge filter*. Setelah itu, air masuk ke dalam bagian rongga tengah membran *cartridge filter* dan dialirkan ke saluran luar (*outlet*) melalui *outlet filter house* (Susanto dkk., 2016). Ukuran membran *cartridge filter* yang ada di pasaran adalah 1  $\mu$ , 3  $\mu$ , 5  $\mu$ , dan 10  $\mu$ . Semakin kecil ukuran membran maka semakin baik karena partikel-partikel halus akan hilang (Wahyuningsih, 2018). Membran pada unit *cartridge filter* harus diganti secara rutin untuk menghindari luruhnya kontaminan yang menempel pada membran dan larut ke dalam air. Durasi penggantian membran *cartridge filter* adalah setiap 1 bulan sekali (EPA, 2005).

### 2.5.3 Unit Reverse Osmosis

Proses *Reverse Osmosis* adalah sebuah mekanisme untuk menghilangkan padatan anorganik (seperti garam) pada larutan air (Said, 2003). Prinsip dasar dari proses *reverse osmosis* adalah memberi tekanan hidrostatik yang melebihi tekanan osmosis dari larutan sehingga pelarut (yaitu air) dapat berpindah dari larutan yang berkonsentrasi zat terlarut tinggi ke larutan yang berkonsentrasi zat terlarut rendah. Teori *solution-diffusion* dapat menjelaskan proses *reverse osmosis* dengan baik. Proses *reverse osmosis* menurut teori *solution-diffusion* dapat memisahkan zat terlarut dengan pelarut secara homogen pada permukaan membran dan zat terlarut maupun pelarut akan berdifusi melewati membran. Prinsip *reverse osmosis* ini dapat memisahkan air dari komponen-komponen yang tidak diinginkan untuk mendapatkan air dengan tingkat kemurnian tinggi (Ariyanti dkk., 2011)

Unit *Reverse Osmosis* memiliki kemampuan untuk menghilangkan berbagai macam kontaminan pada air, seperti yang menimbulkan rasa tidak sedap, warna, dan bau. Selain itu, karena penggunaan membran yang memiliki ukuran sangat kecil maka unit *reverse osmosis* juga dapat menghilangkan bakteri dan virus pada air (Ismet, 2016).

Teknologi *reverse osmosis* juga dapat memisahkan komponen-komponen pada air yang memiliki berat molekul rendah dan garam-garam organik. Teknologi RO dapat beroperasi pada suhu ruangan, konsumsi energi dan bahan kimia adiktif cukup rendah, tidak menghasilkan produk sampingan, bersifat modular dan kompak, serta hanya membutuhkan ruang yang kecil (Pinem dkk., 2008).

Membran pada aplikasi *reverse osmosis* adalah membran semipermeable yang terdiri dari lapisan tipis polimer pada penyangga berpori (*fabric support*). Membran tersebut harus memiliki derajat semipermeabilitas yang tinggi, yaitu laju transportasi air yang melewati membran harus jauh lebih tinggi daripada laju transportasi ion-ion dalam larutan. Membran RO memiliki ukuran 0,0001 mikron (Ariyanti dkk., 2011). Membran

pada unit *reverse osmosis* harus diganti secara rutin untuk menghindari luruhnya kontaminan yang menempel pada membran dan larut ke dalam air. Durasi penggantian membran *reverse osmosis* adalah setiap 3 tahun sekali (EPA, 2005).

#### **2.5.4 Unit Ozone Injection**

Ozon adalah senyawa pembunuh bakteri dan mempunyai daya oksidasi yang kuat. Ozon dapat digunakan sebagai senyawa desinfektan yang utama, karena memiliki banyak fungsi. Fungsi dari ozon adalah membunuh bakteri patogen pada air, dapat mengoksidasi zat besi, mangan, maupun senyawa organik yang menyebabkan bau, rasa, dan warna pada air. Ozon juga dapat dengan cepat membunuh bakteri, virus, maupun jamur yang mengkontaminasi air. Kelebihan ozon dibandingkan desinfeksi konvensional seperti senyawa klor dan kaporit adalah tidak menimbulkan bau tajam dan senyawa yang bersifat karsinogen (Said, 2007). Unit *ozone generator* memiliki periode fungsi yang terbatas, tandanya unit tersebut harus diganti saat keefektifan dalam proses desinfeksi pada air telah menurun. Durasi penggantian unit *ozone generator* adalah setiap 5 tahun sekali (EPA, 2011).

#### **2.5.5 Unit UV Lamp**

Sinar UV dapat menghilangkan bakteri *coliform* dan *Escherichia Coli* secara efektif. Terdapat dua jenis sinar UV yang efektif dalam menghilangkan mikroorganisme pada air, yaitu sinar UV-B (280 – 315 nm) dan sinar UV-C (200 – 280 nm). Sinar UV juga bisa digunakan untuk melepas struktur atau ikatan karbon organik. Sinar UV-C adalah jenis sinar UV yang sering digunakan (dengan panjang gelombang 245 nm) karena cenderung lebih aman dan tidak menimbulkan efek samping. Mekanisme sinar UV dalam menghilangkan mikroorganisme adalah penetrasi sinar UV melalui dinding sel dan membran sitoplasma mikroorganisme, kemudian akan timbul penyusunan ulang molekul dari DNA mikroorganisme. Mikroorganisme akan berhenti untuk bereproduksi dan mati (Yonkyu, 2009).

Lampu UV memiliki panjang gelombang sekitar 200 – 390 nm, sedangkan panjang gelombang yang paling efektif dalam proses

desinfeksi bakteri patogen adalah 254 nm, yaitu saat insensitas energi sedang optimum. Dapat diperkirakan bahwa dengan panjang gelombang 254 nm, lampu UV dapat menghilangkan bakteri patogen hingga 90% untuk air yang memiliki konsentrasi bakteri koliform 1000/100 mL (Harley dkk., 2008). Lampu UV memiliki periode fungsi yang terbatas, tandanya unit tersebut harus diganti saat keefektifan dalam proses desinfeksi pada air telah menurun. Durasi penggantian lampu UV adalah setelah pemakaian selama 12.000 jam (EPA, 2011).

## **2.6 Metode *Sampling* AMDK**

Analisa resiko merupakan prinsip pertama yang harus dilakukan dalam penerapan metode HACCP. Salah satu prosedur yang diperlukan dalam penyusunan analisa resiko pada sistem produksi AMDK adalah dengan metode *sampling*. *Sampling* merupakan sebagian dari objek yang diteliti. Penelitian yang menggunakan analisis data kuantitatif, memerlukan sampel untuk menunjang dalam penarikan kesimpulan. Penentuan jumlah sampel harus dapat mewakili atau menjadi representatif dari populasi yang diamati, sehingga kesimpulan yang didapatkan bersifat sah dan dapat dipercaya. Pengambilan sampel bertujuan untuk mengetahui parameter dari populasi yang ada (Rahmatina, 2010). Apabila subjek *sampling* kurang dari 100, maka lebih baik diambil semua. Sebaliknya jika subjeknya lebih besar dari 100 dapat diambil antara 10-15% (Arikunto, 2006).

Petunjuk pengambilan sampel air minum diatur dalam SNI 3554:2015 dan SNI 6989.57:2008. Pengujian sebaiknya dilakukan pada hari yang sama dengan pengambilan sampel. Disarankan untuk melakukan pengujian dalam waktu 8 jam setelah pengambilan sampel. Untuk sampel yang ditransportasikan lebih dari 8 jam, perlu dimonitor dan dicatat suhunya (SNI 3554:2015). Berikut adalah persyaratan pengambilan sampel AMDK.

Langkah-langkah persiapan wadah sampel, adalah sebagai berikut (SNI 6989.57:2008):

- a) Untuk menghindari kontaminasi sampel di lapangan, seluruh wadah sampel harus benar-benar dibersihkan di laboratorium sebelum dilakukan pengambilan sampel
- b) Wadah yang disiapkan jumlahnya harus selalu melebihi dari yang dibutuhkan, untuk jaminan mutu, pengendalian mutu dan cadangan.
- c) Jenis wadah sampel dan tingkat pembersihan yang diperlukan tergantung dari jenis sampel yang akan diambil

Wadah yang digunakan untuk menyimpan sampel harus memenuhi persyaratan sebagai berikut (SNI 6989.57:2008):

- a) Terbuat dari bahan gelas atau plastik Poli Etilen (PE) atau Poli Propilen (PP) atau teflon (Poli Tetra Fluoro Etilen, PTFE)
- b) Dapat ditutup dengan kuat dan rapat
- c) Bersih dan bebas kontaminan
- d) Tidak mudah pecah
- e) Tidak berinteraksi dengan sampel

Setelah menentukan jumlah dan jenis wadah yang digunakan, maka harus dilakukan pencucian wadah sampel. Langkah-langkah pencucian wadah sampel adalah sebagai berikut (SNI 6989.57:2008):

- a) Wadah sampel harus dicuci dengan deterjen dan disikat untuk menghilangkan partikel yang menempel di permukaan
- b) Bilas wadah sampel dengan air bersih hingga seluruh deterjen hilang
- c) Bila wadah sampel terbuat dari bahan non logam, maka cuci dengan asam  $\text{HNO}_3$  1:1, kemudian dibilas dengan air bebas analit
- d) Biarkan wadah sampel mengering di udara terbuka
- e) Wadah sampel yang telah dibersihkan diberi label dan siap untuk digunakan dalam pengambilan sampel

Setelah wadah sampel sudah disiapkan dan dibersihkan, maka wadah siap digunakan untuk pengambilan sampel. Berikut

adalah cara pengambilan sampel untuk pengujian kualitas air (SNI 6989.57:2008):

- a) Siapkan alat pengambil sampel yang sesuai dengan keadaan sumber airnya
- b) Bilas alat pengambil sampel dengan air yang akan diambil, sebanyak 3 (tiga) kali ambil
- c) Sampel sesuai dengan peruntukan analisis dan campurkan dalam penampung sementara, kemudian homogenkan
- d) Masukkan ke dalam wadah yang sesuai peruntukan analisis
- e) Lakukan segera pengujian untuk parameter suhu, kekeruhan dan daya hantar listrik, pH dan oksigen terlarut yang dapat berubah dengan cepat dan tidak dapat diawetkan
- f) Hasil pengujian parameter lapangan dicatat dalam buku catatan khusus

Sistem produksi yang dikaji dengan metode HACCP adalah dari pengolahan bahan baku hingga dihasilkan produk jadi berupa air minum hasil proses pengolahan. Pengambilan sampel dilakukan pada influen dan efluen tiap unit pengolahan AMDK yaitu *Rapid Sand Filter, Cartridge filter I, Cartridge filter II, Reverse Osmosis Unit, dan Ozone Injection*.

Setelah melakukan sampling dan analisa laboratorium, maka akan dihasilkan sekumpulan data yang memuat nama titik sampel, parameter-parameter yang diuji, dan periode *sampling*. Data-data tersebut bersifat *time series*. Data *time series* atau data runtut waktu adalah data yang dikumpulkan secara berurutan dari waktu ke waktu atau dalam periode tertentu untuk mengamati perubahan suatu kegiatan selama masa tersebut (Supranto, 2003).

Data *time series* dapat dilihat sebagai suatu representasi dari realisasi suatu variabel yang biasanya mempunyai interval waktu yang sama dan diamati pada suatu periode tertentu. Data ini juga merupakan suatu deskripsi di masa lampau dan dapat digunakan untuk memprediksi kondisi di masa depan, sehingga dapat

dipersiapkan tindakan yang perlu dilakukan dari sekarang untuk mencapai atau menghindari kondisi di masa depan tersebut (Ashari, 2012).

## **2.7 Prosedur Analisa Laboratorium AMDK**

Setelah mendapatkan hasil *sampling* dari sumber air baku, serta influen dan efluen tiap unit pengolahan AMDK, maka dapat diamati parameter-parameter pada kualitas influen dan efluen tersebut. Parameter-parameter kualitas influen dan efluen tiap unit AMDK yang diamati adalah total bakteri koliform, *Total Dissolved Solid* (TDS), kekeruhan, dan pH. Selanjutnya, hasil *sampling* akan diuji pada laboratorium yang prosedur-prosedurnya beracuan pada SNI 3554:2015 agar hasil uji yang dihasilkan lebih akurat. Tiap parameter yang diuji wajib memenuhi baku mutu yang berlaku, yaitu baku mutu pada SNI 3553:2015. Berikut adalah prosedur-prosedur uji laboratorium dari tiap parameter yang akan diamati.

### **2.7.1 Pengujian Total Bakteri Koliform**

Menurut SNI 3554:2015, prosedur uji total bakteri koliform pada AMDK adalah sebagai berikut :

#### **a. Prinsip**

Penyaringan sampel dengan penyaring membran agar dapat menjerat mikroorganisme dan menginkubasi penyaring membran pada suhu  $\pm 36^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 24$  jam

Menghitung jumlah koloni yang menunjukkan reaksi positif  $\beta$ -D-glukuronidase dan  $\beta$ -Dgalaktosidase yang ditunjukkan dengan adanya koloni berwarna biru tua hingga ungu yang merupakan koloni *E. coli*. Menghitung jumlah koloni yang menunjukkan positif  $\beta$ -D-galaktosidase (berwarna merah muda hingga merah) yang diduga sebagai koloni bakteri Koliform yang bukan *E. coli*. Untuk menghindari hasil positif palsu, yang disebabkan oleh bakteri yang memiliki aktivitas oksidase, misalnya jenis *Aeromonas spp.*, koloni terduga tersebut harus dikonfirmasi dengan ditunjukkannya reaksi oksidase negatif.

**b. Peralatan**

- Autoklaf
- Inkubator
- pH meter
- Alat penyaringan membran
- Pinset berujung tumpul dan steril
- Pompa Vakum
- Cawan Petri
- Alat penghitung koloni

**c. Bahan**

- Media pembiakan *Chromogenic Coliform Agar* (CCA)
- Media pembiakan *Tryptic Soy Agar* (TSA)
- Air sampel dari influen dan efluen unit *Rapid Sand Filter*, *Cartridge filter I*, *Cartridge filter II*, *Reverse Osmosis Unit*, dan *Ozone Injection* dalam botol kaca 140 mL
- Pereaksi Oksidase

**d. Cara Kerja**

1. Ambil air sampel sebanyak 250 mL. Usahakan agar waktu antara pengambilan sampel dan pengujian sesingkat mungkin. Untuk air minum, pengujian sebaiknya dilakukan pada hari yang sama dengan pengambilan sampel. Disarankan untuk melakukan pengujian dalam waktu 8 jam setelah pengambilan sampel.
2. Hubungkan alat penyaringan membran dengan pompa vakum dan nyalakan pompa vakum
3. Saring 250 mL sampel untuk disaring dengan penyaring membran
4. Lepaskan corong penyaring dan pindahkan membran dengan pipet berujung tumpul dan steril pada media agar. Pastikan tidak terdapat gelembung udara yang terperangkap dibawah penyaring membran
5. Posisikan cawan petri pada posisi terbalik dan lakukan inkubasi pada suhu  $\pm 36^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 24$  jam
6. Amati penyaring membran dan hitung semua koloni yang menunjukkan reaksi positif  $\beta$ -Dgalaktosidase dengan ditunjukkan adanya koloni berwarna merah muda hingga merah, sebagai terduga bakteri Koliform yang bukan *E. coli*



7. Hitung semua koloni yang menunjukkan positif reaksi  $\beta$ -D-glukuronidase dan  $\beta$ -Dgalaktosidase yang ditunjukkan dengan adanya koloni berwarna biru tua hingga ungu sebagai koloni bakteri *E. coli*.

**e. Perhitungan**

Perhitungan hasil pada bagian ini dapat digunakan pada kasus dimana jumlah total koloni tipikal pada cawan Petri adalah antara 10 dan 100 (teknik penyaringan membran). Mengingat setiap koloni diasumsikan berasal dari satu mikroorganisme atau dari agregat tunggal mikroorganisme, maka hasil dinyatakan sebagai jumlah koloni dalam satu volume acuan spesifik dari contoh (umumnya 100 mL atau 1 mL) dengan menggunakan persamaan :

$$Cs = \frac{Z}{V_{tot}} \times Vs$$

Keterangan :

Cs = Estimasi jumlah koloni dalam volume Vs sampel

Z = Jumlah koloni yang dihitung pada cawan atau pada membran yang diperoleh dari pengenceran atau diperoleh dari volume tertentu porsi uji

Vs = Volume acuan yang dipilih untuk menyatakan konsentrasi mikroorganisme dalam sampel

V<sub>tot</sub> = Total volume contoh awal yang terhitung yang digunakan dalam cawan yang dienumerasi. V<sub>tot</sub> adalah jumlah volume tertentu porsi uji.

### 2.7.2 Pengujian pH

Menurut SNI 3554:2015, prosedur uji pH pada AMDK adalah sebagai berikut :

**a. Prinsip**

Pengukuran aktivitas ion hidrogen dengan menggunakan metode pengukuran secara *potentiometric* dengan elektroda gelas hidrogen sebagai standard primer dan elektroda kalomel atom perak klorida sebagai pembanding

**b. Peralatan**

- pH meter
- Elektroda gelas
- Elektroda pembanding

- Pengaduk Magnetik
- Gelas Piala 250 mL

**c. Bahan**

- Larutan standard pH (Larutan *Buffer* 4, 7, 9)
- Air sampel dari influen dan efluen unit *Rapid Sand Filter*, *Cartridge filter I*, *Cartridge filter II*, *Reverse Osmosis Unit*, dan *Ozone Injection* dalam botol kaca 140 mL
- Air suling (*aquades*)

**d. Cara Kerja**

1. Kalibrasikan pH meter dengan larutan *buffer* setiap kali akan melakukan pengukuran
2. Celupkan elektroda yang telah dibersihkan dengan air suling ke dalam gelas piala 250 mL yang berisi air sampel
3. Baca nilai pH dan catat
4. Kalibrasi pH meter dengan larutan *buffer* setiap pergantian sampel

**2.7.3 Pengujian Kekeruhan**

Menurut SNI 3554:2015, prosedur uji kekeruhan pada AMDK adalah sebagai berikut :

**a. Prinsip**

Perbandingan intensitas cahaya yang tersebar oleh sampel dalam kondisi yang ditetapkan intensitas cahaya yang tersebar oleh suspensi standar acuan dalam kondisi yang sama.

**b. Peralatan**

- Turbidimeter/Nefelometer
- Tabung Nefelometer
- Labu Ukur 100 mL (terkalibrasi)

**a. Pereaksi Larutan Baku**

Larutkan 1000 gram hidrazin sulfat ( $(\text{NH}_2)_2 \text{H}_2\text{SO}_4$ ) dalam air suling, kemudian encerkan sampai 100 mL dalam labu ukur untuk membuat larutan baku kekeruhan

**b. Bahan**

- Larutan baku kekeruhan

- Air sampel dari influen dan efluen unit *Rapid Sand Filter*, *Cartridge filter I*, *Cartridge filter II*, *Reverse Osmosis Unit*, dan *Ozone Injection* dalam botol kaca 140 mL

**e. Cara Kerja**

1. Kalibrasi Turbidimeter dengan larutan baku kekeruhan
2. Kocok air sampel dengan sempurna, diamkan hingga gelembung udara hilang
3. Tuang sampel pada tabung nefelometer
4. Baca nilai kekeruhan sampel pada turbidimeter dan catat
5. Kalibrasi Turbidimeter dengan larutan baku kekeruhan setiap pergantian sampel

**2.7.4 Pengujian Total Dissolved Solid (TDS)**

Menurut SNI 3554:2015, prosedur uji zat yang terlarut atau *Total Dissolved Solid* (TDS) pada AMDK adalah sebagai berikut :

**a. Prinsip**

Sampel yang telah dihomogenkan akan di saring dengan penyaring serat kaca standar, lalu filtrat akan diuapkan hingga mendekati kondisi kering dengan pinggan penguap. Kemudian dikeringkan hingga mencapai bobot tetap pada suhu 180° c. Penambahan bobot pinggan mewakili zat padat terlarut total.

**b. Peralatan**

- Pinggan penguap (bahan porselin, diameter 90 mm)
- Tanur (550° c)
- Penangas air
- Desikator
- Neraca analitik
- *Magnetic stirrer*
- Pipet berlubang besar
- Gelas ukur
- Gelas piala pendek
- Piringan penyaring serat kaca
- Alat penyaring
- Labu Pengisap
- Oven

**c. Pereaksi Larutan Baku**

1. Panaskan serbuk kalium nitrat ( $\text{KNO}_3$ ) dalam oven pada suhu  $105^\circ\text{C}$  selama 24 jam
2. Larutkan 0,7218 gram dalam *aquades* dan encerkan hingga 1000 mL

**d. Bahan**

- Air sampel dari influen dan efluen unit *Rapid Sand Filter*, *Cartridge filter I*, *Cartridge filter II*, *Reverse Osmosis Unit*, dan *Ozone Injection* dalam botol kaca 140 mL
- Air suling (*aquades*)

**e. Cara Kerja**

1. Operasikan piringan penyaring serat kaca dengan menyalakan pompa vakum dan cuci piringan sebanyak tiga kali dengan air suling. Lanjutkan pengisapan vakum untuk menghilangkan sisa air dan buang air pencuci
2. Letakkan pinggan penguap pada tanur dengan suhu  $550^\circ\text{C}$  selama 1 jam
3. Letakkan pinggan penguap pada oven dengan suhu  $\pm 180^\circ\text{C}$  selama 1 jam
4. Letakkan pinggan penguap pada desikator hingga suhu menjadi suhu ruangan
5. Saring air sampel selama 10 menit hingga menghasilkan residu kering seberat 2,5 mg sampai 250 mg. Jika waktu yang dibutuhkan lebih dari 10 menit, tingkatkan ukuran penyaring atau kurangi volume air sampel
6. Pindahkan filtrat pada pinggan penguap yang telah ditimbang bobot kosongnya dan diuapkan hingga kering
7. Keringkan pinggan bermuatan sampel pada tanur bersuhu  $550^\circ\text{C}$  selama 1 jam
8. Pindahkan pinggan bermuatan sampel dari tanur ke dalam oven  $\pm 180^\circ\text{C}$  selama 1 jam
9. Dinginkan pinggan bermuatan sampel dalam desikator hingga suhu ruang
10. Timbang pinggan bermuatan sampel dengan neraca analitik
11. Ulangi siklus pengeringan, pendinginan, desikasi, dan penimbangan hingga tercapai bobot tetap atau hingga

selisih penimbangan dengan sebelumnya tidak lebih dari 4% atau 0,5 mg

#### f. Perhitungan

$$\text{Zat padat terlarut total (mg/L)} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{volume contoh (mL)}}$$

Keterangan :

A = bobot residu kering + piringan tertutup (mg)

B = bobot piringan penguap kosong (mg)

### 2.8 Pengertian Metode *Pre-requisites*

Metode *pre-requisites* adalah prosedur umum yang berkaitan dengan persyaratan dasar untuk mencegah kontaminasi dalam metode HACCP. Metode *pre-requisites* yang digunakan pada metode HACCP selain analisa laboratorium adalah *fishbone analysis* dan FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Berikut adalah metode *pre-requisites* yang dapat mendukung analisa resiko dan penyusunan titik kritis pada sistem HACCP.

#### 2.8.1 Metode *Fish Bone Analysis*

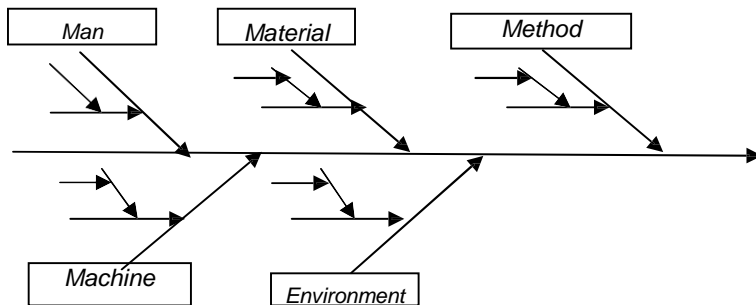
*Fishbone analysis* atau biasa yang disebut dengan *fishbone diagram* adalah sebuah metode yang dapat memudahkan dalam menemukan akar penyebab masalah (Suryani, 2018). *Fishbone diagram* dijabarkan dengan bentuk menyerupai kerangka tulang ikan yang meliputi bagian kepala, sirip, dan duri. Bagian kepala merupakan permasalahan yang akan diidentifikasi, bagian sirip dan duri adalah penyebab dari permasalahannya (Aulia, 2016). *Fishbone diagram* menunjukkan hubungan antar penyebab yang mempengaruhi kualitas AMDK. Ada lima faktor yang perlu diperhatikan dalam mengenali faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas AMDK, yaitu :

- Manusia (*Man*)
- Metode kerja/cara kerja (*Method*)
- Mesin/akat (*Machine*)

- Lingkungan (*Environment*)

Berikut adalah prosedur penggunaan *fishbone diagram* :

1. Menyepakati masalah yang ada
2. Mengidentifikasi kategori penyebab utama kecelakaan
3. Menemukan sebab-sebab potensial
4. Mengkaji dan menyepakati sebab-sebab paling mungkin



Gambar 2.1 Contoh *Fishbone Diagram*

Sumber : Suryani (2018)

### 2.8.2 Metode FMEA

*Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan yang terjadi dalam sebuah sistem, desain, proses, atau pelayanan (*service*) (Puspitasari dkk., 2014)

FMEA dapat menjadi prosedur *pre-requisite* sebelum dilakukan penerapan HACCP. Identifikasi kegagalan potensial pada FMEA dilakukan dengan menilai atau memberi skor masing – masing aspek kegagalan berdasarkan atas tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*) (Sari dkk., 2011).

Langkah-langkah dalam prosedur penyusunan FMEA adalah sebagai berikut (Puspitasari dkk., 2014) :

1. *Review* proses
2. Melakukan *brainstorming* tentang masalah yang ada
3. Membuat daftar penyebab dan efek potensial
4. Menentukan tingkat *severity*
5. Menentukan tingkat *occurrence*
6. Menentukan tingkat *detection*
7. Menghitung RPN (*Risk Priority Number*)
8. Membuat prioritas bahaya potensial untuk ditindaklanjuti
9. Mengambil tindakan untuk mengurangi atau menghilangkan bahaya potensial
10. Menghitung hasil RPN yang sudah dianalisa lebih lanjut

*Severity* adalah nilai pada tingkat keseriusan terhadap efek yang ditimbulkan. Semakin kritis efek yang ditimbulkan, maka semakin tinggi nilai *severity* yang dihasilkan (Puspitasari dkk., 2014). Tabel 2.2 adalah kriteria evaluasi dan sistem perangkat *severity*.

Tabel 2.2 Kriteria Evaluasi dan Sistem Perangkat *Severity*

<b><i>Effect</i></b>	<b><i>Severity of effect for FMEA</i></b>	<b><i>Rating</i></b>
Tidak ada	Tidak memberikan pengaruh dan kerugian biaya yang sangat kecil sekali.	1
Sangat kecil	Menyebabkan gangguan pada beberapa hasil produksi dan kerugian biaya yang rendah.	2
Kecil	Menyebabkan gangguan banyak pada hasil produksi dan kerugian waktu serta biaya yang agak rendah.	3
Sangat sedikit	Menyebabkan gangguan banyak sekali pada hasil produksi dan kerugian biaya yang rendah.	4
Sedikit	Menyebabkan pengurangan performa dari fungsi sampingan atau membuat cukup tidak nyaman serta kerugian biaya yang cukup tinggi.	5

<b>Effect</b>	<b>Severity of efect for FMEA</b>	<b>Rating</b>
Sedang	Menyebabkan hilangnya performa dari fungsi sampingan atau membuat ketidaknyamanan yang menonjol serta konsumsi biaya dan waktu yang besar.	6
Besar	Menyebabkan pengurangan performa dari fungsi utama serta konsumsi biaya yang sangat besar menyebabkan kerugian yang besar.	7
Sangat besar	Menyebabkan pengurangan performa dari fungsi utama atau <i>breakdown</i> serta konsumsi biaya dan waktu yang mendekati tidak diterima.	8
Berbahaya dengan peringatan	Menyebabkan bahaya dan akan melanggar aturan pemerintah dan nasional serta kerugian yang sangat besar.	9
Berbahaya tanpa adanya peringatan	Kegagalan menyebabkan bahaya tanpa peringatan serta kerugian biaya yang tidak dapat diterima.	10

Sumber : Carlson (2004)

*Occurance* adalah kemungkinan kegagalan yang akan terjadi selama masa pengolahan AMDK. *Occurance* juga dapat diartikan dengan nilai rating yang disesuaikan dengan frekuensi atau angka kumulatif dari kegagalan yang mungkin terjadi (Puspitasari dkk., 2014). Tabel 2.3 adalah kriteria evaluasi dan sistem perangkat *occurance*.



Tabel 2.3 Kriteria Evaluasi dan Sistem Perangkat *Occurance*

<b>Kemungkinan Kegagalan</b>	<b>Kriteria: Sumber Penyebab (Umur Rencana/Keunggulan Barang/Kendaraan)</b>	<b>Kriteria: Sumber Kegagalan (Insiden Tiap Item)</b>	<b>Ranking</b>
Sangat tinggi	Teknologi atau desain baru yang belum ada.	≥ 100/seribu ≥1 dari 10	10
Tinggi	Kegagalan bisa dihindari dengan desain dan aplikasi baru, atau biaya dalam siklus/kondisi pengoperasian.	50/seribu 1 dari 20	9
	Kegagalan mungkin dengan desain baru atau biaya dalam proses pengoperasian.	20/seribu 1 dari 50	8
	Kegagalan belum pasti dengan desain baru atau biaya dalam proses pengoperasian.	10/seribu 1 dari 100	7
Sedang	Kegagalan sering dikaitkan dengan desain yang sama atau dalam simulasi desain dan pengujian.	2/seribu 1 dari 500	6
	Kegagalan sesekali dikaitkan dengan desain yang sama atau dalam simulasi desain dan pengujian.	0.5/seribu 1 dari 2000	5
	Kegagalan terisolasi dikaitkan dengan desain yang sama atau dalam simulasi desain dan pengujian.	0.1/seribu 1 dari 10000	4

<b>Kemungkinan Kegagalan</b>	<b>Kriteria: Sumber Penyebab (Umur Rencana/Keunggulan Barang/Kendaraan)</b>	<b>Kriteria: Sumber Kegagalan (Insiden Tiap Item)</b>	<b>Ranking</b>
Rendah	Hanya kegagalan yang terisolasi yang berhubungan dengan desain yang hampir sama atau dalam simulasi desain dan pengujian.	0.01/seribu 1 dari 100000	3
	Terdapat kegagalan terkait dengan desain yang hampir sama atau simulasi desain dan pengujian.	$\leq 0.001$ /seribu 1 dari 1000000	2
Sangat rendah	Kegagalan dihilangkan melalui pencegahan.	Kegagalan dihilangkan dengan pencegahan	1

Sumber : Carlson (2004)

*Detection* adalah nilai pengukuran terhadap kemampuan dalam mengendalikan kegagalan yang mungkin terjadi (Puspitasari dkk., 2014). Tabel 2.4 adalah kriteria evaluasi dan sistem perangkat *detection*.

Tabel 2.4 Kriteria Evaluasi dan Sistem Perangkat *Detection*

<b>Kemungkinan Mendeteksi</b>	<b><i>Detection</i></b>	<b><i>Ranking</i></b>
Hampir tidak Mungkin	Kegagalan tidak terdeteksi.	10
Sangat jarang	Alat kontrol sangat sulit mendeteksi kegagalan.	9
Jarang	Alat kontrol sulit mendeteksi bentuk kegagalan.	8

<b>Kemungkinan Mendeteksi</b>	<b>Detection</b>	<b>Rangking</b>
Sangat rendah	Kemampuan alat kontrol dalam mendeteksi bentuk atau penyebab kegagalan sangat rendah.	7
Rendah	Kemampuan alat kontrol dalam mendeteksi bentuk atau penyebab kegagalan rendah.	6
Sedang	Kemampuan alat kontrol dalam mendeteksi bentuk atau penyebab kegagalan sedang.	5
Agak tinggi	Alat kontrol dapat mendeteksi kegagalan dengan cukup mudah.	4
Tinggi	Alat kontrol dapat mendeteksi kegagalan dengan mudah.	3
Sangat tinggi	Alat ukur dapat mendeteksi kegagalan dengan mudah dan akurat.	2
Hampir pasti	Alat kontrol mendeteksi dengan sangat mudah dan akurat.	1

Sumber : Carlson (2004)

Menurut Puspitasari dkk.(2014), *Risk Priority Number (RPN)* adalah nilai dari hasil perkalian *severity*, *occurance*, dan *detection*. Jadi nilai RPN yang menentukan prioritas kegagalan yang dapat terjadi. Nilai RPN juga dapat digunakan untuk mengurutkan kegagalan yang potensial pada proses. Berikut adalah persamaan nilai RPN :

$$RPN = severity \times occurrence \times detection$$

## 2.9 Pengertian Metode HACCP

HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*) merupakan suatu piranti (sistem) yang digunakan untuk menilai bahaya dan menetapkan sistem pengendalian yang memfokuskan pada pencegahan (SNI 01-4852-1998).

Pengertian *Hazard Analysis* adalah analisa bahaya atau kemungkinan bahaya yang terjadi dan tidak dapat diterima. Bahaya ini dapat timbul pada keseluruhan mata rantai produksi pangan, bahaya tersebut meliputi :

- Pencemaran biologis, kimiawi maupun fisik pada bahan baku
- Timbulnya mikroorganisme yang tidak dikehendaki dari proses pengolahan kimiawi bahan baku pada produk antara, produk jadi, atau lingkungan produksi
- Kontaminasi atau *cross contamination* pada produk antara, produk jadi, atau lingkungan produksi

Sedangkan pengertian *Critical Control Point* adalah titik dimana pengendalian dapat diterapkan untuk mencegah, menghilangkan, atau mengurangi resiko bahaya hingga titik aman. Titik pengendalian kritis dapat berupa bahan baku, lokasi, proses pengolahan, maupun produk yang sudah jadi. Titik pengendalian kritis dibagi menjadi dua tipe. Titik pengendalian kritis tipe satu adalah titik dimana bahaya dapat dihilangkan dan titik pengendalian kritis tipe dua adalah titik dimana bahaya dapat dikurangi. Sistem HACCP dapat diaplikasikan dari proses produksi hingga distribusi. Pengawasan terhadap kontaminasi yang mungkin menjangkit produk pangan harus dipantau sejak awal, termasuk pada lingkungan produksi (Sudarmaji, 2005).

HACCP merupakan suatu sistem manajemen yang berfokus pada pengawasan dan pengendalian keamanan pangan yang bersifat ilmiah, rasional, dan sistematis yang bertujuan untuk mengidentifikasi hingga mengendalikan resiko dari pemenuhan bahan baku, proses produksi, hingga dihasilkan produk jadi. Sistem HACCP juga merupakan alat pengukur sekaligus pengendali pada jaminan keamanan pangan dari bahaya biologi, kimia, dan fisika. HACCP merupakan metode pencegahan sebelum terjadi kontaminasi (Daulay, 2014).

## **2.10 Karakteristik dan Batasan Metode HACCP**

Metode HACCP memiliki karakteristik tersendiri yang mencerminkan kinerja dari sistem HACCP yang unik dan juga memiliki batasan untuk memudahkan dalam memahami lingkup

yang dicakup dalam HACCP. Berikut adalah karakteristik dan batasan dari metode HACCP :

### **2.10.1 Karakteristik Metode HACCP**

HACCP memiliki beberapa karakteristik penting. Karakteristik ini yang mendasari pelaksanaan metode HACCP. Metode HACCP bersifat rasional karena selalu melihat data historis antara bahaya yang pernah timbul dengan masalah yang sedang terjadi pada proses pengolahan. Metode HACCP bersifat sistematis karena memiliki tahapan dan prosedur yang jelas, mengikuti baku mutu dan kriteria pengendalian, bersifat teliti dan detail. Metode HACCP bersifat kontinu karena langsung menindaklanjuti suatu masalah yang timbul dengan upaya pengendalian dan perbaikan. Selain itu, metode HACCP bersifat komprehensif karena berhubungan erat dengan bahan baku, proses pengolahan, dan tujuan penggunaan produk (Daulay, 2014).

### **2.10.2 Batasan Metode HACCP**

Batasan HACCP terletak dari pemilihan bahan baku, proses pengolahan, hingga dihasilkan produk jadi. Hal ini disebabkan kontaminasi yang dapat timbul pada berbagai waktu, tempat, dan proses. Maka diperlukan pengawasan secara menyeluruh pada proses-proses yang melibatkan produk (Sudarmaji, 2005).

### **2.11 Prinsip Dasar Metode HACCP**

Terdapat 5 prinsip dasar dalam penerapan sistem HACCP yaitu (SNI 01-4852-1998):

1. Prinsip 1  
Melaksanakan analisa bahaya
2. Prinsip 2  
Menentukan Titik Kendali Kritis (*Critical Control Point*)
3. Prinsip 3  
Menetapkan batas kritis (*Critical Limit*)
4. Prinsip 4  
Menetapkan sistem untuk memantau pengendalian TTK (CCP)

## 5. Prinsip 5

Menetapkan tindakan perbaikan untuk dilakukan jika hasil pemantauan menunjukkan bahwa suatu titik kendali kritis tertentu tidak dalam kendali.

### 2.11.1 Prinsip 1

Prinsip pertama adalah menganalisis bahaya dan penetapan resiko, beserta cara pencegahan. Analisis bahaya harus dilakukan pada semua aspek produk yang diproduksi, dari pemilihan bahan baku menghasilkan produk jadi. Analisis bahaya harus dilakukan secara sistematis dan terorganisasi (Daulay, 2014).

Ada beberapa hal-hal penting yang perlu dipertimbangkan pada tahap analisa bahaya (Sudarmaji, 2005) :

- a. Formulasi pada bahan baku maupun bahan tambahan lain pada proses penghasilan produk
- b. Tahapan proses pengolahan bahan baku
- c. Kemasan maupun material kemasan yang digunakan sebagai wadah produk
- d. Penyimpanan atau penanganan produk yang berhubungan dengan waktu, kondisi suhu, lokasi, serta perlakuan terhadap produk
- e. Perlakuan konsumen
- f. Target grup konsumen

### 2.11.2 Prinsip 2

Prinsip kedua adalah identifikasi dan penentuan titik kendali kritis (*Critical Control Point*). Titik kendali kritis ditentukan setelah diagram alir proses pengolahan produk sudah teridentifikasi (Daulay, 2014). Pada setiap tahapan proses dapat ditentukan CCP yang berpotensi menimbulkan bahaya biologis, kimiawi, maupun fisik (Sudarmaji, 2005).

### 2.11.3 Prinsip 3

Prinsip ketiga adalah penetapan batas kritis (*Critical Limit*) terhadap setiap CCP yang sudah diidentifikasi. Batas kritis adalah batas toleransi yang dapat diterima dalam pengendalian bahaya dan tidak boleh dilanggar atau dilampaui untuk

menghindari hilangnya kendali dalam upaya perbaikan. Penetapan batas kritis dapat menggunakan peraturan-peraturan yang berisi parameter atau baku mutu yang sudah ditetapkan sebagai panduan (Daulay, 2014).

#### **2.11.4 Prinsip 4**

Prinsip keempat adalah penyusunan prosedur pemantauan untuk *monitor* CCP. Kegiatan *monitoring* mencakup pemeriksaan apakah prosedur penanganan CCP dapat dikendalikan dengan baik, pengujian efektifitas prosedur penanganan dalam mengendalikan suatu CCP, pengamatan dan pengukuran ulang batas kritis untuk memastikan batas kritis masih dalam taraf aman (Daulay, 2014). Kegiatan pemantauan harus bersifat kontinyu dan mencantumkan frekuensi pemantauan. Pemantauan yang penting dilaksanakan adalah pengamatan, evaluasi, sensorik, pengujian fisik, kimia, maupun biologis (Sudarmaji, 2005).

Pemantauan secara ideal memberikan informasi yang tepat waktu sebelum terjadinya penyimpangan agar dapat dilakukan tindakan perbaikan dan tidak mempengaruhi seluruh sistem produksi AMDK. Setiap tahapan proses produksi atau unit harus memiliki penanggung jawab masing-masing yang bertugas memantau secara rutin dan sesuai prosedur (SNI 01-4852-1998).

#### **2.11.5 Prinsip 5**

Tindakan perbaikan yang spesifik harus dikembangkan untuk setiap titik kendali kritis dalam metode HACCP agar dapat menangani penyimpangan yang terjadi. Tindakan perbaikan didapatkan dari analisa bahaya yang teridentifikasi beserta titik kendali kritis yang sudah ditentukan. Tindakan-tindakan perbaikan harus dapat memastikan bahwa TKK dapat dikendalikan dan tidak mempengaruhi proses produksi (SNI 01-4852-1998).

Prinsip kelima adalah melaksanakan tindakan koreksi pada penyimpangan dari batas kritis yang telah ditetapkan. Jika batas kritis telah terlampaui dan sudah tidak dalam taraf yang dapat ditoleransi, maka segera diperlukan tindakan koreksi atau

perbaikan. Tindakan koreksi tergantung dari tingkat resiko pada tiap proses penghasiian produk. Tindakan koreksi harus direncanakan dan dilakukan dengan tepat untuk menjamin proses penghasiian produk tidak menimbulkan potensi bahaya baru (Daulay, 2014).

## **2.12 Keunggulan Metode HACCP**

HACCP merupakan metode yang mudah diterapkan karena tidak memerlukan *software* atau aplikasi tertentu dalam menjalankan metodenya. HACCP juga lebih berfokus pada pencegahan dan antisipasi daripada hanya memeriksa atau menginspeksi saja (Daulay, 2014).

*Codex Alimentarius Commission* dari *World Health Organization* (WHO) merekomendasikan dan mengakui HACCP sebagai standar pada jaminan keamanan pangan/minuman di seluruh dunia dalam *Guidelines for Application of Hazard Analysis Critical Control Point System*. Jadi HACCP sudah banyak diaplikasikan pada industri pangan internasional dan sifatnya *mandatory* (WHO, 2008). Penerapan HACCP juga terdapat pada ISO 22000 dan ISO 9001.

## **2.13 Penerapan Metode HACCP**

Penerapan prinsip-prinsip HACCP terdiri dari beberapa tahap, yaitu (SNI 01-4852-1998):

### **a. Pembentukan tim HACCP**

Tim HACCP harus didukung dari anggota tim yang berasal dari berbagai disiplin ilmu untuk menghindari adanya pengambilan kesimpulan yang bias dan tidak sesuai dengan teori ilmu yang ada.

### **b. Deskripsi produk**

Deskripsi produk mencakup penjelasan lengkap mengenai komposisi, struktur fisik, kimia biologis, formula, perlakuan, pengemasan, penyimpanan, daya tahan, maupun pendistribusian produk.



- c. Identifikasi rencana penggunaan**  
Rencana penggunaan harus didasarkan pada efisiensi kegunaan produk pada konsumen.
- d. Penyusunan diagram alir**  
Diagram alir harus memuat semua tahapan pada unit-unit pengolahan bahan baku menjadi produk, termasuk denah atau *layout* dari diagram alir proses produksi tersebut.
- e. Konfirmasi diagram alir di lapangan**  
Hal ini sangat penting karena verifikasi diagram alir di lapangan akan sangat memudahkan dalam analisa bahaya pada metode HACCP.
- f. Pencatatan semua bahaya potensial yang berkaitan dengan setiap tahapan beserta analisa bahaya, dan saran dalam mengendalikan bahaya**  
Tim HACCP harus membuat daftar analisa bahaya yang lengkap dan dapat dibantu dengan metode *pre-requisites* dalam memudahkan membuat daftar analisa bahaya. Daftar analisa bahaya dapat dibuat dari tahap penyediaan bahan baku, pengolahan bahan baku, pengemasan, hingga distribusi. Selain analisa bahaya, maka tim HACCP harus membuat tindakan pengendalian pada daftar analisa bahaya yang sudah dibuat.
- g. Penentuan Titik Kendali Kritis (TKK) beserta batas-batas kritis**  
Penentuan titik kendali kritis dan batas kritis sangat diperlukan untuk memudahkan penentuan tindakan pengendalian yang bisa dibantu dengan pembuatan pohon keputusan dan metode-metode lainnya.
- h. Penyusunan pemantauan untuk tiap TKK**  
Pemantauan dapat dilakukan dengan penyusunan jadwal pengamatan tertentu untuk setiap TKK. Hal ini dilakukan untuk menghindari hilangnya kendali pada TKK yang sudah melampaui batas kritis agar dapat segera diperbaiki atau dikoreksi.
- i. Penetapan tindakan perbaikan**  
Titik kendali kritis yang sudah melampaui batas kritis atau mengalami penyimpangan harus segera diperbaiki. Sedangkan tindakan perbaikan tersebut harus

diperhitungkan dan dipertimbangkan dengan matang agar keamanan produk terjamin.

## 2.14 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu terkait dengan metode *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP) sebagai berikut :

Sumber	Judul	Isi
Trisnawati, 2008	Perancangan dan Implementasi <i>Hazard Analysis Critical Control Point</i> (HACCP) <i>Plan</i> Produk Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) (Studi Kasus di PT. Agritech Global Cemerlang, Bogor)	Penelitian ini mengkaji sistem manajemen mutu AMDK PT. Agritech Global Cemerlang agar dapat bersaing dengan kompetitor dari industri sejenis. Sistem manajemen mutu yang digunakan adalah <i>Hazard Analysis Critical Control Point</i> (HACCP), yang perlu dilengkapi dengan GMP, SSOP, HACCP plan, dan komponen lainnya seperti Pengaduan Konsumen, <i>Recall</i> Produk, dll. Dari HACCP <i>plan</i> yang sudah direncanakan, ditetapkan 4 titik kritis atau <i>Critical Control Point</i> pada proses di tangki pencampuran (ozonisasi + sterilisasi ultra violet), proses penyaringan mikro 0.5 µm yang menuju ruang pengisian, penyaringan mikro 0.5 µm yang menuju mesin pencucian galon, dan proses sterilisasi ultra violet pada ruang pengisian. Implementasi HACCP <i>plan</i> juga didukung dari perbaikan sistem penunjang, seperti struktur organisasi, sistem pemasaran dll. HACCP <i>plan</i> dilakukan untuk mencapai standarisasi SNI 01-3553-1996.
Surahman dkk., 2014	Kajian HACCP ( <i>Hazard Analysis And Critical Control Point</i> ) Pengolahan	Penelitian ini mengkaji manajemen kualitas dan keamanan dari produk sari buah jambu. Untuk mencapai kualitas dan keamanan produk yang diinginkan, maka diterapkan

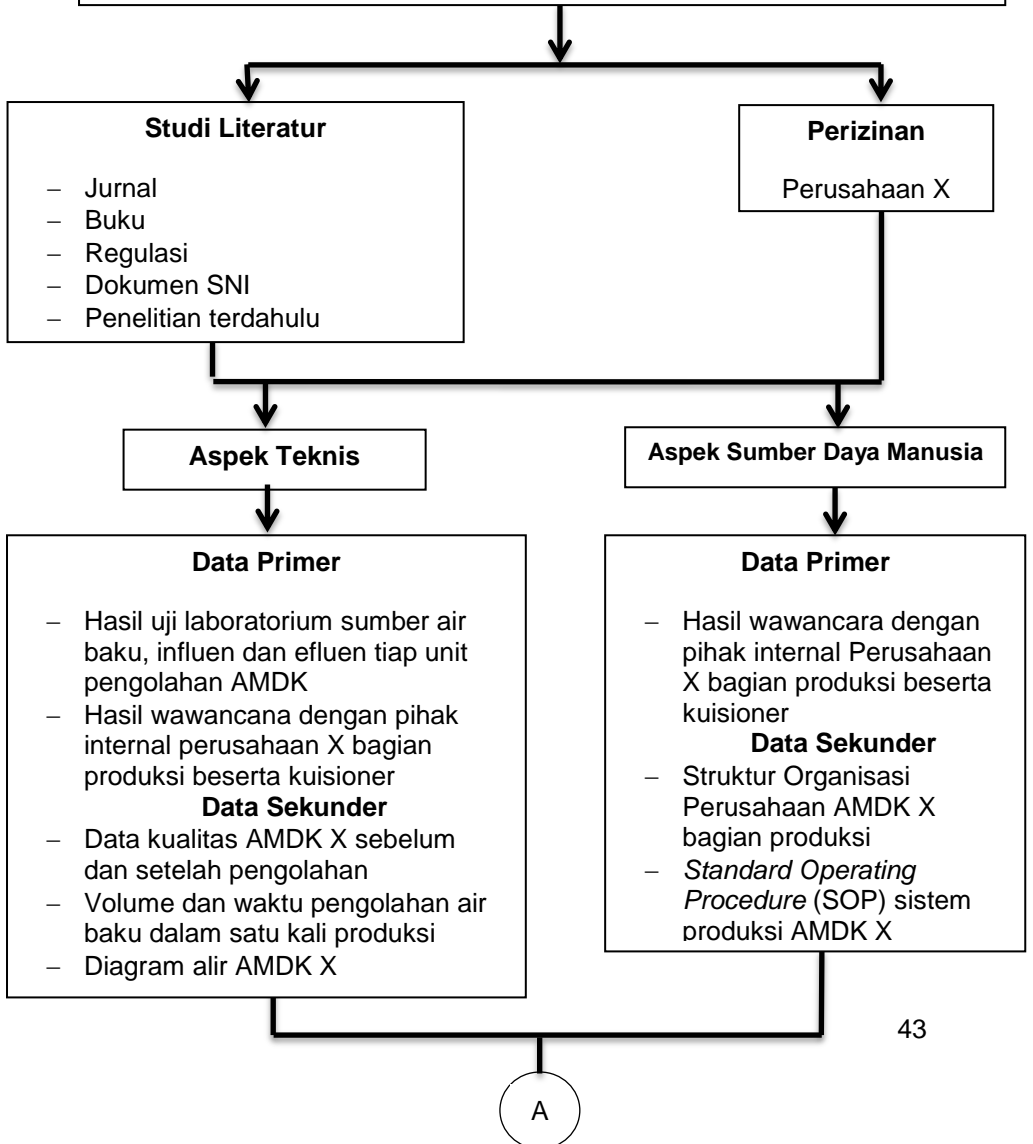
	<p>Jambu Biji di <i>Pilot Plant</i> Sari Buah UPT. B2PPTG – Lipi Subang</p>	<p>HACCP yang mengikuti 7 prinsip pada dokumen Standar Nasional Indonesia. Dari hasil kajian, menunjukkan bahwa terdapat empat titik kritis atau <i>critical control point</i> yaitu pada proses sortasi buah, pencucian, sterilisasi, dan pengisian kemasan. Keseluruhan CCP ini mendapat pengawasan optimal, yaitu penanganan bahan baku, kontrol kebersihan operator, penggunaan air yang sesuai persyaratan, dan memastikan suhu untuk proses sterilisasi. Setelah HACCP diterapkan, maka penting dilakukan proses verifikasi untuk mengetahui efektifitas dari rencana HACCP.</p>
<p>Damikouka dkk., 2007</p>	<p><i>Application of HACCP Principles in Drinking Water Treatment</i></p>	<p>Penelitian ini mengkaji keamanan pada kualitas air minum di <i>Aspropyrgos Water Treatment Plant</i>. Para industri AMDK dunia sudah menyadari bahwa analisa kualitas pada produk akhir AMDK memiliki banyak keterbatasan. Salah satunya adalah potensi ditemukannya bakteri patogen dan bahan kimia yang telambat pada air. Untuk memastikan kewanaman AMDK tidak cukup hanya dengan memonitor hasil produk akhir saja, melainkan juga pada semua parameter yang dapat menjadi kunci pada proses pengolahan air. <i>Preventive Measure</i> atau pencegahan dini merupakan upaya yang sangat penting dalam menjaga kualitas AMDK. Penerapan HACCP bersifat wajib dan harus mengikuti 7 prinsip yang ada. Titik kritis yang ditemukan setelah menerapkan HACCP adalah pada proses filtrasi dan</p>

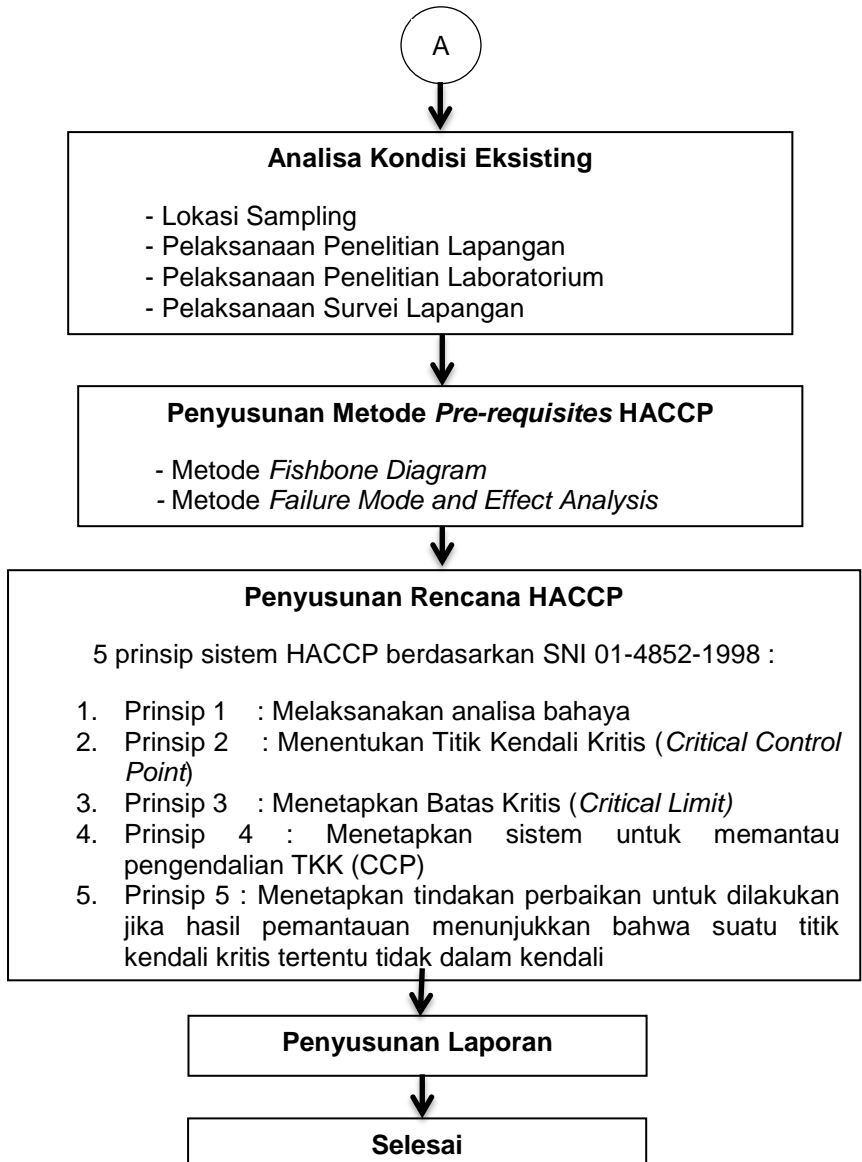
		desinfeksi.
Sudibyo, 2007	Pengendalian Keamanan dan Penerapan HACCP pada Industri Air Minum Dalam Kemasan	<p>Penelitian ini mengkaji kualitas dan keamanan produk pada industri AMDK dengan metode yang mudah diterapkan, dan bersifat universal. Pemerintah dan pihak pengawas yang berwenang sudah seharusnya menghimbau aplikasi metode HACCP untuk memastikan kualitas dan keamanan produk pada semua industri AMDK di Indonesia. Masalah yang sering terjadi pada cacat produk dan kontaminasi AMDK dapat diatasi dengan unit pengolahan yang layak dan pelatihan para pekerja yang dapat dianalisa menggunakan metode HACCP. Analisa awal dapat dilakukan pemantauan resiko dari bahan baku air, sanitasi pengolahan AMDK, proses ozonisasi, penyinaran UV, dan mutu produk akhir. Setelah itu dapat ditentukan titik kritis, batas titik kritis, prosedur pemantauan, tindakan koreksi, verifikasi, dan sistem pencatatan.</p>

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### Ide Tugas Akhir

Kajian Sistem Produksi Air Minum Dalam Kemasan Produk Perusahaan X dengan Menggunakan Metode *Hazard Analysis Critical Control Point*

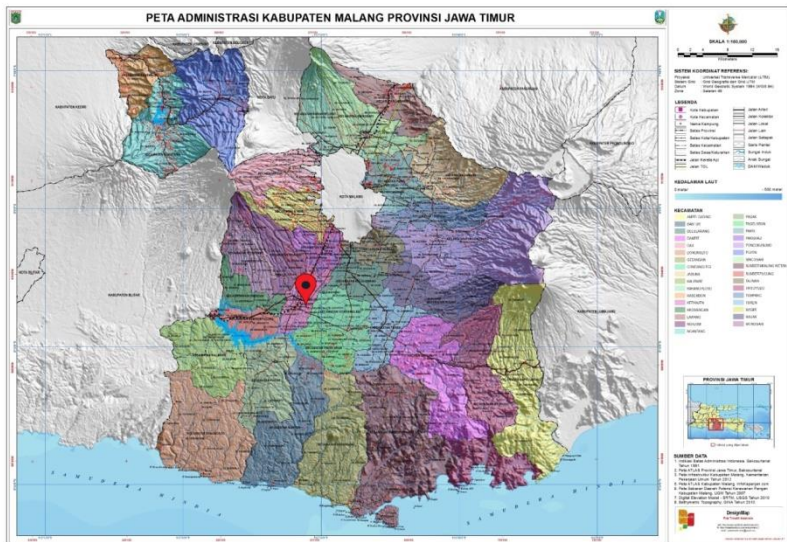




Gambar 3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir

### 3.1 Wilayah Penelitian

Wilayah penelitian sistem produksi AMDK menggunakan metode *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP) dilakukan di Perusahaan X, tepatnya di daerah Kecamatan Kepanjen, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur. Perusahaan X adalah Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang mengelola bendungan dan sungai yang meliputi wilayah Jawa Timur, serta memiliki beberapa unit bisnis. Salah satu unit bisnis dari Perusahaan X adalah Air Minum Dalam Kemasan (AMDK). Unit bisnis AMDK X didirikan pada tahun 2008 dan mengalami renovasi pada tahun 2018. Lokasi kantor produksi berjarak 250 meter dari sumber mata air. Lokasi Perusahaan X disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.2 Lokasi Perusahaan X

Sumber : Kementerian Pekerjaan Umum, 2012

Proses produksi AMDK X dilakukan oleh bagian produksi dibawah pengawasan *supervisor* produksi. Hasil proses produksi

meliputi Air Minum Dalam Kemasan yang berbentuk *cup* (gelas) bervolume 120 mL dan 240 mL, botol bervolume 330 mL, 500 mL dan 600 mL, dan galon bervolume 19 L. AMDK X diproduksi melalui proses filtrasi, injeksi ozon, *reverse osmosis*, dan *ultraviolet*. Diagram alir dari sistem produksi AMDK X dapat dilihat pada gambar 3.2.

Volume air baku yang dibutuhkan AMDK X dalam satu kali produksi adalah 12.000 liter. Waktu yang dibutuhkan dalam satu kali proses produksi adalah 7-8 jam (1 *shift*). Air baku dari sumber mata air akan dipompa dan ditampung dalam 5 buah tandon 2000 L, 1 buah tandon 2500 L, dan tandon beton 4500 L. Berikut adalah prosedur atau keterangan dari diagram alir sistem produksi AMDK X :

#### 1. Tahap pertama

Air melewati unit filtrasi yang tersusun dari *silica sand*, karbon aktif, *manganese sand*, dan karbon aktif. Tahap ini bertujuan untuk melakukan filtrasi awal air dari partikel yang berdiameter lebih besar dari 1 mm, menyaring kandungan kapur, lumut, dan lainnya yang dapat terlihat secara langsung oleh mata manusia, serta menghilangkan bau, warna, dan rasa. Dimensi dari unit filtrasi adalah setinggi  $\pm 150$  cm dan berdiameter  $\pm 42$  cm. Penggantian pasir silika, karbon aktif, dan pasir mangan dilakukan maksimal tiap 3 tahun sekali.

#### 2. Tahap kedua

Air dialirkan melewati *cartridge filter* untuk penyaringan air baku dari partikel koloid yang masih terkandung dalam air baku. Dimensi dari *cartridge filter* adalah setinggi  $\pm 76$  cm dengan diameter  $\pm 26,75$  cm dan dilakukan penggantian tiap 1 bulan sekali. Dari *cartridge filter* pertama maka dihasilkan produk setengah jadi dan ditampung pada tangki 6000 L pertama.

#### 3. Tahap ketiga

Produk setengah jadi dialirkan menuju *cartridge filter* yang kedua dan dialirkan menuju unit *Reverse Osmosis* (RO) dimana pada unit RO merupakan penyaringan kotoran terakhir berupa molekul dan ion-ion. Air dialirkan melewati beberapa membran *ultrafilter* yang berukuran 0,001 mikron dan 0,0001



mikron sehingga dihasilkan kadar TDS air adalah 70-90 mg/L dan pH netral (6,5-8,5).

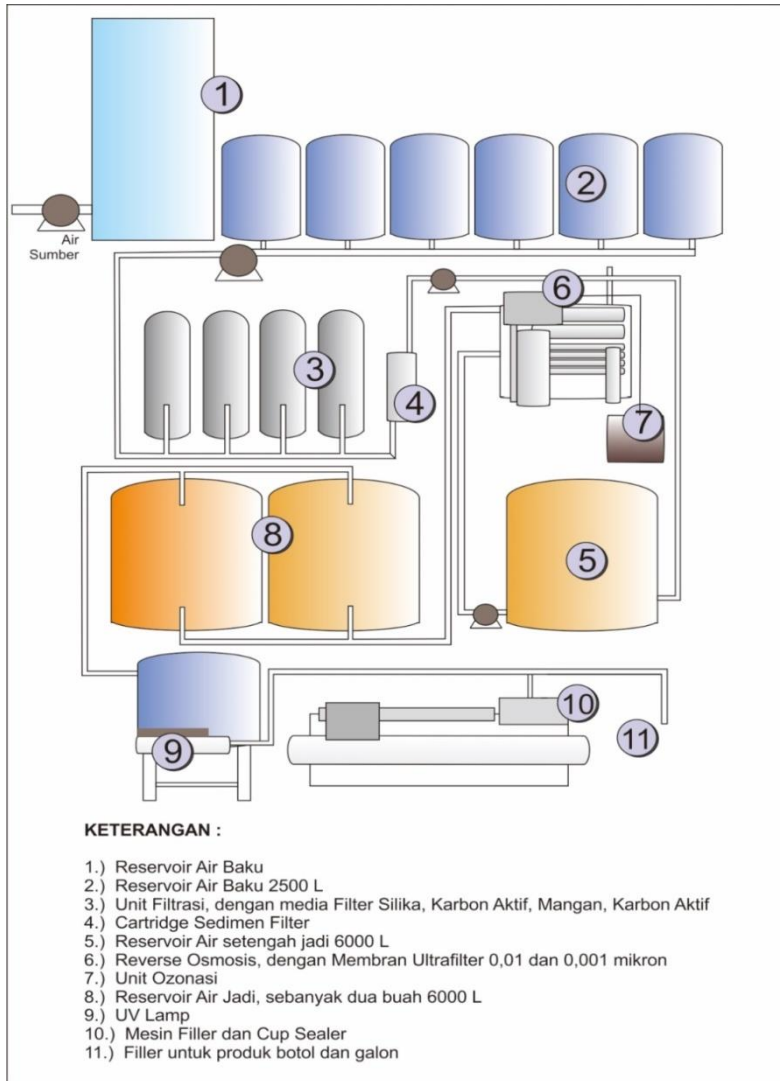
4. Tahap keempat

Air diinjeksi dengan ozon yang berguna untuk membunuh bakteri dan menyegarkan air. Keuntungan menggunakan ozon adalah pipa peralatan dan kemasan akan ikut disanitasi sehingga produk yang dihasilkan akan lebih terjamin selama tidak ada kebocoran di kemasan.

5. Tahap kelima

Air yang mengandung ozon dialirkan kedalam dua *final tank* 6000 L sebagai produk jadi dan persiapan terakhir untuk mengalirkan air ke tangki-tangki mesin produksi. Tetapi sebelum sampai pada tangki produksi, air akan dilewatkan pada lampu *ultraviolet* yang berguna untuk proses desinfeksi lanjutan yaitu menghilangkan bakteri patogen yang masih terlarut dalam air, lalu air dialirkan menuju unit *filling*/pengisian pada mesin *cup*, botol dan galon untuk kemudian dikemas.

AMDK X juga sudah melalui uji laboratorium kualitas air berstandar Komite Akreditasi Nasional (KAN) dan memenuhi persyaratan SNI 01-3553-2015. Sehingga produk AMDK Perusahaan X menjadi produk Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) yang sehat, alami, berkualitas, dan layak di konsumsi. AMDK X dikonsumsi oleh instansi pemerintahan dan masyarakat umum di sekitar pabrik Perusahaan X.



Gambar 3.3 Diagram Alir Sistem Produksi AMDK X

Sumber : Perusahaan X, 2019

### 3.2 Deskripsi Umum

Semakin banyak kebutuhan air minum dalam kemasan di kalangan masyarakat, persaingan antar perusahaan penyedia AMDK menjadi semakin ketat. Perusahaan X menyadari bahwa jaminan mutu pada AMDK merupakan modal utama untuk meningkatkan penjualan perusahaan. Peningkatan mutu produksi sangat diperlukan untuk memenuhi ekspektasi pasar. Maka dilakukan kajian pada produksi AMDK menggunakan metode *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP). Kajian metode di Perusahaan X dilakukan dari proses pengolahan air baku hingga dihasilkan air minum hasil pengolahan.

Namun sebelum dapat merencanakan metode HACCP, perlu adanya metode *pre-requisites* yang dapat memudahkan dalam analisa resiko pada prinsip metode HACCP. Analisa resiko dalam prinsip pertama pada metode HACCP ditunjang dengan metode *sampling* yang diuji di laboratorium beserta *fishbone diagram* dan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*). Sedangkan *sampling* dilakukan pada sumber air baku, serta influen dan efluen tiap unit pengolahan AMDK yaitu *Rapid Sand Filter*, *Cartridge filter I*, *Cartridge filter II*, *Reverse Osmosis Unit*, *Ozone Injection* dan UV. Setelah sampel didapatkan, maka tiap sampel akan diuji di laboratorium untuk diketahui parameter bakteri *Escherichia Coli*, *Total Dissolved Solid (TDS)*, kekeruhan, dan pH. Parameter-parameter yang wajib diuji juga diatur dalam Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No. 705 Tahun 2003 tentang persyaratan teknis industri Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) dan perdagangannya.

Setelah analisa resiko telah didapatkan, maka dapat disusun metode HACCP. Metode HACCP berfokus pada pemantauan titik-titik tertentu (*critical point*) di proses produksi AMDK dan dapat memberikan rekomendasi perbaikan dalam mempertahankan mutu perusahaan di masa sekarang maupun masa mendatang. Aspek Sumber Daya Manusia juga diperlukan untuk meningkatkan keterampilan SDM bagian produksi AMDK X agar mutu produk tetap terjamin. Kajian metode ini juga mempertimbangkan program pemerintah Indonesia yaitu penerapan HACCP pada perusahaan pangan/minuman

berdasarkan SNI 01-4852-1998 maupun sertifikasi ISO seri 9001 dan ISO seri 22000.

### **3.3 Kerangka Penelitian**

Kerangka penelitian merupakan kerangka acuan yang berisi rangkaian pokok kegiatan yang akan dilakukan dalam penelitian. Kerangka penelitian dapat mempermudah proses pengerjaan penelitian agar konsisten dengan tujuan dan rumusan yang telah direncanakan. Berikut merupakan fungsi dari kerangka penelitian :

1. Mengetahui tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam penelitian
2. Sebagai pedoman awal penelitian dan memudahkan pembaca dalam memahami mengenai penelitian yang akan dilakukan
3. Mengetahui hal-hal yang berkaitan dengan penelitian agar tujuan penelitian tercapai

Diagram alir diperlukan untuk mempermudah proses penelitian. Diagram alir pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.1.

### **3.4 Tahapan Penelitian**

Tahapan penelitian berisi tentang langkah-langkah yang dilakukan saat penelitian. Tahapan penelitian meliputi ide studi, perizinan, studi literatur, pengumpulan data, analisa kondisi eksisting, penyusunan rencana HACCP, penyusunan laporan, kesimpulan dan saran. Tujuan dari pembuatan tahapan penelitian adalah untuk memudahkan pemahaman dan penjelasan melalui deskripsi setiap tahap penelitian.

#### **3.4.1 Ide Tugas Akhir**

Ide tugas akhir ini adalah kajian sistem produksi air minum dalam kemasan produk Perusahaan X dengan menggunakan metode *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP). Ide ini dipicu dari mutu produk AMDK Perusahaan X yang belum memenuhi ekspektasi konsumen dan upaya pengawasan atau pengendalian kualitas produk yang belum menyeluruh dan terstandarisasi. Selain itu, program pemerintah

Indonesia juga menghimbau untuk pemantauan mutu produk pangan/minuman dan SDM pada perusahaan dengan menerapkan metode HACCP berdasarkan SNI 01-4852-1998. Dari penerapan metode HACCP, juga dihimbau untuk memperoleh sertifikasi ISO seri 9001 dan ISO seri 22000. Evaluasi diperlukan untuk dapat mengidentifikasi analisa resiko pada sistem produksi AMDK, selanjutnya dapat ditentukan titik-titik kendali kritis dan batas kritis, lalu menetapkan tindakan perbaikan atau pengendalian resiko jika hasil pemantauan menunjukkan suatu titik kendali kritis tertentu yang ternyata lepas kendali. Kajian studi juga diperlukan untuk memberikan informasi resiko yang dapat segera diatasi, edukasi untuk SDM AMDK bagian produksi mengenai upaya pemantauan dan pengendalian kualitas produk, sehingga dapat terjadi peningkatan mutu pada produksi dan SDM AMDK Perusahaan X.

#### **3.4.2 Perizinan**

Perizinan diperlukan untuk mendapatkan data kondisi aktual. Perizinan dilakukan dengan pembuatan proposal dan pengantaran surat pengantar dari Departemen Teknik Lingkungan FTSLK ITS kepada oknum terkait. Pihak yang terkait adalah Perusahaan X yang berada di Kota Malang, Provinsi Jawa Timur 65145.

#### **3.4.3 Studi Literatur**

Studi literatur bertujuan untuk mendapatkan dasar teori sebagai penunjang atau rujukan Tugas Akhir. Dasar teori didapatkan dari jurnal, buku, artikel, dokumen SNI, peraturan perundang-undangan, SOP perusahaan, serta sumber lainnya. Selain itu studi literatur juga mengacu kepada penelitian sebelumnya sehingga didapatkan gambaran pada perencanaan ini. Tahapan ini berlangsung dari awal pembuatan tugas akhir hingga akhir pembuatan tugas akhir.

#### **3.4.4 Pengumpulan Data**

Pengumpulan data diperlukan sebelum memulai kajian metode. Data tersebut digunakan sebagai dasar kajian dan dapat memudahkan dalam proses kajian. Data digunakan untuk mendukung dua aspek kajian yaitu aspek teknis dan aspek

Sumber Daya Manusia (SDM). Data yang mendukung kedua aspek tersebut masing-masing dikelompokkan menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang didapatkan oleh pengkaji pada wilayah kajian studi secara langsung. Data sekunder merupakan data yang didapatkan dari sumber lain. Data-data yang dibutuhkan dalam perencanaan ini adalah sebagai berikut:

– Data Primer

- Aspek Teknis

1. Hasil uji laboratorium pada titik *sampling* influen dan efluen tiap unit pengolahan AMDK. Sampling dilakukan pada sumber air baku, serta setiap influen dan efluen unit pengolahan AMDK, yaitu *Rapid Sand Filter*, *Cartridge filter*, *Reverse Osmosis Unit*, *Ozone Injection* dan UV. Prosedur tata cara *sampling* yang tepat terdapat pada SNI 6989.57:2008 dengan prosedur uji laboratorium yang berpedoman pada SNI 3554:2015, *Standard Method* (APHA 9221-G.2-1998), dan SNI 06-6989.25-2005.

Analisa laboratorium dalam penelitian meliputi :

- Analisa bakteri *Escherichia Coli* pada lampiran 2
- Analisa pH pada lampiran 1
- Analisa kekeruhan pada lampiran 3
- Analisa *Total Dissolved Solid* (TDS) pada lampiran 1

Prosedur analisa laboratorium yang terdapat pada lampiran 1 mengacu pada SNI 3554:2015, lampiran 2 mengacu pada *Standard Method* (APHA 9221-G.2-1998), dan lampiran 3 mengacu pada SNI 06-6989.25-2005

Hasil uji laboratorium dari sumber air baku, serta tiap influen dan efluen unit produksi AMDK akan dibandingkan dengan baku mutu yang sesuai dengan SNI 3553:2015 tentang persyaratan kualitas air mineral. Parameter-parameter yang wajib diuji juga diatur dalam Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No. 705 Tahun 2003 tentang persyaratan teknis industri Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) dan perdagangannya.

2. Wawancara dengan pihak internal Perusahaan X mengenai proses produksi AMDK, seperti karyawan yang bekerja dalam bidang produksi, pengemasan, dan distribusi beserta penyebaran kuisisioner yang mendukung hasil wawancara.
- Aspek Sumber Daya Manusia
  - 1. Wawancara dengan pihak internal Perusahaan X bagian produksi mengenai pembagian kerja maupun kinerja masing-masing bidang selama proses produksi berlangsung, seperti bidang produksi, pengemasan, dan distribusi beserta penyebaran kuisisioner yang mendukung hasil wawancara.
- Data Sekunder
- Aspek Teknis
  - 1. Data kualitas AMDK sebelum pengolahan dan setelah pengolahan  
Kualitas AMDK sebelum pengolahan dan setelah pengolahan dibutuhkan untuk mengidentifikasi analisa resiko pada kualitas AMDK. Hasil laboratorium dari Perusahaan X ini dapat menjadi acuan pada hasil uji laboratorium primer yang akan dilakukan pada sumber air baku, serta influen dan efluen tiap unit produksi AMDK. Perbandingan data ini dilakukan agar tidak terjadi perbedaan yang terlalu menyimpang. Hal ini berhubungan dengan kualitas produk AMDK Perusahaan X. Data ini didapatkan dari laboratorium *Quality Control* Perusahaan X.
  - 2. Diagram alir pengolahan AMDK dari pengolahan air baku hingga dihasilkan air minum sebagai produk jadi  
Diagram alir tahap pengolahan AMDK diperlukan untuk analisa resiko yang mungkin muncul pada proses pengolahan. Data diagram alir juga dapat didukung dengan denah atau *layout* sistem produksi AMDK X untuk memudahkan dalam memahami diagram alir. Dari analisa resiko tersebut maka dapat ditentukan titik kendali kritis dan batas titik kendali kritis. Selanjutnya dapat ditetapkan tindakan pencegahan atau pengendalian bahaya pada

sistem produksi AMDK Perusahaan X. Data ini didapatkan dari inventaris internal Perusahaan X bagian produksi.

3. Volume dan waktu pengolahan produksi AMDK X  
Volume dan waktu pengolahan produksi AMDK X diperlukan sebagai pedoman untuk mengetahui efektifitas sistem produksi AMDK X, sehingga memudahkan rencana HACCP dalam menganalisa resiko pada sistem produksi. Data ini didapatkan dari inventaris internal Perusahaan X bagian produksi.

- Aspek Sumber Daya Manusia

1. Struktur Organisasi

Struktur Organisasi dapat memberi kemudahan dalam mengelompokkan wewenang dan kinerja masing-masing bagian, sehingga dapat dianalisa resiko yang terdapat pada SDM AMDK Perusahaan X bagian produksi, maupun menentukan titik kritis dan batas kritisnya. Selain itu, struktur organisasi juga berguna untuk memudahkan dalam penyebaran informasi dan edukasi mengenai rencana HACCP. Data ini didapatkan dari inventaris internal Perusahaan X bagian produksi.

2. *Standard Operating Procedure* (SOP) sistem produksi AMDK X

*Standard Operating Procedure* (SOP) memiliki peran yang sangat penting, yaitu menjadi panduan kerja untuk seluruh pegawai AMDK Perusahaan X bagian produksi agar kinerja menjadi lebih efektif dan dapat berjalan dengan baik. SOP memberi kemudahan dalam menyusun rencana HACCP, sehingga rencana HACCP dapat diterapkan dengan baik. Data ini didapatkan dari inventaris internal Perusahaan X bagian produksi.

### **3.4.5 Analisa Kondisi Eksisting**

Setelah didapatkan data primer dan sekunder yang menunjang aspek teknis dan SDM dari kajian metode ini, maka dapat dilakukan analisa data dari kondisi eksisting. Analisa kondisi eksisting yang dilakukan pada kajian metode ini adalah sebagai berikut :



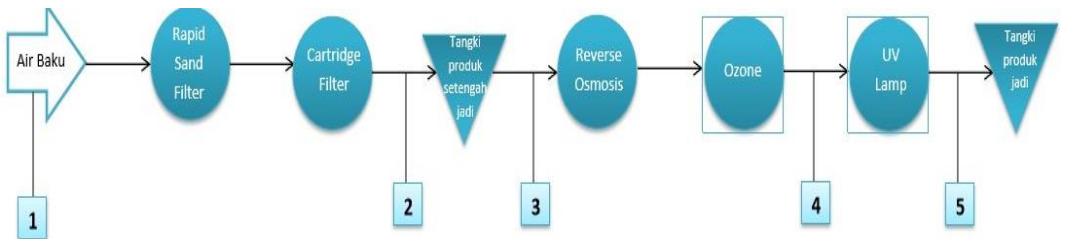
### 3.4.5.1 Titik dan Prosedur Sampling

Pada penelitian ini dilakukan identifikasi terhadap karakteristik AMDK dengan parameter bakteri *Escherichia Coli*, *Total Dissolved Solid (TDS)*, kekeruhan, dan pH. Jumlah sampel yang diteliti adalah 5 sampel. Penentuan titik sampling dilakukan pada sumber air baku, serta titik inlet dan outlet tiap unit pengolahan AMDK, yaitu efluen unit-unit filtrasi (*Rapid Sand Filter*, *Cartridge filter I*, *Cartridge filter II*), influen *Reverse Osmosis* dan efluen *Ozone Injection*, dan efluen UV.

- a. Sampel sumber air baku  
Sampel sumber air baku diperoleh secara langsung dari sumber mata air yang digunakan sebagai air baku pada proses produksi AMDK. Pengambilan sampel sumber air baku dilakukan sebanyak 5 kali. Sampel yang diambil pada lokasi sampling ini terdiri dari tiga jenis sampel untuk analisis secara fisik, secara kimia, dan secara biologis. Analisis yang dilakukan adalah terkait bakteri *Escherichia Coli*, *Total Dissolved Solid (TDS)*, kekeruhan, dan pH.
- b. Sampel inlet  
Sampel inlet diperoleh secara langsung dari pipa atau saluran yang memasuki salah satu unit pengolahan. Sampel yang diambil pada lokasi sampling ini terdiri dari tiga jenis yaitu sampel untuk analisis secara fisik, secara kimia, dan secara biologis. Pengambilan sampel inlet dilakukan sebanyak 5 kali pada 2 saluran influen unit pengolahan AMDK X, yaitu influen unit rangkaian filtrasi (sumber air baku) dan influen dari unit *Reverse Osmosis*. Analisis yang dilakukan adalah terkait bakteri *Escherichia Coli*, *Total Dissolved Solid (TDS)*, kekeruhan, dan pH.
- c. Sampel outlet  
Sampel outlet diambil dari pipa atau saluran outlet yang keluar dari salah satu unit pengolahan AMDK. Sampel yang diambil pada lokasi sampling ini terdiri dari tiga jenis yaitu sampel untuk analisis secara fisik, secara kimia, dan secara biologis.. Pengambilan sampel outlet

sebanyak 5 kali pada 3 saluran efluen unit pengolahan AMDK, yaitu efluen unit rangkaian filtrasi, efluen unit *Ozone Injection*, dan efluen dari lampu UV. Analisis yang dilakukan adalah terkait bakteri *Escherichia Coli*, *Total Dissolved Solid (TDS)*, kekeruhan, dan pH.

Tujuan dari penelitian sampel pada 5 titik *sampling* tersebut adalah untuk mengetahui kualitas air sepanjang proses pengolahan, juga melihat efektifitas pengolahan maupun kendala selama proses produksi AMDK berlangsung. Hal ini diperlukan untuk mengetahui apakah terdapat faktor-faktor penyebab kegagalan atau resiko yang berasal dari unit-unit produksi AMDK. Berikut adalah gambar titik-titik *sampling* pada unit pengolahan air perusahaan AMDK X untuk memperoleh data analisa laboratorium primer.



Gambar 3.4 Diagram Alir dan Titik-Titik *Sampling* Perolehan Data Primer pada Unit Pengolahan Air Perusahaan AMDK X

Keterangan titik *sampling*:

- 1 = Sumber air baku
- 2 = Efluen Rangkaian Filtrasi
- 3 = Inlfuen Reverse Osmosis
- 4 = Efluen Ozon
- 5 = Efluen Lampu UV

Dari Gambar 3.4 terdapat beberapa simbol pada diagram alir pengolahan air perusahaan AMDK X. Simbol panah berwarna biru melambangkan sumber air baku dari pengolahan air AMDK X, simbol lingkaran berwarna biru melambangkan unit-unit WTP yang mengindikasikan adanya pengolahan pada air

baku yang menyebabkan perubahan pada kandungan air hasil olahan atau *operation unit*, simbol persegi dengan lingkaran berwarna biru di dalamnya melambangkan unit pengolahan air baku yang butuh inspeksi lebih lanjut, simbol segitiga terbalik berwarna biru melambangkan tempat penampungan air atau *storage*, dan simbol panah kecil berwarna hitam melambangkan jalannya air dari satu unit ke unit lain (WHO, 2006). Menurut PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003, proses produksi AMDK diawali dengan penampungan air baku yang dialirkan melalui pipa dan ditampung dalam tangki, dilanjutkan dengan proses penyaringan bertahap dari filtrasi untuk menyaring partikel kasar yang larut dalam air hingga penyaringan mikrofilter atau ultrafilter untuk menyaring partikel halus yang larut dalam air. Setelah proses penyaringan maka dilanjutkan dengan proses desinfeksi yang dapat dilakukan dengan proses ozonasi dan dilanjutkan dengan lampu UV.

Setelah menentukan titik sampel yang harus diteliti maka langkah selanjutnya adalah melakukan *sampling* yang sesuai dengan prosedur SNI 6989.57:2008 dari pemilihan wadah, pencucian wadah sampel, hingga teknik *sampling* yang sesuai prosedur. Selain itu juga terdapat petunjuk lain dalam pengambilan air sampel yang diatur dalam SNI 3554:2015. Berikut adalah persyaratan pengambilan sampel AMDK.

Langkah-langkah persiapan wadah sampel, adalah sebagai berikut (SNI 6989.57:2008):

- a) Untuk menghindari kontaminasi sampel di lapangan, seluruh wadah sampel harus benar-benar dibersihkan di laboratorium sebelum dilakukan pengambilan sampel
- b) Wadah yang disiapkan jumlahnya harus selalu dilebihkan dari yang dibutuhkan, untuk jaminan mutu, pengendalian mutu dan cadangan.
- c) Jenis wadah sampel dan tingkat pembersihan yang diperlukan tergantung dari jenis sampel yang akan diambil

Wadah yang digunakan untuk menyimpan sampel harus memenuhi persyaratan sebagai berikut (SNI 6989.57:2008):

- a) Terbuat dari bahan gelas atau plastik Poli Etilen (PE) atau Poli Propilen (PP) atau teflon (Poli Tetra Fluoro Etilen, PTFE)
- b) Dapat ditutup dengan kuat dan rapat
- c) Bersih dan bebas kontaminan
- d) Tidak mudah pecah
- e) Tidak berinteraksi dengan sampel

Setelah menentukan jumlah dan jenis wadah yang digunakan, maka harus dilakukan pencucian wadah sampel. Langkah-langkah pencucian wadah sampel adalah sebagai berikut (SNI 6989.57:2008):

- a) Wadah sampel harus dicuci dengan deterjen dan disikat untuk menghilangkan partikel yang menempel di permukaan
- b) Bilas wadah sampel dengan air bersih hingga seluruh deterjen hilang
- c) Bila wadah sampel terbuat dari bahan non logam, maka cuci dengan asam  $\text{HNO}_3$  1:1, kemudian dibilas dengan air bebas analit
- d) Biarkan wadah sampel mengering di udara terbuka
- e) Wadah sampel yang telah dibersihkan diberi label dan siap untuk digunakan dalam pengambilan sampel

Setelah wadah sampel sudah disiapkan dan dibersihkan, maka wadah siap digunakan untuk pengambilan sampel. Berikut adalah cara pengambilan sampel untuk pengujian kualitas air (SNI 6989.57:2008):

- a) Siapkan alat pengambil sampel yang sesuai dengan keadaan sumber airnya
- b) Bilas alat pengambil sampel dengan air yang akan diambil, sebanyak 3 (tiga) kali ambil

- c) Sampel sesuai dengan peruntukan analisis dan campurkan dalam penampung sementara, kemudian homogenkan
- d) Masukkan ke dalam wadah yang sesuai peruntukan analisis
- e) Lakukan segera pengujian untuk parameter suhu, kekeruhan dan daya hantar listrik, pH dan oksigen terlarut yang dapat berubah dengan cepat dan tidak dapat diawetkan
- f) Hasil pengujian parameter lapangan dicatat dalam buku catatan khusus

Menurut SNI 3554:2015, pengujian sebaiknya dilakukan pada hari yang sama dengan pengambilan sampel. Disarankan untuk melakukan pengujian dalam waktu 8 jam setelah pengambilan sampel. Selama transportasi, sampel wajib disimpan dalam kotak es atau *ice box* untuk menghindari perubahan konsentrasi zat organik atau zat inorganik pada air sampel. Untuk sampel yang ditransportasikan lebih dari 8 jam, perlu dimonitor dan dicatat suhunya.

Pengambilan sampel pada penelitian kali ini dilakukan dengan menggunakan botol kaca 140 mL yang telah disterilisasi untuk analisis mikrobiologis dan botol plastik air mineral 600 mL untuk analisis fisik dan kimia. Proses sterilisasi dilakukan di autoclave selama 2 jam. Tujuan dari proses sterilisasi agar botol menjadi steril sehingga sampel tidak terkontaminasi oleh zat yang terdapat pada botol. Pada saat pengambilan sampel pada unit produksi AMDK X dilakukan pula tindakan aseptik berupa pembakaran mulut botol sebelum dan sesudah air dimasukkan. Tujuan tindakan aseptik ini adalah untuk menghindarkan air hasil olahan dari kontaminasi bakteri dari lingkungan sekitar.

Pengambilan sampel atau *sampling* dilakukan satu kali per hari pada 5 titik dari hari Senin hingga hari Jumat. Dari kegiatan pengambilan sampel akan menghasilkan sekumpulan data yang bersifat *time series*. Data *time series* atau data runtut waktu adalah data yang dikumpulkan secara

berurutan dari waktu ke waktu atau dalam periode tertentu untuk mengamati perubahan suatu kegiatan selama masa tersebut (Supranto, 2003). Data *time series* dapat dilihat sebagai suatu representasi dari realisasi suatu variabel yang biasanya mempunyai interval waktu yang sama dan diamati pada suatu periode tertentu. Data ini juga merupakan suatu deskripsi di masa lampau dan dapat digunakan untuk memprediksi kondisi di masa depan, sehingga dapat dipersiapkan tindakan yang perlu dilakukan dari sekarang untuk mencapai atau menghindari kondisi di masa depan tersebut (Ashari, 2012). Data *time series* dapat memudahkan dalam menentukan analisa resiko pada sistem produksi, karena data lebih urut dan dapat dilihat ada atau tidaknya perbedaan yang cukup signifikan dari masing-masing data.

Semua parameter yang diuji mengacu pada SNI 3553:2015 tentang persyaratan kualitas air mineral agar kualitas AMDK tidak melebihi baku mutu yang berlaku

#### **3.4.5.2 Pelaksanaan Penelitian Laboratorium**

Jika *sampling* telah dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji sampel di laboratorium untuk mengetahui kualitas produksi AMDK. Parameter yang dianalisa pada penelitian ini adalah bakteri *Escherichia Coli*, kekeruhan, pH, dan *Total Dissolved Solid* (TDS). Parameter minimal yang wajib diuji ini diatur dalam Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No. 705 Tahun 2003 tentang persyaratan teknis industri Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) dan perdagangannya. Pelaksanaan penelitian laboratorium dilakukan untuk menganalisis parameter fisik, kimia, maupun mikrobiologi dari sumber air baku, serta air influen dan efluen tiap unit pengolahan AMDK. Parameter yang diteliti wajib mengacu pada SNI 3553:2015 dan prosedur analisa parameter mengacu pada SNI 3554:2015, *Standard Method* (APHA 9221-G.2-1998), dan SNI 06-6989.25-2005. Analisis kualitas ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air hasil olahan dari tiap unit-unit produksi AMDK, sehingga dapat

dilakukan analisis terhadap resiko-resiko penyebab kegagalan pada proses produksi.

Berikut adalah metode analisis yang digunakan untuk setiap parameter dan disajikan pada Tabel 3.1:

Tabel 3.1 Metode Analisis untuk Setiap Parameter yang Diuji pada Sistem Produksi AMDK X

No.	Parameter	Baku Mutu	Satuan	Metode Analisa
1.	Bakteri <i>Escherichia Coli</i>	0/250 mL	-	APHA 9221-G.2-1998
2.	pH	6,0 – 8,5	-	SNI 3554:2015
3.	Kekeruhan	1,5	NTU	SNI 06-6989.25-2005
4.	TDS	500	mg/L	SNI 3554:2015

1. Analisa bakteri *Escherichia Coli*

Analisa bakteri *Escherichia Coli* digunakan untuk menentukan adanya bakteri *Escherichia Coli* pada sumber air baku, influen dan efluen tiap unit pengolahan AMDK. Analisa bakteri *Escherichia Coli* menggunakan metode MPN yang terdiri dari uji presumtif menggunakan media *Lauryl Tryptose Broth* (LTB), uji konfirmasi menggunakan media *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLBB). Setelah diperoleh hasil dari metode MPN selanjutnya dilakukan perhitungan dan disesuaikan dengan Tabel MPN Index. Analisa dilakukan berdasarkan *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA 9221-G.2-1998) yang terdapat pada Lampiran 2.

2. Analisa pH

Pengukuran pH digunakan untuk mengetahui derajat keasaman atau pH merupakan nilai yang menunjukkan aktivitas ion hidrogen dalam air. Analisa parameter pH

menggunakan pH meter. Analisa dilakukan berdasarkan SNI 3554:2015 yang terdapat pada Lampiran 1.

3. Analisa kekeruhan

Analisa kekeruhan digunakan untuk mengetahui bahan yang tersuspensi didalam sumber air baku, air influen dan efluen tiap unit pengolahan AMDK. Kekeruhan tidak berpengaruh pada kesehatan, tetapi dengan alasan estetika, air yang dikonsumsi harus mengandung kekeruhan yang rendah. Analisa kekeruhan dilakukan menggunakan alat nefelometer. Analisa dilakukan berdasarkan SNI 06-6989.25-2005 yang terdapat pada Lampiran 3.

4. Analisa *Total Dissolved Solid* (TDS)

Pengukuran TDS digunakan untuk mengukur konsentrasi padatan pada sampel menggunakan metode gravimetri. Analisa dilakukan berdasarkan SNI 3554:2015 yang terdapat pada Lampiran 1.

### 3.4.5.3 Pelaksanaan Survei Lapangan

Survei lapangan meliputi pengambilan data tentang sistem produksi AMDK X, teknologi yang digunakan pada pengolahan AMDK X, kondisi lingkungan pada sistem produksi AMDK X serta pengambilan sampel pada sumber air baku, influen dan efluen tiap unit pengolahan AMDK. Pengumpulan data dilakukan dengan melaksanakan wawancara dan penyebaran kuisisioner terhadap pimpinan-pimpinan bagian produksi AMDK X sebagai *Expert Judgement*. *Expert judgment* yaitu orang yang memahami terkait proses pengolahan air minum isi ulang yang akan memberikan penilaian terhadap kuisisioner yang diberikan. *Expert Judgment* AMDK X yaitu Kepala Sub Divisi Pengelolaan Air Bersih, manajer unit bisnis AMDK, staff *Quality Assurance*, staff *Supervisor* produksi, staff *Quality Control*, dan koordinator produksi. Wawancara berdasarkan pertanyaan-pertanyaan yang disusun dalam bentuk kuisisioner. Kuisisioner meliputi proses pengolahan AMDK, metode pengawasan dan pengendalian kualitas AMDK, pengalaman kerja dalam mengendalikan resiko, dan kendala yang sering terjadi pada proses pengolahan AMDK. Evaluasi lingkungan



sekitar digunakan untuk mengetahui kondisi kebersihan lingkungan sekitar pabrik AMDK. Pengambilan sampel air pada sumber air baku, serta influen dan effluen tiap unit pengolahan AMDK, lalu pelaksanaan metode *pre-requisites* bertujuan untuk menganalisa resiko pada sistem produksi AMDK X. Analisa resiko yang sudah dilakukan dapat menunjang penyusunan metode HACCP.

### **3.4.6 Penyusunan Metode *Pre-requisites* HACCP**

Metode *pre-requisites* HACCP merupakan metode yang dapat menunjang penyusunan analisa resiko, yaitu yang terdapat pada prinsip pertama metode HACCP. Metode *pre-requisites* yang digunakan untuk menganalisa resiko kali ini adalah metode *fishbone diagram* dan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*).

#### **3.4.6.1 Metode *Fishbone Diagram***

Metode *fishbone diagram* dapat menjadi metode *pre-requisites* HACCP yaitu prosedur dasar yang dapat menentukan akar penyebab masalah yang terjadi pada sistem produksi AMDK X. *Fishbone analysis* digunakan untuk mempermudah dalam mengidentifikasi penyebab kegagalan dan dampak yang diberikan pada sistem produksi AMDK. Selain itu *fishbone analysis* juga dapat menyediakan entitas-entitas dari akar penyebab masalah yang dapat dianalisa lebih lanjut dengan FMEA, juga membantu dalam penentuan titik kritis saat penerapan prinsip metode *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP). Permasalahan yang dimasukkan kedalam *fishbone analysis* merupakan permasalahan yang telah dibuat pada saat identifikasi resiko atau analisa resiko.

Pembuatan *fishbone diagram* didasarkan pada:

- Hasil wawancara dan kuisioner yang telah diisi oleh *expert judgement* dan pekerja-pekerja yang telah memahami prinsip sistem produksi AMDK X
- Hasil survei dan pengamatan di lapangan
- Data kualitas air dari perusahaan AMDK X

- Hasil uji laboratorium pada titik-titik *sampling* yang sudah ditentukan (data primer)
- *Standard Operating Procedure* (SOP) yang berlaku pada perusahaan AMDK X

Dari informasi-informasi yang telah didapatkan, maka dapat disusun hubungan antar penyebab utama masalah pada sistem produksi AMDK X dengan bentuk *fishbone diagram*. Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam penyusunan *fishbone diagram*:

1. Membuat kerangka awal *fishbone diagram*
2. Menganalisa data-data yang didapatkan
3. Menentukan masalah yang akan diidentifikasi
4. Menentukan kelompok penyebab masalah
5. Menemukan penyebab pada masing-masing kategori masalah dengan teknik diskusi atau *brainstorming*
6. Setelah masalah dan penyebab dapat diketahui, *fishbone diagram* dapat digambarkan
7. Menggambar *fishbone diagram* menggunakan aplikasi Xmind

Hasil penyusunan *fishbone diagram* ini dapat mempermudah atau memberikan gambaran mengenai penyebab kegagalan yang terjadi pada sistem produksi sebelum masuk ke dalam tahap prosedur FMEA.

#### **3.4.6.2 Metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)**

Selain *fishbone diagram*, metode *pre-requisites* dapat dilanjutkan dengan metode FMEA. *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan yang terjadi dalam sebuah sistem, desain, proses, atau pelayanan (*service*) (Puspitasari dkk., 2014). Identifikasi kegagalan potensial pada FMEA dilakukan dengan menilai atau memberi skor masing – masing aspek kegagalan berdasarkan atas tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*), dan tingkat deteksi (*detection*) (Sari dkk., 2011).

Penyusunan FMEA didasarkan pada:

- *Fishbone Diagram* yang sudah disusun sebelumnya
- Hasil wawancara dan kuisisioner yang telah diisi oleh *expert judgement* dan pekerja-pekerja yang telah memahami prinsip sistem produksi AMDK X
- Hasil survei dan pengamatan di lapangan
- Hasil uji laboratorium pada titik-titik *sampling* yang sudah ditentukan (data primer)
- *Standard Operating Procedure* (SOP) yang berlaku pada perusahaan AMDK X

Dari informasi-informasi yang telah didapatkan, maka dapat disusun FMEA yang diawali dengan penentuan bobot, penentuan nilai *severity*, *occurance*, dan *detection* untuk tiap entitas dan penentuan prioritas kegagalan yang perlu ditangani dari perhitungan nilai RPN (*Risk Priority Number*). Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam penyusunan FMEA:

#### 1. Penentuan Bobot Kepentingan Resiko

Pemberian bobot diberikan berdasarkan besaran dampak yang dihasilkan. Semakin besar dampak yang dihasilkan maka semakin besar pula nilai yang diberikan (Wahyuningsih, 2018). Selain itu, pembobotan setiap entitas atau setiap *bone* digunakan untuk mempermudah dalam menentukan prioritas atau titik kritis pada metode HACCP jika terdapat hasil perhitungan nilai RPN (*Risk Priority Number*) yang sama antar entitas (Immamoto, 2008). Tabel 3.2 disajikan contoh penentuan bobot kepentingan resiko.

Tabel 3.2 Contoh Penentuan Bobot Kepentingan Resiko

<b>Faktor</b>	<b>Bobot</b>
Air baku	0,4
Unit Filtrasi	0,2
Unit desinfeksi	0,3
Sanitasi pabrik	0,1
	<b>1</b>

## 2. Penentuan Nilai *Severity*

*Severity* adalah nilai pada tingkat keseriusan terhadap efek yang ditimbulkan. Semakin kritis efek yang ditimbulkan, maka semakin tinggi nilai *severity* yang dihasilkan (Puspitasari dkk., 2014). Batasan nilai pada skala resiko dalam analisis ini adalah 1 – 5 untuk setiap kriteria. Pembuatan tabel *severity* disesuaikan dengan tabel *severity* pada tinjauan pustaka, dimana rating dibagi hanya menjadi 5 (Wahyuningsih, 2018). Hal ini dikarenakan adanya proses penyesuaian dengan kondisi penilaian dan pembobotan pada kuisioner tanpa merubah konsep penilaian *severity* itu sendiri. Peringkat penilaian *severity* disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Kategori dan Peringkat *Severity*

Range Nilai	<i>Severity of effect for FMEA</i>	Rating
≤20%	Kegagalan tidak memiliki pengaruh	1
21-40%	Bentuk kegagalan berpengaruh pada hasil produksi	2
41-60%	Menyebabkan hilangnya performa dari fungsi, dan berpengaruh terhadap hasil produksi	3
61-80%	Menyebabkan bahaya yang akan melampaui standar aturan pemerintah nasional dan pengurangan hasil kualitas produksi yang signifikan	4
≥81%	Kegagalan menyebabkan hasil produksi tidak dapat diterima oleh konsumen	5

Sumber : Carlson, 2004

Sebelum dilakukan penilaian peringkat *severity*, terlebih dahulu dibuat skala besaran resiko yang memudahkan penilaian. Selanjutnya dibuatkan deskripsi tiap tingkatan skala untuk menjamin konsistensi dalam analisa resiko. Penjabaran skala resiko dan skala kondisi lingkungan disajikan pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Deskripsi Tingkatan Skala Besar Resiko dan Skala Kondisi Lingkungan

<b>Skala Besar Risiko yang Ditimbulkan</b>				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Besar	Sangat Besar
Risiko yang ditimbulkan tidak berpengaruh kepada proses selanjutnya dan hasil produksi	Risiko yang ditimbulkan dapat berpengaruh kepada proses selanjutnya dan hasil produksi	Risiko yang ditimbulkan dapat menyebabkan fungsi unit selanjutnya terganggu dan berpengaruh kepada hasil produksi	Risiko yang ditimbulkan dapat menyebabkan hasil produksi yang akan melampaui standar baku mutu	Risiko yang ditimbulkan dapat menyebabkan air produksi melampaui standar baku mutu
<b>Skala Kondisi Lingkungan</b>				
5	4	3	2	1
Sangat Baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat Buruk
Kondisi ideal yang diinginkan untuk dicapai, tidak menimbulkan pengaruh pada proses selanjutnya	Kondisi membuat timbulnya risiko yang dapat berpengaruh kepada proses selanjutnya, masih dalam batasan standar baku mutu	Kondisi membuat timbulnya risiko yang menyebabkan fungsi unit selanjutnya terganggu namun masih dalam batasan standar baku mutu	Kondisi telah dibawah batasan baku mutu sehingga menyebabkan hasil produksi yang akan melampaui standar baku mutu	Kondisi telah jauh dibawah baku mutu sehingga menyebabkan hasil produksi melampaui standar baku mutu

Sumber : Carlson, 2004

Berikut adalah contoh perhitungan nilai *severity*:

Tabel 3.5 Contoh Nilai *Sevirity* pada Penggantian Ozone Generator

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Ozone Generator diganti setiap 5 tahun sekali	Ozone Generator diganti setiap 6 tahun sekali	Ozone Generator diganti setiap 7 tahun sekali	Ozone Generator diganti setiap 9 tahun sekali	Ozone Generator diganti setiap 10 tahun sekali

$$\begin{aligned}
 \text{Severity} &= \frac{\text{Nilai skala ideal} - \text{Nilai skala eksisting}}{\text{Nilai Skala Ideal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5-1}{5} \times 100\% = 80\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan rumus perhitungan nilai *severity* diatas, maka nilai *severity*nya adalah 80% dan termasuk dalam peringkat 4 sesuai dengan Tabel 3.3.

### 3. Penentuan Nilai *Occurance*

*Occurance* adalah kemungkinan kegagalan yang akan terjadi selama masa pengolahan AMDK. *Occurance* digambarkan sebagai berapa kali kejadian dalam satuan waktu. Penilaian *occurance* didapatkan dari hasil kuisisioner dimana penentuan peluang muncul kegagalan berdasarkan skala 1-5. Nilai 5 artinya tingkat frekuensi dampak sangat tinggi atau jumlah kejadian sering terjadi dan nilai 1 artinya tingkat frekuensi dampak sangat rendah atau jumlah kejadian

jarang terjadi (Wahyuningsih, 2018). Penentuan frekuensi atau seringnya kegagalan terjadi selalu mempertimbangkan banyaknya kegagalan yang terjadi pada sistem produksi AMDK X selama 1 tahun. Apabila telah didapatkan range nilai selanjutnya adalah menentukan rating terhadap occurrence dari masing-masing faktor. Tabel peringkat *occurrence* disajikan pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Penilaian *Occurance*

<b>Occurance</b>	<b>Probability of Failure</b>	<b>Range Nilai</b>	<b>Rating</b>
Tidak pernah	Kegagalan mustahil/terkecil yang diharapkan	$\leq 20\%$	1
Jarang	Kegagalan dapat diatasi dan tidak mempengaruhi proses lanjutan	21-40%	2
Cukup sering	Kegagalan mempengaruhi proses lanjutan tetapi tidak dalam jumlah besar atau berdampak signifikan	41-60%	3
Sering	Kegagalan mempengaruhi proses lanjutan dan memiliki dampak besar	61-80%	4
Sangat sering	Kegagalan tidak dapat dihindari	$\geq 81\%$	5

Sumber : Carlson, 2004

Berikut adalah contoh perhitungan *occurance*:

Tabel 3.7 Contoh Perhitungan Nilai *Occurance* pada penggantian *ozone generator*

No	Penyebab Potensial	Frekuensi Terjadi Kegagalan dalam setahun				
		1	2	3	4	5
		$\leq 1$	2	3	4	$\geq 5$
1	Penggantian <i>ozone generator</i>					
2	Kadar ozon					

#### 4. Penentuan Nilai *Detection*

*Detection* adalah nilai pengukuran terhadap kemampuan dalam mengendalikan kegagalan yang mungkin terjadi (Puspitasari dkk., 2014). Penentuan nilai *detection* didasarkan pada seberapa sering kegagalan terjadi atau nilai *occurance*. Semakin sering kegagalan terjadi, maka semakin kecil atau semakin tidak efektif alat kontrol pendeteksi kegagalan dan upaya pencegahannya. Penilaian *detection* memiliki rentang skala 1 hingga skala 5. Skala 5 menjelaskan bahwa kemampuan alat kontrol dalam mendeteksi bentuk atau penyebab kegagalan sangat rendah dan skala 1 menjelaskan bahwa alat kontrol dapat mendeteksi kegagalan dengan mudah dan akurat. Tabel penilaian *detection* disajikan pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Penilaian *Detection*

<b><i>Detection</i></b>	<b><i>Failure Detection Ability</i></b>	<b><i>Rating</i></b>
Sangat Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk atau penyebab kegagalan sangat rendah	5
Rendah	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk atau penyebab kegagalan rendah	4
Sedang	Kemampuan alat kontrol untuk mendeteksi bentuk atau penyebab kegagalan sedang	3
Tinggi	Alat kontrol dapat mendeteksi bentuk atau penyebab kegagalan dengan mudah	2
Sangat Tinggi	Alat kontrol dapat mendeteksi bentuk atau penyebab kegagalan dengan mudah dan akurat	1

Sumber : Carlson, 2004



Berikut adalah contoh perhitungan *detection*:

Tabel 3.9 Contoh Perhitungan Nilai *Detection* pada Penggantian *Ozone Generator*

No	Penyebab Potensial	Tingkat deteksi kegagalan				
		1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
1	Penggantian <i>ozone generator</i>					
2	Kadar ozon					

### 5. Perhitungan RPN (*Risk Priority Number*)

*Risk Priority Number* (RPN) adalah nilai dari hasil perkalian *severity*, *occurrence*, dan *detection* (Puspitasari dkk., 2014). Jadi nilai RPN yang menentukan prioritas kegagalan yang dapat terjadi dan titik kritis pada metode *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP). Berikut adalah persamaan nilai RPN :

$$RPN = severity \times occurrence \times detection$$

Contoh perhitungan nilai RPN dari penggantian *ozone generator* disajikan pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10 Contoh Perhitungan Nilai RPN pada Unit *Ozone Generator*

Sumber	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	S	O	D	RPN	Prioritas Penangan
Ozone Generator	Penggantian Ozone Generator	Proses desinfeksi tidak dapat menghilangkan bakteri patogen dalam air	4	3	3	36	1
	Kadar Ozon		3	2	2	12	2

Hasil penyusunan FMEA ini menghasilkan daftar analisa resiko pada setiap unit dan aspek lain pada sistem produksi, beserta daftar prioritas kegagalan yang harus segera ditangani sesuai pada prinsip pertama metode HACCP. Selain itu, penyusunan FMEA juga dapat mempermudah dalam penentuan titik kendali kritis (prinsip kedua metode HACCP).

### 3.4.7 Penyusunan Rencana HACCP

Setelah metode *pre-requisites* sudah dilakukan, maka dapat disusun rencana HACCP. Kajian sistem produksi air minum dalam kemasan Perusahaan X menggunakan metode *Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP)* dapat dilakukan dengan mengikuti pedoman SNI 01-4852-1998 mengenai sistem HACCP. Rencana HACCP disusun berdasarkan kondisi eksisting yang terjadi di sistem produksi AMDK Perusahaan X. Penyusunan rencana HACCP dapat dilakukan jika mengikuti 5 prinsip penting, berikut adalah penjelasan masing-masing dari 5 prinsip HACCP tersebut:

#### 1. Analisa Resiko

Dari data-data primer maupun sekunder pada aspek teknis dan Sumber Daya Manusia (SDM), maka dapat dianalisa resiko pada sistem produksi AMDK melalui metode *fishbone diagram* dan metode *Failure Model Effect Analysis (FMEA)* sebagai *pre-requisites* HACCP atau pendefinisian awal masalah. *Pre-requisites* HACCP dapat mempermudah dalam mengidentifikasi titik kendali kritis pada tiap aspek proses produksi. Hasil dari analisa resiko adalah catatan atau daftar resiko negatif pada tiap aspek proses produksi dan SDM yang dapat mempengaruhi kualitas AMDK. Contoh penyusunan tabel analisa resiko disajikan pada Tabel 3.11

Tabel 3.11 Contoh Penyusunan Tabel Analisa Resiko

Peringkat	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan
Filtrasi	-Proses backwash yang tidak rutin - Proses penggantian media yang tidak rutin	- Lolosnya komponen inorganik - Lolosnya padatan-padatan kasar dan halus dari air

Sumber : Damikouka dkk. (2007)

2. Identifikasi Titik Kendali Kritis (*Critical Control Point*)

Setelah resiko sudah dianalisa, maka dapat ditentukan titik kendali kritis pada sistem produksi yang berpotensi memiliki bahaya paling tinggi atau memiliki pengaruh yang cukup fatal pada mutu AMDK. Titik kendali kritis dapat berupa bahan baku, lokasi, proses pengolahan, maupun produk yang sudah jadi. Jadi hasil dari identifikasi titik kendali kritis adalah daftar objek pada proses produksi yang berpotensi menyebabkan kualitas AMDK menjadi lebih buruk. Contoh penyusunan tabel titik kendali kritis disajikan pada Tabel 3.12.

Tabel 3.12 Contoh Penyusunan Tabel Titik Kendali Kritis

Tahapan Proses	Jenis Resiko	RPN	Prioritas Penanganan	Titik Kendali Kritis
Filtrasi	- Kimia : Lolosnya komponen inorganik - Fisik : Lolosnya padatan-padatan kasar dan halus dari air	100	2	√

Sumber : Damikouka dkk. (2007)

3. Penentuan Batas-Batas Kritis (*Critical Limits*) pada tiap Titik Kendali Kritis

Dari titik-titik kendali kritis yang sudah diidentifikasi, maka perlu ditetapkan batas-batas kritis. Batas kritis adalah batas toleransi yang dapat diterima dalam pengendalian bahaya dan tidak boleh dilanggar atau dilampaui untuk menghindari hilangnya kendali dalam upaya perbaikan. Hasil penentuan batas-batas kritis adalah *range* atau skala bahaya pada tiap titik kritis yang menggunakan baku mutu sebagai batas maksimal yang tidak boleh dilampaui. Contoh penyusunan tabel batas kritis disajikan pada Tabel 3.13.

Tabel 3.13 Contoh Penyusunan Tabel Batas Kritis

Tahapan Proses	Jenis Resiko	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis
Filtrasi	- Kimia : Lolosnya komponen anorganik - Fisik : Lolosnya padatan-padatan kasar dan halus dari air	- Turbiditas - Kadar TDS	- Turbiditas < 0,2 NTU pada outlet filter - Kandungan TDS < 500 mg/L pada outlet filter

Sumber : Damikouka dkk. (2007)

#### 4. Penyusunan Sistem Pemantauan untuk setiap Titik Kendali Kritis

Sistem pemantauan adalah prosedur untuk memastikan bahwa titik kendali kritis masih dapat dikontrol dengan baik. Hal ini sangat penting dan berguna untuk memastikan bahwa titik kendali kritis dapat dikendalikan atau diperbaiki sebelum terjadi penyimpangan). Informasi yang dihasilkan dari sistem pemantauan untuk mengendalikan titik kendali kritis harus tepat waktu agar tidak menyebabkan pengaruh yang cukup fatal pada mutu AMDK X. Hasil dari penyusunan sistem pemantauan adalah prosedur-prosedur yang dapat memastikan bahwa titik kritis tidak melebihi batas kritis atau skala bahaya yang sudah ditetapkan, sehingga kualitas AMDK tidak memburuk. Contoh penyusunan sistem pemantauan untuk setiap titik kendali kritis disajikan pada Tabel 3.14.

Tabel 3.14 Contoh Penyusunan Sistem Pemantauan untuk Setiap Titik Kendali Kritis

Tahapan Proses	Batas Kritis	Pemantauan			
		Letak	Prosedur	Frekuensi	Penanggung Jawab
Filtrasi	- Turbiditas < 0,2 NTU pada outlet filter - Kandungan TDS < 500 mg/L pada outlet filter	Unit Filtrasi	Pengecekan berkala pada outlet unit filtrasi dengan pengujian laboratorium kadar TDS dan Turbiditas	Setiap hari	Staff <i>Quality Assurance</i>

Sumber : Damikouka dkk. (2007)

## 5. Penetapan Tindakan Perbaikan

Tindakan perbaikan adalah tindakan koreksi yang perlu dilakukan saat skala bahaya atau batas kritis sudah terlampaui atau tidak dapat dikontrol. Tindakan perbaikan yang spesifik harus dikembangkan untuk setiap titik kendali kritis agar dapat menangani penyimpangan yang terjadi. Tindakan-tindakan ini harus mencakup sasaran yang tepat dan memastikan bahwa titik kendali kritis sudah dapat ditangani atau dikendalikan setelah ada tindakan perbaikan. Hasil dari penetapan tindakan perbaikan adalah daftar yang berisi hal-hal yang dapat dilakukan untuk memperbaiki titik kritis yang sudah melebihi baku mutu, sehingga tidak memperburuk kualitas AMDK. Contoh penyusunan tindakan perbaikan disajikan pada Tabel 3.15.

Tabel 3.15 Contoh Penyusunan Tindakan Perbaikan

Tahapan Proses	Batas Kritis	Tindakan Perbaikan
Filtrasi	- Turbiditas < 0,2 NTU pada outlet filter - Kandungan TDS < 500 mg/L pada outlet filter	Optimalisasi pada proses koagulasi atau sedimentasi

Sumber : Damikouka dkk. (2007)

### 3.4.8 Penyusunan Laporan

Semua data yang diperlukan, hasil evaluasi, serta penyusunan rencana HACCP ditulis pada laporan Tugas Akhir. Sistematika penulisan laporan Tugas Akhir mengacu pada pedoman penyusunan laporan Tugas Akhir yang ditetapkan oleh Departemen Teknik Lingkungan FTSLK ITS. Hasil kajian metode ini merujuk pada kesimpulan yang menjawab rumusan masalah.

### 3.4.9 Kesimpulan dan Saran

Dari pembahasan yang telah dilakukan maka dapat diambil suatu kesimpulan yang menyatakan ringkasan dan jawaban dari rumusan masalah penelitian. Saran diberikan untuk perbaikan penelitian dan pelaksanaan penelitian lebih lanjut.

Halaman ini sengaja dikosongkan

## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Analisa Resiko pada AMDK Perusahaan X**

Metode *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP) memiliki 5 prinsip utama dalam penerapannya. Menurut SNI 01-4852-1998, prinsip pertama metode HACCP adalah menganalisis bahaya dan penetapan resiko. Analisis bahaya harus dilakukan pada semua aspek produk yang diproduksi, dari pemilihan bahan baku menghasilkan produk jadi. Analisis bahaya harus dilakukan secara sistematis dan terorganisasi (Daulay, 2014). Maka dari itu analisa resiko ditetapkan dengan *fishbone analysis* dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Namun sebelum dapat menetapkan analisa resiko, terlebih dahulu harus diketahui karakteristik perusahaan dan karakteristik air pada perusahaan AMDK X. Berikut adalah karakteristik perusahaan dan air pada perusahaan AMDK X.

##### **4.1.1 Karakteristik Perusahaan Air Minum Dalam Kemasan X**

Penelitian dilakukan dengan pengambilan sampel pada 5 titik *sampling* yang ada pada unit-unit sistem produksi AMDK, yaitu pada sumber air baku, efluen rangkaian unit filtrasi (*Rapid Sand Filter, Cartridge Filter I, Cartridge Filter II*), influen dan efluen unit *Reverse Osmosis* dan *Ozone Injection*, dan efluen UV melalui survei secara langsung. Berdasarkan hasil survei, unit-unit produksi AMDK pada perusahaan X dilengkapi oleh unit filtrasi, *cartridge filter I, cartridge filter II*, unit *Reversed Osmosis* (RO), unit *ozone injection*, dan lampu UV. Adapun sumber air baku yang digunakan berasal dari sumber mata air Sengguruh, Kepanjen, Kabupaten Malang. Air baku dialirkan dari sumber mata air Sengguruh ke tandon penampungan menggunakan pompa dan pipa. Jarak pabrik dari sumber mata air adalah 250 m. Volume air baku yang dibutuhkan dalam 1 kali produksi adalah 12.000 liter yang ditampung dalam 5 buah tandon 2000 L, 1 buah tandon 2500 L, dan tandon beton 4500 L.

Salah satu prosedur yang diperlukan dalam penyusunan analisa resiko pada sistem produksi AMDK adalah dengan metode

*sampling*. *Sampling* merupakan sebagian dari objek yang diteliti. Penelitian yang menggunakan analisis data kuantitatif, memerlukan sampel untuk menunjang dalam penarikan kesimpulan. Penentuan jumlah sampel harus dapat mewakili atau menjadi representatif dari populasi yang diamati, sehingga kesimpulan yang didapatkan bersifat sah dan dapat dipercaya. (Rahmatina, 2010).

Titik-titik sampel yang akan diteliti adalah sumber air baku, efluen rangkaian unit filtrasi, influen unit *reverse osmosis*, efluen unit *ozone injection*, dan efluen lampu UV. Jumlah total titik sampel yang akan diteliti adalah 5 titik. Berikut adalah fungsi masing-masing unit pengolahan pada sistem produksi AMDK :

a. Pengolahan Fisik :



Gambar 4.1 Unit *Rapid Sand Filter*

- Unit *Rapid Sand Filter*

Proses pengolahan air baku awal dalam produksi AMDK ini adalah melalui filtrasi dengan unit *rapid sand filter* yang terdiri dari pasir silika, karbon aktif, dan pasir mangan. Pasir silika mempunyai fungsi untuk pengolahan secara fisik pada air minum, seperti menghilangkan kekeruhan, padatan, pasir lumpur, bau, dan rasa pada air



(Mahyudin dkk., 2012). Media pasir silika yang digunakan pada unit filtrasi ini memiliki *Effective Size* (ES) sebesar 0,6 mm, sesuai dengan ukuran efektif media filter yaitu 0,35 – 0,70 mm pada SNI 6774:2008. Pasir mangan zeolit memiliki fungsi untuk menyerap kadar besi, mangan, dan logam lain yang masih terlarut dalam air dan belum tersaring oleh media pasir silika (Said, 2003). Media pasir mangan yang digunakan pada unit filtrasi ini memiliki *Effective Size* (ES) sebesar 0,5 mm, sesuai dengan ukuran efektif media filter yaitu 0,35 – 0,70 mm pada SNI 6774:2008. Sedangkan fungsi pada karbon aktif adalah untuk menghilangkan warna pada air karena kemampuan karbon aktif untuk mengadsorpsi warna (Suliasuti dkk., 2014). Jenis karbon aktif yang digunakan pada unit filtrasi WTP AMDK X adalah karbon aktif berbentuk batok kelapa, sesuai dengan standar yang tercantum pada PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003. Pergantian media pasir silika, pasir mangan, dan karbon aktif pada *rapid sand filter* dilakukan setiap 3 tahun sekali sesuai dengan peraturan. *United States Environmental Protection Agency* tahun 1995 tentang *Water Treatment Manual* edisi *Filtration*. Unit *rapid sand filter* memiliki dimensi dengan tinggi 150 cm, keliling 130 cm, dan diameter 42 cm.



Gambar 4.2 Unit *Cartridge Filter*

- Unit *Cartridge Filter*

Setelah melalui unit filtrasi, maka unit selanjutnya adalah unit *cartridge filter*. Unit *cartridge filter* berfungsi untuk menghilangkan material tersuspensi, seperti pasir, lanau, lumpur atau material organik dalam air. *Cartridge filter* juga dapat menghilangkan material yang tidak terlarut, larutan yang mengandung material besi tersuspensi atau larutan yang mengandung material mangan tersuspensi. Setelah air selesai diolah pada *cartridge filter* maka akan menghasilkan produk setengah jadi yang memasuki tangki produk setengah jadi. Membran *cartridge filter* yang digunakan pada perusahaan AMDK X adalah membran dengan ukuran  $1\mu$ . Membran yang berukuran  $1\mu$  termasuk dalam membran mikrofiltrasi yang memiliki ukuran pori sekitar  $0,005 - 10$  mikron dengan tujuan menyisihkan kekeruhan, presipitat besi dan mangan, organik terkoagulasi, dan bakteri patogen seperti *Giardia* dan kista *Cryptosporidium* (Masduqi dan Assomadi, 2016). Pergantian membran atau media pada *cartridge filter* dilakukan setiap 1 bulan sekali sesuai dengan peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 2005 tentang *Membrane Filtration Guidance Manual*. Unit

*cartridge filter* memiliki dimensi dengan tinggi 76 cm, keliling 84 cm, dan diameter 26,75 cm.

b. Pengolahan Biologis dan Kimiawi

Setelah air diolah dengan pengolahan fisik, maka pengolahan selanjutnya adalah pengolahan secara biologis dan kimiawi. Pengolahan biologis dan kimiawi pada AMDK menggunakan unit *Reversed Osmosis*, *Ozone Injection*, dan lampu UV. Setiap unit memiliki peran masing-masing dalam membunuh bakteri patogen dan menstabilkan pH pada air olahan.



Gambar 4.3 Unit *Reverse Osmosis*

- Unit *Reverse Osmosis*

Peran unit *reverse osmosis* pada sistem produksi AMDK adalah untuk menghilangkan berbagai macam kontaminan pada air, seperti yang menimbulkan rasa tidak sedap, warna, dan bau. Selain itu, karena penggunaan membran yang memiliki ukuran sangat kecil maka unit *reverse osmosis* juga dapat menghilangkan bakteri dan virus pada air (Ismet, 2016). Teknologi *reverse osmosis* juga dapat memisahkan komponen-komponen pada air yang memiliki berat molekul rendah,

garam-garam organik dan ion. Teknologi RO dapat beroperasi pada suhu ruangan, konsumsi energi dan bahan kimia adiktif cukup rendah, tidak menghasilkan produk sampingan, bersifat modular dan kompak, serta hanya membutuhkan ruang yang kecil (Pinem dkk., 2008). Pada unit *reverse osmosis*, air dialirkan melewati beberapa membran *ultrafilter* yang berukuran 0,01 mikron dan 0,001 mikron sehingga dihasilkan kadar TDS air adalah 70-90 mg/L dan pH netral (6,5-8,5). Ukuran membran yang digunakan pada unit ini termasuk dalam kategori membran *reverse osmosis* dengan ukuran pori sekitar 0,0005 – 0,008 mikron dan memiliki fungsi untuk memisahkan zat terlarut yang memiliki berat molekul rendah seperti garam anorganik atau molekul organik kecil seperti glukosa dan sukrosa dari larutannya (Masduqi dan Assomadi, 2016). Penggantian membran ultrafilter pada unit *reverse osmosis* dilakukan setiap 3 tahun sekali sesuai dengan peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 2005 tentang *Membrane Filtration Guidance Manual*. Unit *reverse osmosis* memiliki 6 tabung yang berfungsi untuk menyimpan membran 0,01  $\mu$  dan 0,001  $\mu$ . Dua tabung membran 0,01  $\mu$  memiliki dimensi yaitu panjang 118 cm dan diameter 21 cm, sedangkan 4 tabung membran 0,001  $\mu$  memiliki dimensi dengan panjang 100 cm dan diameter 11 cm.



Gambar 4.4 Unit *Ozone Generator*

- Unit *Ozone Generator*

Setelah melalui unit *reverse osmosis*, maka air akan dialirkan melalui pipa yang sudah memiliki injeksi ozon. *Ozone Generator* memiliki fungsi untuk membunuh bakteri patogen pada air, dapat mengoksidasi zat besi, mangan, maupun senyawa organik yang menyebabkan bau, rasa, dan warna pada air. Ozon juga dapat dengan cepat membunuh bakteri, virus, maupun jamur yang mengkontaminasi air (Said, 2007). Hasil pengolahan dari unit *ozone injection* atau produk jadi sudah terbebas dari bakteri patogen maupun virus yang mengkontaminasi air. Selanjutnya air olahan ini siap dialirkan melalui lampu UV. Penggantian *ozone generator* dilakukan setiap 5 tahun sekali sesuai dengan peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 2011 tentang *Water Treatment Manual* edisi *Disinfection*.



Gambar 4.5 Lampu UV

- Lampu UV

Lampu UV juga memiliki kemampuan untuk menghilangkan bakteri *coliform* dan *Escherichia Coli* secara efektif dengan penetrasi sinar UV melalui dinding sel dan membran sitoplasma mikroorganisme, kemudian akan timbul penyusunan ulang molekul dari DNA mikroorganisme. Mikroorganisme akan berhenti untuk bereproduksi dan mati. (Yonkyu, 2009). Panjang gelombang UV yang paling efektif dalam proses desinfeksi bakteri patogen adalah 254 nm, yaitu saat insensitas energi sedang optimum. Dapat diperkirakan bahwa dengan panjang gelombang 254 nm, lampu UV dapat menghilangkan bakteri patogen hingga 90% (Harley dkk., 2008). Penggantian lampu UV dilakukan setiap 2 – 2,5 tahun sekali sesuai dengan peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 2011 tentang *Water Treatment Manual* edisi *Disinfection* Lima lampu UV dipasang pada satu tabung yang digunakan untuk melewati air hasil unit *reverse osmosis* dan *ozone injection*. Tabung tersebut memiliki dimensi dengan panjang 83 cm dan diameter 23 cm.

Jumlah pekerja bagian produksi pada perusahaan AMDK X adalah sebanyak 21 orang. Pekerja bagian produksi pada perusahaan AMDK X terdiri dari kepala divisi air bersih dan pengembangan, kepala sub divisi pengelolaan air bersih, manajer unit bisnis AMDK, staff *quality assurance*, staff *quality control*, *supervisor* produksi, *supervisor* gudang, *supervisor marketing*, *supervisor* distribusi, staff analisa laboratorium, staff administrasi, koordinator produksi, koordinator *marketing* dan distribusi, koordinator pengemudi, dan staff lainnya. Struktur organisasi pekerja bagian produksi pada perusahaan AMDK X dapat dilihat lebih lengkap pada lampiran. Waktu yang dibutuhkan dalam satu kali proses produksi adalah 7-8 jam (1 *shift*). Terdapat 12 pekerja yang bekerja dalam 1 *shift*. Rata-rata pendidikan terakhir para pekerja perusahaan AMDK X adalah tingkat SMA/SMK. Pelatihan-pelatihan yang sudah didapatkan para pekerja adalah pelatihan operasional AMDK (PPIC, QC, QA), pelatihan analisa laboratorium AMDK, dan pelatihan sertifikasi halal.

Para pekerja bagian produksi perusahaan AMDK X juga harus mengikuti prosedur standar yang berlaku di perusahaan atau disebut dengan *Standard Operating Procedure* (SOP). *Standard Operating Procedure* (SOP) adalah pedoman atau acuan untuk melaksanakan tugas sesuai fungsi pekerjaan tersebut. SOP juga berupa dokumen yang menjelaskan dan menjabarkan kegiatan-kegiatan atau aktivitas operasional yang dilakukan sehari-hari, agar pekerjaan tersebut dapat dilakukan dengan benar, tepat, dan konsisten untuk menghasilkan produk sesuai standar perusahaan (Tathagati, 2014). SOP dapat meminimalisasi kesalahan pada kegiatan operasional perusahaan agar semua kegiatan dapat berjalan dengan baik sesuai dengan tujuan perusahaan (Gabriele, 2018). Macam-macam *Standard Operating Procedure* (SOP) yang berlaku di perusahaan AMDK X cukup banyak, yaitu SOP perawatan lampu UV, SOP perawatan tangki penampungan air bahan baku dan air produksi, SOP perawatan ozonator, SOP *water treatment process*, dan SOP sanitasi ruangan. Isi SOP – SOP yang berlaku di perusahaan AMDK X dapat dilihat lebih lengkap pada lampiran.

#### 4.1.2 Karakteristik Air Minum Dalam Kemasan X

Perusahaan X juga melakukan analisa laboratorium atau uji kualitas pada air baku selama proses pengolahan air berlangsung. Parameter yang diuji adalah kekeruhan, pH, *Total Dissolved Solid* (TDS), dan bakteri *Escherichia Coli*. Parameter-parameter tersebut mengacu pada baku mutu dalam SNI 3553:2015, kecuali parameter biologis. Untuk parameter fisik dan kimiawi seperti pH, TDS, dan kekeruhan mengacu pada SNI 01-3553-2015, sedangkan khusus parameter biologis mengacu pada SNI 01-3553-2006. Pengujian kualitas air untuk parameter fisik dan kimiawi dilakukan pada 3 titik *sampling* yaitu sumber air baku, outlet setelah rangkaian proses filtrasi, dan air produk setelah pengisian. Sedangkan titik *sampling* untuk pengujian parameter biologis hanya pada 2 titik *sampling* yaitu sumber air baku dan air produk setelah pengisian. Berikut adalah tabel data sekunder hasil analisa laboratorium AMDK X.

Tabel 4.1 Data Sekunder Analisa pH

No.	Tanggal	Sumber Air Baku	Efluen Filtrasi	Air Hasil Produksi	Baku Mutu
1.	5 November 2018	7	7	7	6,0 – 8,5
2.	6 November 2018	7,2	7,1	7	6,0 – 8,5
3.	7 November 2018	7	7	7	6,0 – 8,5
4.	8 November 2018	7,1	6,9	7	6,0 – 8,5
5.	9 November 2018	7,2	7,1	7,1	6,0 – 8,5

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium Sekunder Perusahaan AMDK X

Berdasarkan data sekunder di atas, hasil analisa pH AMDK X selama 5 hari (5 November 2018 hingga 9 November 2018) diperoleh pH tertinggi 7,2 dan pH terendah 6,9. Hasil analisa tersebut masih sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan pada SNI 3553:2015. Maka tidak ditemukan kejanggalan pada data sekunder analisa pH AMDK X.



Tabel 4.2 Data Sekunder Analisa TDS

No.	Tanggal	Sumber Air Baku	Efluen Filtrasi	Air Hasil Produksi	Baku Mutu
1.	5 November 2018	193 mg/L	92 mg/L	91 mg/L	500 mg/L
2.	6 November 2018	196 mg/L	92 mg/L	92 mg/L	500 mg/L
3.	7 November 2018	213 mg/L	91 mg/L	88 mg/L	500 mg/L
4.	8 November 2018	207 mg/L	92 mg/L	91 mg/L	500 mg/L
5.	9 November 2018	197 mg/L	90 mg/L	89 mg/L	500 mg/L

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium Sekunder Perusahaan AMDK X

Berdasarkan data sekunder di atas, hasil analisa TDS AMDK X selama 5 hari (5 November 2018 hingga 9 November 2018) diperoleh TDS tertinggi 213 mg/L dan TDS terendah 88 mg/L. Hasil analisa tersebut masih sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan SNI 3553:2015. Namun kadar TDS pada air hasil produksi tidak memiliki perbedaan yang cukup signifikan dengan kadar TDS pada efluen filtrasi. Setelah air diproses pada unit *cartridge filter*, unit selanjutnya yang berperan dalam mengurangi kadar TDS pada air adalah unit *reverse osmosis* yang memiliki efisiensi *removal* TDS sebesar 61% (Usha dkk., 2014). Seharusnya kadar TDS pada air hasil produksi lebih rendah dari 88 mg/L jika unit *reverse osmosis* perusahaan AMDK X berfungsi dengan baik. Maka diperlukan uji analisa kualitas air kembali untuk memastikan fungsi unit-unit pengolahan air telah berjalan dengan baik atau tidak. Data-data tersebut disebut dengan data primer dan didapatkan dari hasil analisa laboratorium langsung oleh penulis.

Tabel 4.3 Data Sekunder Analisa Kekeruhan

No.	Tanggal	Sumber Air Baku	Efluen Filtrasi	Air Hasil Produksi	Baku Mutu
1.	5 November 2018	0,09 NTU	0,03 NTU	0,01 NTU	1,5 NTU
2.	6 November 2018	0,27 NTU	0,03 NTU	0,01 NTU	1,5 NTU
3.	7 November 2018	0,21 NTU	0,04 NTU	0,01 NTU	1,5 NTU
4.	8 November 2018	0,34 NTU	0,05 NTU	0,02 NTU	1,5NTU
5.	9 November 2018	0,08 NTU	0,02 NTU	0,01 NTU	1,5 NTU

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium Sekunder Perusahaan AMDK X

Berdasarkan data sekunder di atas, hasil analisa kekeruhan AMDK X selama 5 hari (5 November 2018 hingga 9 November 2018) diperoleh kekeruhan tertinggi 0,34 NTU dan kekeruhan terendah 0,01 NTU. Hasil analisa tersebut masih sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan pada SNI 3553:2015. Maka tidak ditemukan kejanggalan pada data sekunder analisa kekeruhan AMDK X.

Tabel 4.4 Data Sekunder Analisa Bakteri *Escherichia Coli*

No.	Tanggal	Sumber Air Baku (koloni/250 mL)	Efluen Filtrasi (koloni/250 mL)	Air Hasil Produksi (koloni/250 mL)	Baku Mutu
1.	5 November 2018	<2	<2	<2	TTD
2.	6 November 2018	<2	<2	<2	TTD
3.	7 November 2018	<2	<2	<2	TTD
4.	8 November 2018	<2	<2	<2	TTD
5.	9 November 2018	<2	<2	<2	TTD

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium Sekunder Perusahaan AMDK X

Berdasarkan data sekunder di atas, hasil analisa bakteri *Escherichia Coli* AMDK X selama 5 hari (5 November 2018 hingga 9 November 2018) diperoleh kandungan bakteri *Escherichia Coli* <2/250 mL sampel. Menurut APHA (1998), hasil pengujian MPN bakteri *Escherichia Coli* yang menghasilkan <2/100 mL sampel menyatakan bahwa bakteri *Escherichia Coli* tidak terdeteksi pada air sampel. Hasil analisa tersebut telah disamakan dengan <2/250 mL sampel dan sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan pada SNI 3553:2015. Air hasil produksi memang seharusnya tidak memiliki kandungan bakteri *E.Coli* atau tidak terdeteksi sama sekali, karena bakteri *E.Coli* dapat mempengaruhi kesehatan konsumen dan menyebabkan penyakit diare. Namun tetap diperlukan pengujian analisa laboratorium kembali agar mendapatkan data primer dan dapat memastikan kandungan bakteri *Escherichia Coli* pada air.

### 4.1.3 Analisa pH

Analisa pH menggunakan pH meter. pH atau derajat keasaman secara umum menggambarkan tingkat keasaman atau kebasaan pada air yang bersumber dari suatu perairan. Air yang memiliki nilai pH = 7 adalah air yang bersifat netral, sedangkan air yang memiliki pH < 7 adalah air yang bersifat asam dan pH > 7 merupakan air yang bersifat basa (Effendi, 2003). Nilai pH dipengaruhi oleh beberapa parameter, antara lain aktivitas biologi, suhu, kandungan oksigen, dan ion-ion. Berikut adalah tabel analisa pH pada sumber air baku, influen dan efluen tiap unit produksi AMDK X.

Tabel 4.5 Hasil Analisa pH

No.	Tanggal	A	B	C	D	E	Baku Mutu
1.	26 Maret 2019	7	6,7	7	6,6	6,6	6,0 – 8,5
2.	27 Maret 2019	7,9	7,2	7,4	7,1	7,1	6,0 – 8,5
3.	28 Maret 2019	8,3	7,9	7,7	7,4	7,4	6,0 – 8,5
4.	29 Maret 2019	8,2	7,8	7,8	7,5	7,3	6,0 – 8,5
5.	01 April 2019	8,3	7,9	7,9	7,7	7,5	6,0 – 8,5

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium Laboratorium Perum Jasa Tirta 1

A = Sumber air baku

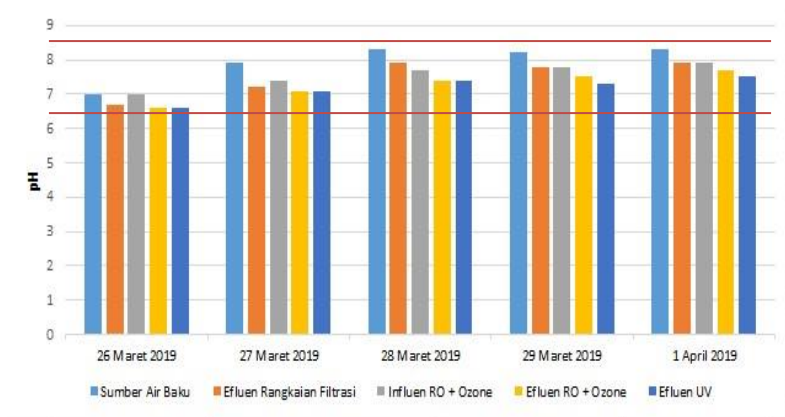
B = Efluen Rangkaian Filtrasi

C = Influen RO

D = Efluen Ozon

E = Efluen Lampu UV

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, diperoleh pH tertinggi 8,3 dan pH terendah 6,6. Sesuai dengan SNI 3553:2015, hasil tersebut masih sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan yaitu 6,0-8,5 sehingga tidak perlu dilakukan analisis resiko.



Gambar 4.6 Hasil Analisa pH

#### 4.1.4 Analisa *Total Dissolved Solid* (TDS)

Analisis TDS dilakukan menggunakan TDS meter. Analisis ini dilakukan untuk memperkirakan kualitas air minum karena mewakili jumlah ion dalam air. *Total Dissolved Solid* (TDS) adalah jumlah zat padat organik, inorganik, maupun garam yang terlarut dalam air. Kandungan TDS meliputi kalsium, magnesium, kalium sebagai kation dan karbonat bikarbonat, nitrat, sulfat dll sebagai anion (Islam dkk., 2016). Berikut adalah tabel analisa TDS pada sumber air baku, influen dan efluen tiap unit produksi AMDK X.

Tabel 4.6 Analisa TDS

No.	Tanggal	A (mg/L)	B (mg/L)	C (mg/L)	D (mg/L)	E (mg/L)	Baku Mutu (mg/L)
1.	26 Maret 2019	199	192	190	67	65	500
2.	27 Maret 2019	197	191	188	75	72	500
3.	28 Maret 2019	203	207	207	203	95	500
4.	29 Maret 2019	209	210	210	216	74	500
5.	01 April 2019	204	216	216	216	84	500

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium Laboratorium Perum Jasa Tirta 1

A = Sumber air baku

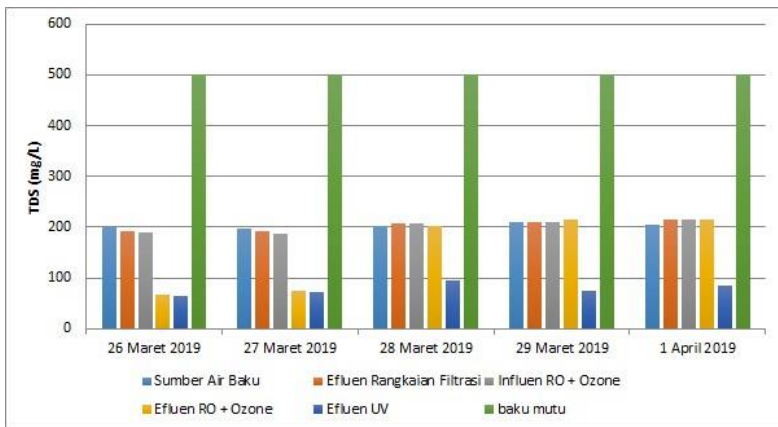
B = Efluen Rangkaian Filtrasi

C = Influen RO

D = Efluen Ozon

E = Efluen Lampu UV

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, diperoleh TDS tertinggi 216 mg/L dan TDS terendah 65 mg/L. Sesuai dengan SNI 3553:2015 hasil tersebut masih sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan yaitu dibawah 500 mg/L. Namun terdapat kejanggalan pada 3 hari terakhir analisa yaitu tanggal 28 Maret 2019, 29 Maret 2019, dan 1 April 2019 yang menunjukkan naiknya konsentrasi TDS pada air setelah melalui proses rangkaian filtrasi dan proses *reverse osmosis*. Kedua rangkaian proses tersebut seharusnya berfungsi untuk mengurangi kadar TDS dalam air, bukan meningkatkan kadar TDS. Hal ini memerlukan analisa lanjutan pada parameter TDS terkait masalah yang terjadi pada unit rangkaian filtrasi seperti unit filter dan *cartridge filter*, juga pada unit *reverse osmosis*. Masalah yang terjadi pada kedua rangakaian unit ini dapat disebabkan oleh banyak hal, seperti penggantian media filter dan membran RO yang tidak sesuai SOP (*Standard Operating Procedure*), tidak ada analisa laboratorium kualitas air pada semua titik sehingga tidak dapat diketahui efektifitas *removal* pada tiap unit, proses *backwash* atau pencucian media yang tidak rutin, maupun kurangnya pengawasan dan pengendalian kualitas air oleh pekerja bagian produksi AMDK X.



Gambar 4.7 Hasil Analisa TDS

#### 4.1.5 Analisa Kekeruhan

Analisa kekeruhan dilakukan menggunakan turbidimeter. Penyebab kekeruhan air adalah adanya zat padat tersuspensi dalam air yang bersifat anorganik maupun organik. Contoh zat padat tersuspensi anorganik adalah partikel-partikel yang berasal dari pelapukan batu dan logam, sedangkan zat padat tersuspensi organik adalah partikel-partikel yang berasal dari pelapukan tanaman dan/atau hewan (Gafur dkk., 2017). Berikut adalah tabel analisa kekeruhan pada sumber air baku, influen dan efluen tiap unit produksi AMDK X

Tabel 4.7 Analisa Kekeruhan

No.	Tanggal	A (NTU)	B (NTU)	C (NTU)	D (NTU)	E (NTU)	Baku Mutu (NTU)
1.	26 Maret 2019	1,21	1,06	0,82	0,81	0,62	1,5
2.	27 Maret 2019	0,53	0,73	0,57	0,45	0,50	1,5
3.	28 Maret 2019	0,52	1,58	0,65	0,65	0,52	1,5
4.	29 Maret 2019	0,82	0,63	0,62	0,37	0,51	1,55
5.	01 April 2019	0,58	0,60	0,47	0,46	0,45	1,5

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium Laboratorium Perum Jasa Tirta 1

A = Sumber air baku

B = Efluen Rangkaian Filtrasi

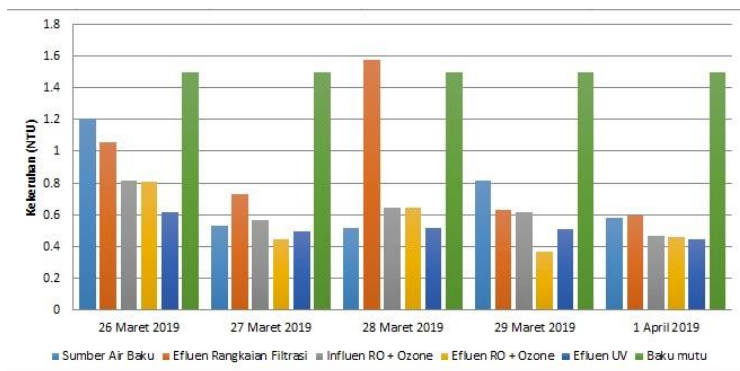
C = Influen RO

D = Efluen Ozon

E = Efluen Lampu UV

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, diperoleh kekeruhan tertinggi 1,58 NTU dan kekeruhan terendah 0,37 NTU. Sesuai dengan SNI 3553:2015, untuk kadar kekeruhan tertinggi 1,58 NTU pada efluen rangkaian filtrasi tanggal 28 Maret 2019 telah melebihi baku mutu, hal ini dapat menjadi pertimbangan untuk analisa lebih lanjut pada unit *rapid sand filter* dan unit *cartridge filter* dalam fungsi menurunkan kadar kekeruhan pada air. Selain itu juga terdapat fluktuasi kekeruhan pada empat hari terakhir analisa yaitu tanggal 27 Maret 2019, 28 Maret 2019, 29 Maret 2019, dan 1 April 2019. Terdapat kenaikan kekeruhan setelah efluen rangkaian filtrasi (unit filtrasi dan unit *cartridge filter* I) yang

dilambangkan dengan penanda warna kuning pada tanggal 26 Maret 2019, 27 Maret 2019, dan 1 April 2019. Sedangkan pada tanggal 27 Maret 2019 dan 1 April 2019 terdapat kenaikan kekeruhan setelah efluen lampu UV yang dilambangkan dengan penanda warna merah. Unit filtrasi dan unit *cartridge filter* seharusnya berfungsi untuk menurunkan kekeruhan, bukan meningkatkan kekeruhan. Hal ini memerlukan analisa lanjutan pada parameter kekeruhan terkait masalah yang terjadi pada unit rangkaian filtrasi seperti unit filter dan *cartridge filter*, juga pada unit lampu UV. Masalah yang terjadi pada ketiga unit ini dapat disebabkan oleh banyak hal, seperti penggantian media filter, membran *cartridge filter*, dan membran *reverse osmosis* yang tidak sesuai SOP (*Standard Operating Procedure*), tidak ada analisa laboratorium kualitas air pada semua titik sehingga tidak dapat diketahui efektifitas *removal* pada tiap unit, proses *backwash* atau pencucian media yang tidak rutin, tidak ada pengecekan rutin pada tangki penampung air sebelum proses UV, prosedur sanitasi unit dan tangki yang tidak rutin, maupun kurangnya pengawasan dan pengendalian kualitas air oleh pekerja bagian produksi AMDK X.



Gambar 4.8 Hasil Analisa Kekeruhan

#### 4.1.6 Analisa Bakteri *Escherichia Coli*

Analisa bakteri *Escherichia Coli* menggunakan proses tabung ganda. Keberadaan bakteri *Escherichia Coli* pada air

minum dapat berpengaruh langsung pada kesehatan manusia seperti menyebabkan beberapa penyakit. Sumber air yang mengandung bakteri *Escherichia Coli* menyatakan bahwa sumber air tersebut telah tercemar oleh tinja manusia dan menyebabkan kualitas air minum tidak sesuai untuk dikonsumsi. Maka dari itu terdapat hubungan yang erat antara kontaminasi oleh bakteri *Escherichia Coli* pada sumber air dengan kasus diare yang diduga akibat infeksi (Radjak, 2013). Berikut adalah tabel analisa bakteri *Escherichia Coli* pada sumber air baku, influen dan efluen tiap unit produksi AMDK X.

Tabel 4.8 Analisa Bakteri *Escherichia Coli*

No.	Tanggal	A	B	C	D	E	Baku Mutu
1.	26 Maret 2019	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	TTD
2.	27 Maret 2019	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	TTD
3.	28 Maret 2019	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	TTD
4.	29 Maret 2019	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	TTD
5.	01 April 2019	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	TTD

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium Laboratorium Perum Jasa Tirta 1

A = Sumber air baku (koloni/250 mL)

B = Efluen Rangkaian Filtrasi (koloni/250 mL)

C = Influen RO (koloni/250 mL)

D = Efluen Ozon (koloni/250 mL)

E = Efluen Lampu UV (koloni/250 mL)

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, diperoleh jumlah bakteri *Escherichia Coli* <2/250 mL sampel pada semua titik sistem produksi AMDK X. Menurut APHA (1998), hasil pengujian MPN bakteri *Escherichia Coli* yang menghasilkan <2/100 mL sampel menyatakan bahwa bakteri *Escherichia Coli* tidak terdeteksi pada air sampel. Hasil analisa tersebut telah disamakan dengan <2/250 mL sampel dan sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan pada SNI 3553:2015. Air hasil produksi memang seharusnya tidak memiliki kandungan bakteri *E.Coli* atau tidak terdeteksi sama sekali, karena bakteri *E.Coli* dapat mempengaruhi kesehatan konsumen dan menyebabkan penyakit diare. Tetapi ada beberapa faktor yang dapat diindikasikan jika parameter bakteri *Escherichia Coli* melebihi baku mutu adalah



*ozone generator* dan lampu UV yang tidak efektif dalam menghilangkan bakteri *Escherichia Coli*, kadar ozon dan kadar residu ozon yang tidak sesuai untuk menghilangkan bakteri patogen, penggantian *ozone generator* lampu UV, dan membran *reverse osmosis* yang tidak sesuai SOP, tidak ada analisa laboratorium kualitas air pada semua titik sehingga tidak dapat diketahui efektifitas *removal* pada *ozone generator*, proses *backwash* atau pencucian media yang tidak rutin, tidak ada pengecekan rutin pada tangki-tangki penampung air, prosedur sanitasi unit dan tangki yang tidak rutin, maupun kurangnya pengawasan dan pengendalian kualitas air oleh pekerja bagian produksi AMDK X.

#### **4.1.7 Analisa Diagram Fishbone**

*Fishbone analysis* atau biasa yang disebut dengan *fishbone diagram* adalah sebuah metode yang dapat memudahkan dalam menemukan akar penyebab masalah (Suryani, 2018). Adapun aspek yang diidentifikasi dalam *fishbone* analisis berikut ini adalah:

- a. Air Baku : Bahan baku yang akan diolah oleh perusahaan AMDK X untuk menghasilkan AMDK
- b. Unit Filtrasi : Teknologi unit filtrasi yang digunakan dalam pengolahan air baku menjadi AMDK
- c. Unit *Cartridge Filter* : Teknologi unit *cartridge filter* yang digunakan dalam pengolahan air baku menjadi AMDK
- d. Unit *Ozone Injection* : Teknologi unit *ozone injection* yang digunakan dalam pengolahan air baku menjadi AMDK
- e. Unit *Reverse Osmosis* : Teknologi unit *reverse osmosis* yang digunakan dalam pengolahan air baku menjadi AMDK
- f. Lampu UV : Teknologi lampu UV yang digunakan dalam pengolahan air baku menjadi AMDK
- g. Perilaku pekerja : Praktisi para pekerja bagian produksi dalam menjalankan operasional perusahaan AMDK X

- h. Wawasan Pekerja : Pemahaman para pekerja bagian produksi mengenai peraturan-peraturan yang terkait dalam sistem produksi AMDK

Lembar kuisisioner untuk pekerja bagian produksi AMDK X terdapat pada Lampiran 2 dan Lampiran 3. Berikut adalah *fishbone analysis* yang sudah disusun berdasarkan analisa resiko yang terjadi pada sistem produksi AMDK X.

*Fishbone analysis* tersebut akan dianalisis lebih lanjut menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) sehingga nilai akhirnya adalah *Risk Priority Number* (RPN) yang nantinya akan dijadikan bahan pertimbangan dalam penentuan prioritas masalah yang akan diselesaikan terlebih dahulu.

Diagram *fishbone analysis* dapat dilihat pada gambar 4.1. Diagram *fishbone analysis* pada gambar 4.1 disusun berdasarkan hasil analisis laboratorium di Laboratorium Lingkungan Perusahaan Umum Jasa Tirta 1, hasil kuisisioner dengan wawancara terhadap lima *expert judgement* AMDK X yaitu kepala sub divisi pengelolaan air bersih, manajer unit bisnis AMDK, staff *quality assurance*, staff *supervisor* produksi, staff *quality control*, dan koordinator produksi, dan survei langsung di lapangan. Berdasarkan analisis laboratorium yang telah dilakukan, terdapat fluktuasi kadar TDS pada sistem pengolahan air pada tanggal 28 Maret 2019, 29 Maret 2019, dan 1 April 2019. Beberapa unit seperti unit filtrasi, unit *cartridge filter*, dan unit *reverse osmosis* tidak berfungsi dengan baik dalam menurunkan kadar TDS pada air. Kadar kekeruhan juga mengalami fluktuasi pada tanggal 27 Maret 2019, 28 Maret 2019, 29 Maret 2019, dan 1 April 2019. Unit filtrasi, dan *cartridge filter* tidak dapat menurunkan kekeruhan dengan baik. Kekeruhan juga mengalami kenaikan setelah dari efluen lampu UV, hal ini dicurigai adanya masalah pada tangki air penampungan sebelum tangki UV atau unit *reverse osmosis*. Permasalahan yang ditimbulkan juga didukung oleh ketentuan teknis lain yang tidak dilakukan dengan baik oleh AMDK X.

Secara umum berikut adalah masalah-masalah yang harus diselesaikan agar unit-unit *Water Treatment Plant* (WTP) pada sistem produksi AMDK X dapat bekerja secara optimal adalah:

a. Air Baku

Air baku adalah bahan baku yang akan diolah untuk menjadi AMDK dan sangat berpengaruh pada kinerja unit-unit pengolahan air untuk memproduksi AMDK. Kualitas air baku akan menentukan apakah nantinya unit-unit pengolahan air sudah bekerja dengan efisien atau belum. Selain itu jarak sumber air baku dengan pabrik AMDK X, juga kualitas pompa sebagai alat transportasi air juga memiliki pengaruh terhadap kinerja sistem produksi AMDK X.

b. Unit Filtrasi

Unit filtrasi berfungsi untuk menghilangkan padatan-padatan atau partikel kasar yang terlarut dalam air. Pada perusahaan AMDK X, jenis unit filtrasi yang digunakan adalah *Rapid Sand Filter*. Unit *rapid sand filter* membutuhkan media-media yang dapat membantu menghilangkan partikel kasar. Media-media yang digunakan pada unit-unit *rapid sand filter* di AMDK X adalah media pasir silika, media pasir mangan, dan media karbon aktif. Masing-masing media memiliki fungsi dan perlakuan sendiri. Penggantian pasir silika, pencucian pasir silika, ukuran pasir silika, penggantian pasir mangan, pencucian pasir mangan, ukuran pasir mangan, penggantian karbon aktif, pencucian karbon aktif, dan jenis karbon aktif sangat berpengaruh pada efektifitas unit filtrasi di AMDK X.

c. Unit *Cartridge Filter*

Unit *cartridge filter* berfungsi untuk menghilangkan partikel halus yang terlarut dalam air. Unit *cartridge filter* dilengkapi dengan membran dibawah  $10\ \mu$  untuk menyaring partikel-partikel yang sangat halus pada air. Maka dari itu penggantian membran, pencucian membran, dan ukuran membran *cartridge filter* sangat berpengaruh pada efektifitas unit *cartridge filter* di AMDK X dalam menghasilkan AMDK yang lebih berkualitas.

d. Unit *Ozone Generator*

Unit *ozone generator* memiliki fungsi sebagai desinfeksi untuk menghilangkan bakteri patogen, seperti bakteri *Escherichia*

*Coli*, yang terlarut dalam air. Dalam perusahaan AMDK X, proses desinfeksi yang digunakan adalah injeksi ozon dalam pipa atau proses *ozone injection*. Keberadaan bakteri patogen seperti bakteri *Escherichia Coli* sangat berpengaruh terhadap kesehatan konsumen. Maka dari itu rutusnya penggantian *ozone generator* dan kadar ozon yang diberikan pada proses desinfeksi air sangat berpengaruh pada efektifitas unit *ozone generator* di AMDK X dalam menghasilkan AMDK yang layak dikonsumsi dan lebih berkualitas.

e. Unit *Reverse Osmosis*

Unit *reverse osmosis* memiliki fungsi untuk menghilangkan partikel-partikel yang sangat halus, garam-garam organik, ion, bau yang tidak sedap, warna, rasa, bakteri maupun virus yang memiliki molekul lebih besar daripada molekul air. Kemampuan penyaringan unit *reverse osmosis* dapat menghasilkan air yang jauh lebih jernih. Unit *reverse osmosis* dilengkapi dengan membran penyaring dengan ukuran membran dibawah 1  $\mu$ . Perusahaan AMDK X memiliki unit *reverse osmosis* dengan membran 0,001  $\mu$  dan 0,0001  $\mu$ . Maka dari itu pencucian membran, penggantian membran, dan ukuran membran *reverse osmosis* sangat berpengaruh pada efektifitas unit *reverse osmosis* di AMDK X dalam menghasilkan AMDK yang lebih berkualitas.

f. Unit Lampu UV

Lampu UV memiliki fungsi desinfeksi seperti *ozone generator* yaitu menghilangkan bakteri patogen yang mungkin masih tersisa dan larut dalam air setelah melalui unit *ozone generator* dan unit *reverse osmosis*. Perusahaan AMDK X menggunakan 5 lampu UV dengan spesifikasi yang sudah disesuaikan dalam menghilangkan bakteri patogen yang mungkin masih tersisa. Penggantian lampu UV, spesifikasi lampu UV dan waktu kontak lampu UV sangat berpengaruh pada efektifitas unit lampu UV di AMDK X.

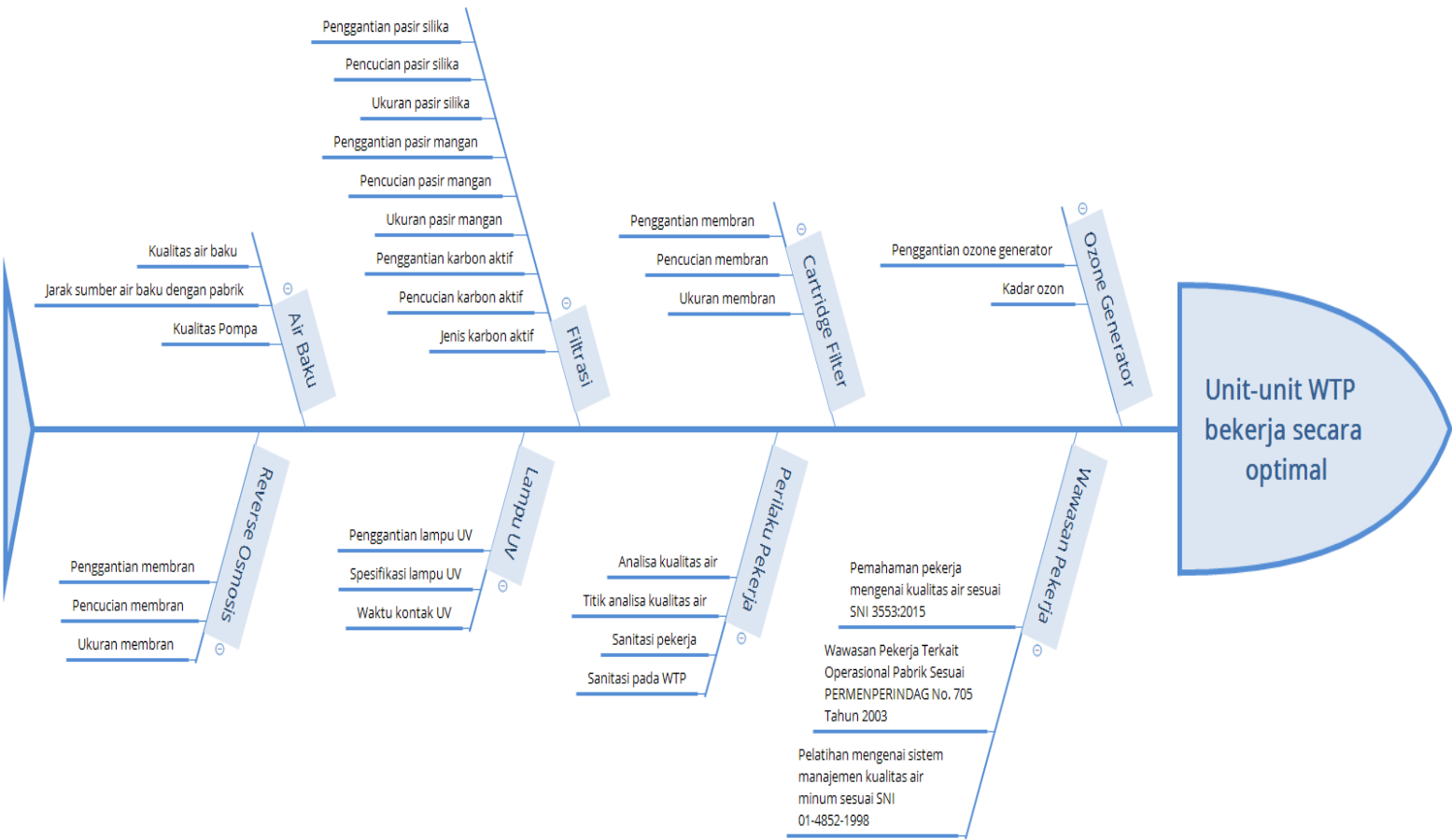
g. Perilaku Pekerja

Perilaku pekerja bagian produksi AMDK X sangat mempengaruhi kinerja unit-unit sistem pengolahan air juga, karena pekerja yang menjalankan fungsi-fungsi unit pengolahan air tersebut. Selain itu jika perilaku pekerja sudah mengikuti *Standard Operating Procedure* (SOP) tiap unit dan

juga ketentuan teknis pada persyaratan perindustrian air minum dalam kemasan maka AMDK yang dihasilkan akan lebih berkualitas. Perilaku pekerja meliputi analisa kualitas air, titik analisa kualitas air, sanitasi pekerja, dan sanitasi pada *Water Treatment Plan* AMDK X.

h. Wawasan Pekerja

Wawasan pekerja juga tidak kalah penting, karena untuk menjalankan unit-unit pada sistem pengolahan air diperlukan pengetahuan dalam pengerjaannya. Wawasan pekerja dapat menunjang unit-unit AMDK X dapat bekerja secara optimal, perilaku pekerja yang sesuai ketentuan teknis, dan menghasilkan AMDK yang berkualitas. Wawasan pekerja meliputi pemahaman pekerja mengenai kualitas air sesuai SNI 3553:2015, wawasan pekerja terkait operasional pabrik AMDK sesuai PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003, dan pelatihan mengenai sistem manajemen kualitas air minum sesuai SNI 01-4852-1998.



Gambar 4.9 Fishbone Analysis

#### 4.1.8 Penentuan analisa resiko dengan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

##### 4.1.8.1 Penentuan Bobot Kepentingan Resiko

Pembobotan dalam FMEA ditentukan berdasarkan *fishbone analysis* yang sudah dibuat, selain itu pembobotan juga didukung dengan hasil wawancara dan kuisisioner dengan *expert judgement* perusahaan AMDK X mengenai aspek-aspek mana yang lebih penting.. Pembobotan pada tiap kepentingan resiko disajikan pada Tabel 4.9. Sedangkan pembobotan tiap entitas disajikan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.9 Pembobotan Kepentingan Resiko

Faktor	Bobot
Air Baku	0,06
Filtrasi	0,14
<i>Cartridge Filter</i>	0,08
<i>Ozone</i>	0,2
<i>Reverse Osmosis</i>	0,1
UV	0,09
Perilaku Pekerja	0,17
Wawasan Pekerja	0,16
	<b>1</b>

Tabel 4.10 Pembobotan entitas

Faktor	Bobot
<b>Air Baku</b>	
Kualitas air baku yang digunakan sebagai bahan baku AMDK	0,44
Jarak sumber air baku dengan pabrik	0,33
Pompa cadangan untuk transportasi air	0,23
	<b>1</b>

<b>Filtrasi</b>	<b>Bobot</b>
Penggantian pasir silika	0,16
Pencucian pasir silika	0,13
Ukuran pasir silika	0,08
Penggantian pasir mangan	0,15
Pencucian pasir mangan	0,12
Ukuran pasir mangan	0,07
Penggantian karbon aktif	0,14
Pencucian karbon aktif	0,11
Jenis karbon aktif	0,04
	<b>1</b>
<b><i>Cartridge Filter</i></b>	<b>Bobot</b>
Penggantian membran <i>cartridge filter</i>	0,44
Pencucian membran <i>cartridge filter</i>	0,33
Ukuran membran <i>cartridge filter</i>	0,23
	<b>1</b>
<b><i>Ozone Generator</i></b>	<b>Bobot</b>
Penggantian <i>ozone generator</i>	0,55
Kadar <i>ozone</i>	0,45
	<b>1</b>
<b><i>Reverse Osmosis</i></b>	<b>Bobot</b>
Penggantian membran <i>reverse osmosis</i>	0,44
Pencucian membran <i>reverse osmosis</i>	0,33
Ukuran membran <i>reverse osmosis</i>	0,23
	<b>1</b>
<b>Lampu UV</b>	<b>Bobot</b>
Penggantian Lampu UV	0,44
Spesifikasi lampu UV	0,33
Waktu kontak lampu UV	0,23



	<b>1</b>
<b>Perilaku Pekerja</b>	<b>Bobot</b>
Analisa kualitas air	0,35
Titik analisa kualitas air	0,28
Sanitasi pekerja	0,14
Sanitasi <i>Water Treatment Plan</i>	0,23
	<b>1</b>
<b>Wawasan Pekerja</b>	<b>Bobot</b>
Pemahaman pekerja mengenai kualitas air sesuai SNI 3553:2015	0,44
Wawasan pekerja terkait operasional pabrik AMDK sesuai PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003	0,33
Pelatihan mengenai sistem manajemen kualitas air minum sesuai SNI 01-4852-1998	0,23
	<b>1</b>

#### 4.1.8.2 Penentuan Nilai Severity

Setelah ditentukan bobot pada masing-masing entitas untuk memudahkan penentuan titik kendali kritis jika terdapat nilai RPN yang sama, maka dapat dihitung nilai *severity*-nya. Nilai *severity* adalah tingkat keseriusan atau tingkat keparahan dampak dari efek kegagalan yang dapat terjadi pada sistem produksi. Berikut adalah perhitungan nilai *severity* untuk masing-masing entitas atau akar penyebab masalah.

### A. Penentuan Batas Severity pada Air Baku

#### 1. Kualitas Air Baku

Kualitas air baku pada perusahaan X yang digunakan dalam memproduksi AMDK sudah mengikuti baku mutu yang sesuai dengan SNI 3553:2015 tentang persyaratan kualitas air mineral. Data dari analisa laboratorium selama 5 hari menyatakan bahwa parameter pH, *Total Dissolved Solid* (TDS), kekeruhan, dan bakteri *Escherichia Coli* pada air baku sudah di bawah baku

mutu. Maka air baku sudah layak untuk digunakan dalam bahan baku produksi AMDK X.

Tabel 4.11 Nilai *Severity* Kualitas Air Baku

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Kandungan Bakteri <i>E.Coli</i> <2/250 mL sampel (Tidak Terdeteksi)	Kandungan Bakteri <i>E.Coli</i> 2/250 mL sampel	Kandungan Bakteri <i>E.Coli</i> 4/250 mL sampel	Kandungan Bakteri <i>E.Coli</i> 6/250 mL sampel	Kandungan Bakteri <i>E.Coli</i> >6/250 mL sampel

Pada Tabel 4.11 dijelaskan bahwa skala 5 merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) dari kandungan bakteri *Escherichia Coli* pada air baku yaitu 0/250 mL sampel atau tidak terdeteksi sama sekali. Dari hasil analisa laboratorium atau data primer, skala 5 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi eksisting dengan skala besaran resiko dampak yang sangat baik yaitu kandungan bakteri *Escherichia Coli* pada air baku adalah <2/250 mL sampel (tidak terdeteksi). Kandungan bakteri *Escherichia Coli* pada air baku dinyatakan layak untuk digunakan sebagai bahan baku AMDK X. Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari kualitas air baku adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Severity} &= \frac{\text{Nilai skala ideal} - \text{Nilai skala eksisting}}{\text{Nilai Skala Ideal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5-5}{5} \times 100\% = 0\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada kualitas air baku adalah 0%.

## 2. Jarak Sumber Air Baku dengan Pabrik

Berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian No. 96 Tahun 2011 tentang persyaratan teknis industri air minum dalam kemasan pasal 6 Ayat 1 bahwa lokasi sumber air baku yang berasal dari air tanah atau air permukaan harus memiliki radius jarak 15 meter dari saluran air limbah kecap air, 30 meter dari *septic tank* atau saluran limbah air tidak kecap air, 60 meter dari lubang sumur, lapangan penimbunan limbah, kandang atau lapangan tempat tinggal hewan. Jarak sumber air baku dari saluran air limbah kecap air dan tidak kecap air sekitar 45 meter dan 78 meter dari lubang sumur, juga jarak sumber air baku dengan pabrik AMDK X adalah 250 meter. Informasi tersebut didapatkan dari survei lapangan dan wawancara dengan staff *quality assurance* AMDK X.

Pada Tabel 4.12 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) pada sumber air baku dengan radius jarak >15 m dari saluran limbah kecap air, >30 m dari *septic tank*, dan >60 m dari lubang sumur. Sedangkan dari hasil survei, sumber air baku AMDK X memiliki radius jarak 45 m dari saluran limbah kecap air dan *septic tank*, serta jarak 78 m dari lubang sumur. Jadi kondisi eksisting sesuai dengan skala 5 atau kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik).

Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari jarak sumber air baku dengan pabrik adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Severity} &= \frac{\text{Nilai skala ideal} - \text{Nilai skala eksisting}}{\text{Nilai Skala Ideal}} \times 100\% \\ &= \frac{5-5}{5} \times 100\% = 0\% \end{aligned}$$

Tabel 4.12 Nilai *Severity* Jarak Sumber Air Baku dengan Pabrik

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Radius >15 m dari saluran limbah keadap air, >30 m dari <i>septic tank</i> , >60 m dari lubang sumur	Radius 15 m dari saluran limbah keadap air, 30 m dari <i>septic tank</i> , 60 m dari lubang sumur	Radius 13 m dari saluran limbah keadap air, 28 m dari <i>septic tank</i> , 58 m dari lubang sumur	Radius 10 m dari saluran limbah keadap air, 25 m dari <i>septic tank</i> , 55 m dari lubang sumur	Radius <10 m dari saluran limbah keadap air, <25 m dari <i>septic tank</i> , <55 m dari lubang sumur

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada jarak sumber air baku dengan pabrik adalah 0%.

### 3. Kualitas Pompa

Berdasarkan lampiran dari Peraturan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No. 705 Tahun 2003 tentang persyaratan teknis industri air minum dalam kemasan dan perdagangannya, transportasi air baku ke unit-unit pengolahan air harus melalui pipa yang kedap udara dan dilengkapi oleh pompa. Berdasarkan wawancara dan hasil kuisioner dengan staff *quality assurance* AMDK X, terdapat satu pompa utama dan satu pompa cadangan, namun kedua pompa yang mengalirkan air baku ke pabrik sering mengalami masalah atau kerusakan setiap 3 bulan. Dampak yang ditimbulkan adalah terhambatnya proses produksi dan fluktuasi debit air baku yang dialirkan.

Tabel 4.13 Nilai *Severity* kualitas pompa

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Pompa tidak pernah mengalami kerusakan	Pompa mengalami kerusakan setiap 1 kali/tahun	Pompa mengalami kerusakan setiap 1 kali/ 6 bulan	Pompa mengalami kerusakan setiap 1 kali/ 3 bulan	Pompa mengalami kerusakan setiap 1 kali/bulan

Pada Tabel 4.13 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna biru merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) dari kondisi pompa air baku yang tidak pernah mengalami kerusakahan. Sedangkan dari hasil survei, wawancara dan hasil kuisisioner dengan staff *quality assurance*, skala 2 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi eksisting dengan skala besaran resiko dampak yang parah (buruk) yaitu pompa air baku selalu mengalami kerusakan setiap 1 kali/3 bulan. Keadaan pompa air baku yang cukup sering mengalami kerusakan dapat mempengaruhi jalannya produksi AMDK. Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari kualitas pompa adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 Severity &= \frac{\text{Nilai skala ideal} - \text{Nilai skala eksisting}}{\text{Nilai Skala Ideal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5-2}{5} \times 100\% = 60\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada kualitas pompa adalah 60%.

## B. Penentuan *Severity* pada Unit Filtrasi

### 1. Penggantian Pasir Silika

Berdasarkan wawancara dan hasil kuisisioner dengan staff *quality control* perusahaan AMDK X, kondisi ideal dalam penggantian media pasir silika adalah setiap 3 tahun sekali. Namun kondisi perusahaan AMDK X mengganti pasir silika setelah 4,5 tahun sekali. Dampak yang ditimbulkan adalah partikel-partikel kasar pada air tidak dapat tersaring dan dapat mempengaruhi kualitas AMDK perusahaan X.

Pada Tabel 4.14 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna biru merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) dari media pasir silika pada unit filtrasi yang diganti sesuai jadwal yaitu 3 tahun sekali. Sedangkan dari wawancara dan hasil kuisisioner dengan staff *quality control*, skala 2 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi eksisting dengan skala besaran resiko dampak yang parah (buruk) yaitu penggantian media pasir silika setiap 4,5 tahun sekali. Media pasir silika yang tidak diganti sesuai jadwal akan menyebabkan partikel-partikel kasar pada air tidak dapat tersaring dengan baik.

Tabel 4.14 Nilai *Severity* Penggantian Pasir Silika

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Pasir silika diganti setiap 3 tahun sekali	Pasir silika diganti setiap 3,5 tahun sekali	Pasir silika diganti setiap 4 tahun sekali	Pasir silika diganti setiap 4,5 tahun sekali	Pasir silika diganti setiap 5 tahun sekali

Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari penggantian pasir silika adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$Severity = \frac{Nilai\ skala\ ideal - Nilai\ skala\ eksisting}{Nilai\ Skala\ Ideal} \times 100\%$$

$$= \frac{5-2}{5} \times 100\% = 60\%$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada penggantian pasir silika adalah 60%.

## 2. Pencucian Pasir Silika

Pencucian media pasir silika berdasarkan wawancara dan hasil kuisioner dengan staff *quality assurance* AMDK X adalah setiap 1 minggu sekali. Namun perusahaan AMDK X melakukan *backwash* atau pencucian media pasir silika tidak rutin, terkadang hingga 2 minggu sekali. Dampak yang ditimbulkan adalah air yang diolah tercampur dengan kontaminan yang menempel di pasir silika yang tidak rutin dibersihkan.

Tabel 4.15 Nilai *Severity* Pencucian Pasir Silika

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Pasir silika di <i>backwash</i> setiap 1 minggu sekali	Pasir silika di <i>backwash</i> setiap 1,5 minggu sekali	Pasir silika di <i>backwash</i> setiap 2 minggu sekali	Pasir silika di <i>backwash</i> setiap 2,5 minggu sekali	Pasir silika di <i>backwash</i> setiap 3 minggu sekali

Pada Tabel 4.15 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna biru merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) dari pencucian ideal media pasir silika adalah setiap 1 minggu sekali. Sedangkan dari wawancara dan hasil kuisioner dengan staff *quality assurance*, skala 3 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi eksisting dengan skala besaran resiko dampak yang sedang (sedang) yaitu pencucian media pasir silika setiap 2 minggu sekali. Media pasir silika yang tidak rutin di *backwash* akan menyebabkan kontaminan yang menempel pada pasir silika ikut tercampur pada air. Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari pencucian pasir silika adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Severity} &= \frac{\text{Nilai skala ideal} - \text{Nilai skala eksisting}}{\text{Nilai Skala Ideal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5-3}{5} \times 100\% = 40\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada pencucian pasir silika adalah 40%.

### 3. Ukuran Pasir Silika

Media filter umumnya memiliki variasi dalam ukuran, bentuk, dan komposisi kimia. Setiap media filtrasi memiliki *Effective Size* (ES), termasuk media pasir silika. Menurut SNI 6774:2008, Media pasir silika memiliki *Effective Size* (ES) atau ukuran efektif media filter yaitu 0,35 – 0,70 mm dengan ES tipikal 0,6 mm. Berdasarkan wawancara dengan staff *quality control* dan hasil survei, ukuran media pasir silika yang digunakan pada unit filtrasi perusahaan AMDK X adalah 0,6 mm sesuai dengan ES tipikal media pasir silika. Dampak yang ditimbulkan adalah dapat meningkatnya efektifitas unit filtrasi dalam menyaring partikel kasar pada air karena ukuran media pasir silika yang sesuai.



Tabel 4.16 Nilai *Severity* Ukuran Pasir Silika

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
ES 0,60 – 0,70 mm	ES 0,40 – 0,50 mm	ES 0,35 – 0,40 mm	ES 0,20 – 0,30 mm	ES <0,20 mm

Pada Tabel 4.16 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) pada *Effective Size* media pasir silika yaitu 0,60 – 0,70 mm. Sedangkan dari wawancara dan dengan staff *quality control* dan hasil survey, ukuran media pasir silika yang digunakan sebagai media pada unit filtrasi perusahaan AMDK X adalah 0,60 mm. Jadi kondisi eksisting sesuai dengan skala 5 atau kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik). Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari ukuran pasir silika adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Severity} &= \frac{\text{Nilai skala ideal} - \text{Nilai skala eksisting}}{\text{Nilai Skala Ideal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5-5}{5} \times 100\% = 0\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada ukuran pasir silika adalah 0%.

#### 4. Penggantian Pasir Mangan

Berdasarkan wawancara dan hasil kuisioner dengan staff *quality control* perusahaan AMDK X, kondisi ideal dalam

penggantian media pasir mangan adalah setiap 3 tahun sekali. Namun kondisi perusahaan AMDK X mengganti pasir mangan setelah 4,5 tahun sekali. Dampak yang ditimbulkan adalah partikel-partikel kasar pada air tidak dapat tersaring dan dapat mempengaruhi kualitas AMDK perusahaan X.

Tabel 4.17 Nilai *Severity* Penggantian Pasir Mangan

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Pasir mangan diganti setiap 3 tahun sekali	Pasir mangan diganti setiap 3,5 tahun sekali	Pasir mangan diganti setiap 4 tahun sekali	Pasir mangan diganti setiap 4,5 tahun sekali	Pasir mangan diganti setiap 5 tahun sekali

Pada Tabel 4.17 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna biru merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) dari media pasir mangan pada unit filtrasi yang diganti sesuai jadwal yaitu 3 tahun sekali. Sedangkan dari wawancara dan hasil kuisisioner dengan staff *quality control*, skala 2 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi eksisting dengan skala besaran resiko dampak yang parah (buruk) yaitu penggantian media pasir mangan setiap 4,5 tahun sekali. Media pasir mangan yang tidak diganti sesuai jadwal akan menyebabkan partikel-partikel kasar pada air tidak dapat tersaring dengan baik dan menurunkan kualitas AMDK. Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari penggantian pasir mangan adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \textit{Severity} &= \frac{\textit{Nilai skala ideal} - \textit{Nilai skala eksisting}}{\textit{Nilai Skala Ideal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5-2}{5} \times 100\% = 60\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada penggantian pasir mangan adalah 60%.

## 5. Pencucian Pasir Mangan

Pencucian media pasir mangan berdasarkan wawancara dan hasil kuisioner dengan staff *quality assurance* AMDK X adalah setiap 1 minggu sekali. Namun perusahaan AMDK X melakukan *backwash* atau pencucian media pasir mangan tidak rutin, terkadang hingga 2 minggu sekali. Dampak yang ditimbulkan adalah air yang diolah tercampur dengan kontaminan yang menempel di pasir mangan yang tidak rutin dibersihkan.

Pada Tabel 4.18 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna biru merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) dari pencucian ideal media pasir mangan adalah setiap 1 minggu sekali. Sedangkan dari wawancara dan hasil kuisioner dengan staff *quality assurance*, skala 3 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi eksisting dengan skala besaran resiko dampak yang sedang (sedang) yaitu pencucian media pasir mangan setiap 2 minggu sekali. Media pasir mangan yang tidak rutin di *backwash* akan menyebabkan kontaminan yang menempel pada pasir mangan ikut tercampur pada air.

Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari pencucian pasir mangan adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \textit{Severity} &= \frac{\textit{Nilai skala ideal} - \textit{Nilai skala eksisting}}{\textit{Nilai Skala Ideal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5-3}{5} \times 100\% = 40\%
 \end{aligned}$$

Tabel 4.18 Nilai *Severity* Pencucian Pasir Mangan

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Pasir mangan di <i>backwash</i> setiap 1 minggu sekali	Pasir mangan di <i>backwash</i> setiap 1,5 minggu sekali	Pasir mangan di <i>backwash</i> setiap 2 minggu sekali	Pasir mangan di <i>backwash</i> setiap 2,5 minggu sekali	Pasir mangan di <i>backwash</i> setiap 3 minggu sekali

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada pencucian pasir mangan adalah 40%

## 6. Ukuran Pasir Mangan

Media filter umumnya memiliki variasi dalam ukuran, bentuk, dan komposisi kimia. Setiap media filtrasi memiliki *Effective Size* (ES), termasuk media pasir mangan. Media pasir mangan memiliki *Effective Size* (ES) atau ukuran efektif media filter yaitu 0,35 – 0,70 mm dengan ES tipikal 0,6 mm (SNI 6774:2008). Berdasarkan wawancara dengan staff *quality control* dan hasil survei, ukuran media pasir mangan yang digunakan pada unit filtrasi perusahaan AMDK X adalah 0,50 mm sesuai dengan rentang ES media pasir mangan. Dampak yang ditimbulkan adalah dapat meningkatnya efektifitas unit filtrasi dalam menyaring partikel kasar pada air karena ukuran media pasir mangan yang sesuai.

Tabel 4.19 Nilai *Severity* Ukuran Pasir Mangan

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
ES 0,60 – 0,70 mm	ES 0,40 – 0,50 mm	ES 0,35 – 0,40 mm	ES 0,20 – 0,30 mm	ES <0,20 mm

Pada Tabel 4.19 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna biru merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) dari *effective size* media pasir mangan yaitu 0,60 – 0,70 mm. Sedangkan dari wawancara dengan staff *quality control* dan hasil survei, skala 4 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi eksisting dengan skala besaran resiko dampak yang kecil (baik) yaitu ukuran media pasir mangan yang digunakan sebagai media pada unit filtrasi perusahaan AMDK X adalah 0,50 mm. Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari ukuran pasir mangan adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 Severity &= \frac{\text{Nilai skala ideal} - \text{Nilai skala eksisting}}{\text{Nilai Skala Ideal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5-4}{5} \times 100\% = 20\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada ukuran pasir mangan adalah 20%.

## 7. Penggantian Karbon Aktif

Berdasarkan wawancara dan hasil kuisioner dengan staff *quality control* perusahaan AMDK X, kondisi ideal dalam

penggantian media karbon aktif adalah setiap 3 tahun sekali. Namun kondisi perusahaan AMDK X mengganti karbon aktif setelah 4,5 tahun sekali. Dampak yang ditimbulkan adalah partikel-partikel kasar tidak dapat tersaring, serta bau, warna maupun rasa pada air juga tidak dapat dihilangkan. Hal itu dapat mempengaruhi kualitas AMDK perusahaan X.

Tabel 4.20 Nilai *Severity* Penggantian Karbon Aktif

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Karbon aktif diganti setiap 3 tahun sekali	Karbon aktif diganti setiap 3,5 tahun sekali	Karbon aktif diganti setiap 4 tahun sekali	Karbon aktif diganti setiap 4,5 tahun sekali	Karbon aktif diganti setiap 5 tahun sekali

Pada Tabel 4.20 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna biru merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) dari media karbon aktif pada unit filtrasi yang diganti sesuai jadwal yaitu 3 tahun sekali. Sedangkan dari wawancara dan hasil kuisioner dengan staff *quality control*, skala 2 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi eksisting dengan skala besaran resiko dampak yang parah (buruk) yaitu penggantian media karbon aktif setiap 4,5 tahun sekali. Media karbon aktif yang tidak diganti sesuai jadwal akan menyebabkan partikel-partikel kasar pada air tidak dapat tersaring dengan baik, juga bau, warna maupun rasa pada air tidak dapat dihilangkan, serta menurunkan kualitas AMDK. Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari penggantian karbon aktif adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Severity} &= \frac{\text{Nilai skala ideal} - \text{Nilai skala eksisting}}{\text{Nilai Skala Ideal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5-2}{5} \times 100\% = 60\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada penggantian karbon aktif adalah 60%.

## 8. Pencucian Karbon Aktif

Pencucian media karbon aktif berdasarkan wawancara dan hasil kuisisioner dengan staff *quality assurance* AMDK X adalah setiap 1 minggu sekali. Namun perusahaan AMDK X melakukan *backwash* atau pencucian media karbon aktif tidak rutin, terkadang hingga 2 minggu sekali. Dampak yang ditimbulkan adalah air yang diolah tercampur dengan kontaminan yang menempel di karbon aktif yang tidak rutin dibersihkan.

Pada Tabel 4.21 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna biru merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) dari pencucian ideal media karbon aktif adalah setiap 1 minggu sekali. Sedangkan dari wawancara dan hasil kuisisioner dengan staff *quality assurance*, skala 3 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi eksisting dengan skala besaran resiko dampak yang sedang (sedang) yaitu pencucian media karbon aktif setiap 2 minggu sekali. Media karbon aktif yang tidak rutin di *backwash* akan menyebabkan kontaminan yang menempel pada karbon aktif ikut tercampur pada air. Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari pencucian karbon aktif adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Severity} &= \frac{\text{Nilai skala ideal} - \text{Nilai skala eksisting}}{\text{Nilai Skala Ideal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5-3}{5} \times 100\% = 40\%
 \end{aligned}$$

Tabel 4.21 Nilai *Severity* Pencucian Karbon Aktif

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Karbon aktif di <i>backwash</i> setiap 1 minggu sekali	Karbon aktif di <i>backwash</i> setiap 1,5 minggu sekali	Karbon aktif di <i>backwash</i> setiap 2 minggu sekali	Karbon aktif di <i>backwash</i> setiap 2,5 minggu sekali	Karbon aktif di <i>backwash</i> setiap 3 minggu sekali

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada pencucian karbon aktif adalah 40%.

## 9. Jenis Karbon Aktif

Berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No. 705 tahun 2003 tentang persyaratan teknis industri air minum dalam kemasan dan perdagangannya, jenis karbon aktif yang dapat digunakan dalam industri AMDK adalah berasal dari batu bara atau batok kelapa. Jenis media karbon aktif yang digunakan pada unit filtrasi AMDK X adalah batok kelapa. Karbon aktif dari tempurung kelapa memiliki tingkat kemurnian dan rapat massa yang tinggi sehingga mempermudah dalam proses penanganan, kandungan abu yang dihasilkan rendah, dan daya serap yang tinggi (Setiawati dan Suroto, 2010).

Pada Tabel 4.22 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) pada jenis karbon aktif yang terbuat dari tempurung kelapa. Sedangkan dari wawancara dan hasil kuisisioner dengan staff *quality control*, jenis karbon aktif yang digunakan sebagai media pada unit filtrasi perusahaan AMDK X adalah jenis karbon aktif dari tempurung kelapa.



Tabel 4.22 Nilai *Severity* Jenis Karbon Aktif

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Karbon aktif dari tempurung kelapa	Karbon aktif dari batu bara	Karbon aktif dari potongan kayu	Karbon aktif dari serbuk kayu	Karbon aktif dari sekam padi

Jadi kondisi eksisting sesuai dengan skala 5 atau kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik). Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari jenis karbon aktif adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Severity} &= \frac{\text{Nilai skala ideal} - \text{Nilai skala eksisting}}{\text{Nilai Skala Ideal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5-5}{5} \times 100\% = 0\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada jenis karbon aktif adalah 0%.

### C. Penentuan *Severity* pada Unit Cartridge Filter

#### 1. Penggantian Membran *Cartridge Filter*

Berdasarkan wawancara, hasil kuisioner dengan staff *quality control* perusahaan AMDK X, dan peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 2005 tentang *Membrane Filtration Guidance Manual* kondisi ideal dalam penggantian membran *cartridge filter* adalah setiap 1 bulan sekali. Namun

perusahaan AMDK X mengganti membran *cartridge filter* secara tidak rutin, terkadang hingga 2 bulan sekali. Dampak yang ditimbulkan adalah partikel-partikel halus yang mengkontaminasi air tidak dapat tersaring dan dapat mempengaruhi kualitas AMDK perusahaan X.

Tabel 4.23 Nilai *Severity* Penggantian Membran *Cartridge Filter*

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Membran <i>cartridge filter</i> diganti setiap 1 bulan sekali	Membran <i>cartridge filter</i> diganti setiap 1,5 bulan sekali	Membran <i>cartridge filter</i> diganti setiap 2 bulan sekali	Membran <i>cartridge filter</i> diganti setiap 2,5 bulan sekali	Membran <i>cartridge filter</i> diganti setiap 3 bulan sekali

Pada Tabel 4.23 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna biru merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) dari membran unit *cartridge filter* yang diganti sesuai jadwal yaitu 1 bulan sekali. Sedangkan dari wawancara dan hasil kuisioner dengan staff *quality control*, skala 3 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi eksisting dengan skala besaran resiko dampak yang sedang (sedang) yaitu penggantian membran *cartridge filter* setiap 2 bulan sekali. Membran *cartridge filter* yang tidak diganti sesuai jadwal akan menyebabkan partikel-partikel halus pada air tidak dapat tersaring dengan baik dan menurunkan kualitas AMDK. Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari penggantian membran *cartridge filter* adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Severity} &= \frac{\text{Nilai skala ideal} - \text{Nilai skala eksisting}}{\text{Nilai Skala Ideal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5-3}{5} \times 100\% = 40\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada penggantian membran *cartridge filter* adalah 40%.

## 2. Pencucian Membran *Cartridge Filter*

Pencucian membran *cartridge filter* berdasarkan wawancara hasil kuisisioner dengan staff *quality assurance* AMDK X, dan *United States Environmental Protection Agency* tahun 2005 tentang *Membrane Filtration Guidance Manual* adalah setiap 1 minggu sekali. Namun perusahaan AMDK X melakukan *backwash* atau pencucian membran *cartridge filter* secara tidak rutin, terkadang hingga 2 minggu sekali. Dampak yang ditimbulkan adalah air yang diolah tercampur dengan kontaminan yang menempel pada membran *cartridge filter* yang tidak rutin dibersihkan.

Pada Tabel 4.24 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna biru merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) dari pencucian ideal membran *cartridge filter* adalah setiap 1 minggu sekali. Sedangkan dari wawancara dan hasil kuisisioner dengan staff *quality assurance*, skala 3 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi eksisting dengan skala besaran resiko dampak yang sedang (sedang) yaitu pencucian membran *cartridge filter* setiap 2 minggu sekali. Membran *cartridge filter* yang tidak rutin di *backwash* akan menyebabkan kontaminan yang menempel pada membran ikut tercampur pada air.

Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari pencucian membran *cartridge filter* adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$Severity = \frac{Nilai skala ideal - Nilai skala eksisting}{Nilai Skala Ideal} \times 100\%$$

$$= \frac{5-3}{5} \times 100\% = 40\%$$

Tabel 4.24 Nilai *Severity* Pencucian Membran *Cartridge Filter*

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Membran <i>cartridge filter</i> di <i>backwash</i> setiap 1 minggu sekali	Membran <i>cartridge filter</i> di <i>backwash</i> setiap 1,5 minggu sekali	Membran <i>cartridge filter</i> di <i>backwash</i> setiap 2 minggu sekali	Membran <i>cartridge filter</i> di <i>backwash</i> setiap 2,5 minggu sekali	Membran <i>cartridge filter</i> di <i>backwash</i> setiap 3 minggu sekali

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada pencucian membran *cartridge filter* adalah 40%.

### 3. Ukuran Membran *Cartridge Filter*

Ukuran membran *cartridge filter* yang ada di pasaran adalah 1 μ, 3 μ, 5 μ, dan 10 μ. Semakin kecil ukuran membran maka semakin baik karena partikel-partikel halus akan hilang. Berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No. 705 Tahun 2003 tentang persyaratan teknis industri air minum dalam kemasan dan perdagangannya, penyaringan dengan mikrofilter seperti *cartridge filter* harus berukuran maksimal 10 μ. Ukuran membran yang digunakan pada unit-unit *cartridge filter* di perusahaan AMDK X adalah 1 μ. Maka

membran *cartridge filter* yang digunakan oleh perusahaan AMDK X sudah sesuai.

Tabel 4.25 Nilai *Severity* Ukuran Membran *Cartridge Filter*

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Ukuran membran <i>cartridge filter</i> 1 $\mu$	Ukuran membran <i>cartridge filter</i> 3-5 $\mu$	Ukuran membran <i>cartridge filter</i> 10 $\mu$	Ukuran membran <i>cartridge filter</i> 15 $\mu$	Ukuran membran <i>cartridge filter</i> >15 $\mu$

Pada Tabel 4.25 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) pada ukuran membran *cartridge filter* yang digunakan adalah 1  $\mu$ . Sedangkan dari wawancara dan hasil kuisioner dengan staff *quality control*, ukuran membran yang digunakan pada unit *cartridge filter* perusahaan AMDK X adalah 1  $\mu$ . Jadi kondisi eksisting sesuai dengan skala 5 atau kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik). Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari ukuran membran *cartridge filter* adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Severity} &= \frac{\text{Nilai skala ideal} - \text{Nilai skala eksisting}}{\text{Nilai Skala Ideal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5-5}{5} \times 100\% = 0\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada ukuran membran *cartridge filter* adalah 0%.

## D. Penentuan Severity Unit Ozone Generator

### 1. Penggantian Ozone Generator

Berdasarkan wawancara dan hasil kuisioner dengan staff *quality control* AMDK X, *ozone generator* harus diganti setiap 5 tahun sekali. Namun *ozone generator* yang ada di sistem produksi AMDK X sudah digunakan selama hampir 9 tahun lebih dan belum diganti dengan *ozone generator* baru. Dampak yang ditimbulkan adalah bakteri patogen seperti bakteri *Escherichia Coli* yang terkandung dalam air tidak hilang dan dapat mempengaruhi kesehatan konsumen AMDK X.

Tabel 4.26 Nilai Severity Penggantian Ozone Generator

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Ozone Generator diganti setiap 5 tahun sekali	Ozone Generator diganti setiap 6 tahun sekali	Ozone Generator diganti setiap 7 tahun sekali	Ozone Generator diganti setiap 8 tahun sekali	Ozone Generator diganti setiap 9 tahun sekali

Pada Tabel 4.26 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna biru merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) dari penggantian *ozone generator* setiap 5 tahun sekali. Sedangkan dari wawancara dan hasil kuisioner dengan staff *quality assurance*, skala 1 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi eksisting dengan skala besaran resiko dampak yang sangat parah (sangat buruk) yaitu penggantian *ozone generator* setelah 9 tahun. Penggunaan *Ozone Generator* yang digunakan melebihi daya fungsinya tidak dapat menghilangkan bakteri patogen seperti bakteri *Escherichia Coli* secara efektif. Kandungan bakteri patogen pada air dapat

membahayakan konsumen AMDK X, karena dapat menyebabkan penyakit infeksi seperti diare. Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari penggantian *ozone generator* adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \textit{Severity} &= \frac{\textit{Nilai skala ideal} - \textit{Nilai skala eksisting}}{\textit{Nilai Skala Ideal}} \times 100\% \\ &= \frac{5-1}{5} \times 100\% = 80\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada penggantian *ozone generator* adalah 80%.

## 2. Kadar Ozon

Berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian No. 96 Tahun 2011 tentang persyaratan teknis industri air minum dalam kemasan, proses desinfeksi dengan ozon dapat dilakukan dalam tangki pencampur ozon atau injeksi ozon dalam pipa, sedangkan kadar ozon yang digunakan untuk proses desinfeksi air baku adalah 0,2-0,6 ppm dengan kadar residu antara 0,1 – 0,4 ppm. Proses desinfeksi dengan ozon pada perusahaan AMDK X menggunakan injeksi ozon dalam pipa dan kadar ozon yang digunakan adalah sebesar 0,5 ppm dengan kadar residu 0,1 ppm. Namun kadar ozon dan kadar residu ozon pada *ozone generator* perusahaan AMDK X masih belum sesuai, karena masih terdapat bakteri *Escherichia Coli* yang lolos setelah efluen *ozone injection*.

Pada Tabel 4.27 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) pada kadar ozon yang diberikan adalah 0,5 – 0,6 ppm dan kadar residu ozon yang tersisa dalam air adalah 0,1 – 0,4 ppm. Sedangkan dari wawancara dan hasil kuisioner dengan staff *quality assurance*, kadar ozon yang diberikan pada proses *ozone injection* adalah 0,5 ppm dan kadar residu ozon yang tersisa dalam air adalah 0,1 ppm.

Tabel 4. 27 Nilai *Severity* Kadar Ozon

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Kadar Ozon 0,5-0,6 ppm dan Kadar residu ozon 0,1 – 0,4 ppm	Kadar Ozon 0,3-0,4 ppm dan Kadar residu ozon 0,1 – 0,4 ppm	Kadar Ozon 0,2 ppm dan Kadar residu ozon 0,1 – 0,4 ppm	Kadar Ozon 0,1 ppm dan Kadar residu ozon <0,1 ppm	Kadar Ozon <0,1 ppm dan Kadar residu ozon <0,1 ppm

Jadi kondisi eksisting sesuai dengan skala 5 atau kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik). Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari kadar ozon adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Severity} &= \frac{\text{Nilai skala ideal} - \text{Nilai skala eksisting}}{\text{Nilai Skala Ideal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5-5}{5} \times 100\% = 0\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada kadar ozon adalah 0%

## E. Penentuan *Severity* Unit Reverse Osmosis

### 1. Penggantian Membran *Reverse Osmosis*

Berdasarkan wawancara dan hasil kuisisioner dengan staff *quality control* perusahaan AMDK X, kondisi ideal dalam penggantian membran *reverse osmosis* adalah setiap 3 tahun sekali. Namun kondisi perusahaan AMDK X mengganti membran



*reverse osmosis* setelah 4,5 tahun sekali. Dampak yang ditimbulkan adalah partikel-partikel halus tidak dapat tersaring dengan baik. Hal itu dapat mempengaruhi kualitas AMDK perusahaan X.

Tabel 4.28 Nilai *Severity* Penggantian Membran *Reverse Osmosis*

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Membran RO diganti setiap 3 tahun sekali	Membran RO diganti setiap 3,5 tahun sekali	Membran RO diganti setiap 4 tahun sekali	Membran RO diganti setiap 4,5 tahun sekali	Membran RO diganti setiap 5 tahun sekali

Pada Tabel 4.28 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna biru merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) dari membran unit *reverse osmosis* yang diganti sesuai jadwal yaitu 3 tahun sekali. Sedangkan dari wawancara dan hasil kuisisioner dengan staff *quality control*, skala 2 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi eksisting dengan skala besaran resiko dampak yang parah (buruk) yaitu penggantian membran *reverse osmosis* setiap 4,5 tahun sekali. Membran *reverse osmosis* yang tidak diganti sesuai jadwal akan menyebabkan partikel-partikel halus, garam-garam anorganik, ion, bakteri dan virus pada air tidak dapat tersaring dengan baik dan menurunkan kualitas AMDK. Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari penggantian membran *reverse osmosis* adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Severity} &= \frac{\text{Nilai skala ideal} - \text{Nilai skala eksisting}}{\text{Nilai Skala Ideal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5-2}{5} \times 100\% = 60\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada penggantian membran *reverse osmosis* adalah 60%.

## 2. Pencucian Membran *Reverse Osmosis*

Pencucian membran *reverse osmosis* berdasarkan wawancara dan hasil kuisioner dengan staff *quality assurance* AMDK X adalah setiap 1 minggu sekali. Namun perusahaan AMDK X melakukan *backwash* atau pencucian membran *reverse osmosis* secara tidak rutin, terkadang hingga 2 minggu sekali. Dampak yang ditimbulkan adalah air yang diolah tercampur dengan kontaminan yang menempel pada membran *reverse osmosis* yang tidak rutin dibersihkan.

Pada Tabel 4.29 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna biru merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) dari pencucian ideal membran *reverse osmosis* adalah setiap 1 minggu sekali. Sedangkan dari wawancara dan hasil kuisioner dengan staff *quality assurance*, skala 3 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi eksisting dengan skala besaran resiko dampak yang sedang (sedang) yaitu pencucian membran *reverse osmosis* setiap 2 minggu sekali. Membran *reverse osmosis* yang tidak rutin di *backwash* akan menyebabkan kontaminan yang menempel pada membran ikut tercampur pada air.

Tabel 4.29 Nilai *Severity* Pencucian Membran *Reverse Osmosis*

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Membran RO di <i>backwash</i> setiap 1 minggu sekali	Membran RO di <i>backwash</i> setiap 1,5 minggu sekali	Membran RO di <i>backwash</i> setiap 2 minggu sekali	Membran RO di <i>backwash</i> setiap 2,5 minggu sekali	Membran RO di <i>backwash</i> setiap 3 minggu sekali

Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari pencucian membran *reverse osmosis* adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Severity} &= \frac{\text{Nilai skala ideal} - \text{Nilai skala eksisting}}{\text{Nilai Skala Ideal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5-3}{5} \times 100\% = 40\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada pencucian membran *reverse osmosis* adalah 40%.

### 3. Ukuran Membran *Reverse Osmosis*

Berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No. 705 Tahun 2003 tentang persyaratan teknis industri air minum dalam kemasan dan perdagangannya, penyaringan dengan mikrofilter seperti *reverse osmosis* harus berukuran maksimal 10  $\mu$ . Ukuran membran yang digunakan pada unit *reverse osmosis* di perusahaan AMDK X adalah 0,001  $\mu$  dan 0,0001  $\mu$ . Maka membran *reverse osmosis* yang digunakan oleh perusahaan AMDK X sudah sesuai dan dapat meningkatkan

kualitas air produksi dengan menghilangkan partikel-partikel halus pada air.

Tabel 4.30 Nilai *Severity* Ukuran Membran *Reverse Osmosis*

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Ukuran membran RO $\leq 0,001 \mu$	Ukuran membran RO $0,01 \mu$	Ukuran membran RO $1 \mu$	Ukuran membran RO $5 \mu$	Ukuran membran RO $10 \mu$

Pada Tabel 4.30 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) pada ukuran membran RO yang digunakan adalah  $\leq 0,01 \mu$ . Sedangkan dari wawancara dan hasil kuisisioner dengan staff *quality control*, ukuran membran yang digunakan pada unit *reverse osmosis* perusahaan AMDK X adalah  $0,001 \mu$  dan  $0,0001 \mu$ . Jadi kondisi eksisting sesuai dengan skala 5 atau kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik). Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari ukuran membran *reverse osmosis* adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$Severity = \frac{Nilai skala ideal - Nilai skala eksisting}{Nilai Skala Ideal} \times 100\%$$

$$= \frac{5-5}{5} \times 100\% = 0\%$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada ukuran membran *reverse osmosis* adalah 0%.

## F. Penentuan *Severity* Lampu UV

### 1. Penggantian Lampu UV

Berdasarkan wawancara dan hasil kuisioner dengan staff *quality control* perusahaan AMDK X, serta peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 2011 tentang *Water Treatment Manual* edisi *Disinfection*. kondisi ideal dalam penggantian lampu ultraviolet adalah setiap 12000 jam atau setara dengan 2 tahun sekali. Namun perusahaan AMDK X mengganti lampu UV setiap 3,5 tahun sekali. Dampak yang ditimbulkan adalah bakteri *Escherichia Coli* yang tidak sepenuhnya hilang dalam air dan menyebabkan air produksi masih mengandung bakteri patogen. Keberadaan bakteri *Escherichia Coli* pada air hasil produksi sangat berpengaruh pada kesehatan konsumen

Pada Tabel 4.31 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna biru merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) dari lampu UV yang diganti sesuai jadwal yaitu 2 tahun sekali. Sedangkan dari wawancara dan hasil kuisioner dengan staff *quality control*, skala 2 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi eksisting dengan skala besaran resiko dampak yang parah (buruk) yaitu penggantian lampu UV setiap 3,5 tahun sekali. Penggunaan lampu UV yang digunakan melebihi daya fungsinya tidak dapat menghilangkan bakteri patogen seperti bakteri *Escherichia Coli* secara efektif. Lampu UV sebagai unit desinfeksi terakhir setelah *ozone generator* seharusnya dapat menghilangkan bakteri patogen pada air secara lebih efektif dibanding *ozone generator*. Kandungan bakteri patogen pada air dapat membahayakan konsumen AMDK X, karena dapat menyebabkan penyakit infeksi seperti diare

Tabel 4.31 Nilai *Severity* Penggantian Lampu UV

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Lampu UV diganti setiap 2 tahun sekali	Lampu UV diganti setiap 2,5 tahun sekali	Lampu UV diganti setiap 3 tahun sekali	Lampu UV diganti setiap 3,5 tahun sekali	Lampu UV diganti setiap 4 tahun sekali

Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari penggantian lampu UV adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Severity} &= \frac{\text{Nilai skala ideal} - \text{Nilai skala eksisting}}{\text{Nilai Skala Ideal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5-2}{5} \times 100\% = 60\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada penggantian lampu UV adalah 60%.

## 2. Spesifikasi Lampu UV

Berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No. 705 Tahun 2003 tentang persyaratan teknis industri air minum dalam kemasan dan perdagangannya, lampu UV yang dapat digunakan pada industri air minum dalam kemasan harus memiliki panjang gelombang 245 nm atau 2537 Å dengan intensitas minimum 10.000 mw detik per cm<sup>2</sup>. Lampu UV yang terpasang pada sistem produksi AMDK X sudah memiliki panjang gelombang 254 nm, sesuai dengan peraturan menteri perindustrian dan perdagangan. Hal ini dapat menunjang

dalam menghilangkan bakteri patogen yang masih terlarut di air dan membuat kualitas air menjadi lebih baik.

Tabel 4.32 Nilai *Severity* Spesifikasi Lampu UV

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Spesifikasi lampu UV adalah 254 nm dengan intensitas $\geq 10.000$ mw detik per $cm^2$	Spesifikasi lampu UV adalah 250 nm dengan intensitas $\geq 10.000$ mw detik per $cm^2$	Spesifikasi lampu UV adalah 245 nm dengan intensitas $10.000$ mw detik per $cm^2$	Spesifikasi lampu UV adalah 240 nm dengan intensitas $< 10.000$ mw detik per $cm^2$	Spesifikasi lampu UV adalah $< 240$ nm dengan intensitas $< 10.000$ mw detik per $cm^2$

Pada Tabel 4.32 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) pada spesifikasi lampu UV yang digunakan adalah memiliki panjang gelombang 254 nm dengan intensitas minimal  $10.000$  mw detik per  $cm^2$ . Sedangkan dari wawancara dan hasil kuisisioner dengan staff *quality control*, spesifikasi lampu UV yang digunakan memiliki panjang gelombang 254 nm dengan intensitas  $10.000$  mw detik per  $cm^2$ . Jadi kondisi eksisting sesuai dengan skala 5 atau kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik). Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari spesifikasi lampu UV adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$Severity = \frac{Nilai\ skala\ ideal - Nilai\ skala\ eksisting}{Nilai\ Skala\ Ideal} \times 100\%$$

$$= \frac{5-5}{5} \times 100\% = 0\%$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada spesifikasi lampu UV adalah 0%.

### 3. Waktu Kontak UV

Berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No. 705 Tahun 2003 tentang persyaratan teknis industri air minum dalam kemasan dan perdagangannya, lampu UV harus selalu menyala selama proses produksi AMDK beroperasi. Perusahaan AMDK X selalu menyalakan lampu UV selama proses beroperasi yang berlangsung dalam 2 *shift*. Satu *shift* memiliki periode selama 7 – 8 jam, maka lampu UV perusahaan AMDK X sudah menyala selama 14 – 16 jam setiap harinya. Hal ini dapat meningkatkan kualitas air dan menghindari terjadinya kontaminasi bakteri patogen selama proses produksi berlangsung.

Tabel 4.33 Nilai *Severity* Waktu Kontak Lampu UV

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Menyala selama jam kerja	Menyala saat pengolahan air saja	Menyala hanya 1 <i>shift</i>	Hanya menyala selama 3 jam awal dari jam kerja	Menyala hanya saat akan pengisian

Pada Tabel 4.33 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) pada waktu kontak lampu UV yaitu



menyala selama jam kerja. Sedangkan dari wawancara dan hasil kuisioner dengan staff *quality assurance*, lampu UV menyala sepanjang jam kerja atau 14 – 16 jam kerja (2 *shift*). Jadi kondisi eksisting sesuai dengan skala 5 atau kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik). Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari waktu kontak lampu UV adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Severity} &= \frac{\text{Nilai skala ideal} - \text{Nilai skala eksisting}}{\text{Nilai Skala Ideal}} \times 100\% \\ &= \frac{5-5}{5} \times 100\% = 0\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada waktu kontak lampu UV adalah 0%.

## **G. Penentuan *Severity* Perilaku Pekerja**

### **1. Analisa Kualitas Air**

Berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No. 705 Tahun 2003 tentang persyaratan teknis industri air minum dalam kemasan dan perdagangannya, metode pengujian mutu AMDK harus dilakukan sesuai SNI 01-3554-1998 atau revisinya. Parameter minimal yang diuji adalah pH, kekeruhan, dan cemaran mikroba (total bakteri koliform atau bakteri *Escherichia Coli*). Parameter fisik dan kimiawi harus diuji minimal setiap 3 bulan sekali dan parameter biologis harus diuji minimal seminggu sekali. Perusahaan AMDK X sudah melakukan metode pengujian mutu air dengan parameter pH, kekeruhan, *Total Dissolved Solid* (TDS), dan total bakteri koliform setiap hari, sesuai dengan peraturan menteri perindustrian dan perdagangan. Namun dalam pengujian parameter fisik dan kimiawi (pH, kekeruhan, dan TDS) menggunakan SNI 01-3554-2014, berbeda dengan pengujian parameter biologis (total bakteri koliform atau bakteri *Eshcerichia Coli*) yang menggunakan SNI 01-3554-2006 (Soesanto dan Syauqie, 2018). Hal ini dapat berpengaruh dalam hasil analisa laboratorium yang sudah dilakukan perusahaan

AMDK X, karena baku mutu total bakteri koliform dan bakteri *Escherichia Coli* dalam SNI 01-3554-2014 lebih rendah dibandingkan dalam SNI 01-3554-2006. Semakin rendah baku mutu, maka semakin baik kualitas AMDK. Baku mutu SNI 01-3554-2014 menyatakan bahwa keberadaan bakteri *Eshcerichia Coli* harus 0/250 mL sampel (tidak terdeteksi), sedangkan baku mutu SNI 01-3554-2006 adalah <2/250 mL sampel. Untuk air yang dikonsumsi sebagai air minum, air tersebut sama sekali tidak boleh mengandung bakteri patogen agar tidak menyebabkan penyakit.

Tabel 4.34 Nilai *Severity* Analisa Kualitas Air

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Parameter fisik diuji ≤ 3 bulan sekali, parameter biologis diuji ≤ 1 minggu sekali dengan metode uji sesuai SNI 01-3554-2014	Parameter fisik diuji ≤ 3 bulan sekali, parameter biologis diuji ≤ 1 minggu sekali dengan metode uji sesuai SNI 01-3554-2006	Parameter fisik diuji 4 bulan sekali, parameter biologis diuji 2 minggu sekali dengan metode uji sesuai SNI 01-3554-2014	Parameter fisik diuji 6 bulan sekali, parameter biologis diuji 3 minggu sekali dengan metode uji sesuai SNI 01-3554-2006	Parameter fisik diuji 6 bulan sekali, parameter biologis diuji 4 minggu sekali dengan metode uji sesuai SNI 01-3554-2006

Pada Tabel 4.34 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna biru merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) dari pengujian parameter fisik minimal setiap 3 bulan sekali dan pengujian parameter biologis minimal setiap 1 minggu sekali dengan menggunakan metode uji sesuai SNI 01-3554-2014. Sedangkan dari wawancara dan hasil kuisisioner dengan staff *quality assurance*, skala 4 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi eksisting dengan skala besaran resiko dampak yang kecil (baik) yaitu pengujian

parameter fisik dan parameter biologis yang dilakukan setiap hari, namun metode uji pada parameter biologis masih menggunakan SNI 01-3554-2006. Perbedaan metode uji dan baku mutu yang digunakan dapat menghasilkan data yang bias pada hasil analisa laboratorium AMDK X. Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari analisa kualitas air adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Severity} &= \frac{\text{Nilai skala ideal} - \text{Nilai skala eksisting}}{\text{Nilai Skala Ideal}} \times 100\% \\ &= \frac{5-4}{5} \times 100\% = 20\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada analisa kualitas air adalah 20%.

## 2. Titik Analisa Kualitas Air

Berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No. 705 Tahun 2003 tentang persyaratan teknis industri air minum dalam kemasan dan perdagangannya, pengujian kualitas air selama proses produksi berlangsung harus dilakukan pada semua titik, terutama outlet *ozone injection* agar dapat diketahui kadar residu ozon dan efektifitas dari unit *ozone generator* untuk menghilangkan bakteri patogen yang berhubungan dengan kesehatan konsumen. Namun perusahaan AMDK X hanya melakukan pengujian kualitas pada tiga titik saja, yaitu air baku, outlet unit *cartridge filter*, dan outlet lampu UV. Dampak yang ditimbulkan adalah penghasilan data yang kurang jelas mengenai kadar residu ozon dan efektifitas unit *ozone generator*. Jika unit *ozone generator* tidak efektif, maka bakteri patogen yang terdapat dalam air tidak hilang dan akan mempengaruhi kesehatan konsumen AMDK.

Pada Tabel 4.35 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna biru merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) dari analisa kualitas air pada

semua titik yaitu sumber air baku, efluen rangkaian filtrasi, influen RO dan ozone, efluen RO dan ozone, dan efluen lampu UV.

Tabel 4.35 Nilai *Severity* Titik Analisa Kualitas Air

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Analisa pada semua titik (sumber air baku – efluen filtrasi – influen RO & ozone – efluen RO & ozone – efluen UV)	Analisa pada 4 titik (efluen filtrasi – influen RO & ozone – efluen RO & ozone – efluen UV)	Analisa pada 4 titik (sumber air baku - efluen filtrasi – efluen RO & ozone – efluen UV)	Analisa pada 3 titik (sumber air baku - efluen filtrasi - efluen UV)	Analisa 2 titik (sumber air baku dan efluen UV)

Sedangkan dari wawancara dan hasil kuisioner dengan staff *quality assurance*, skala 2 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi eksisting dengan skala besaran resiko dampak yang parah (buruk) yaitu analisa kualitas air hanya pada 3 titik saja yaitu sumber air baku, efluen rangkaian filtrasi, dan efluen UV. Titik analisa kualitas air yang tidak lengkap menyebabkan tidak adanya data efektifitas proses desinfeksi dari *ozone generator* dalam menghilangkan bakteri patogen seperti *Escherichia Coli*. Padahal keberadaan bakteri patogen dalam air sangat esensial dan berpengaruh langsung terhadap kesehatan konsumen. Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari titik analisa kualitas air adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$Severity = \frac{Nilai skala ideal - Nilai skala eksisting}{Nilai Skala Ideal} \times 100\%$$

$$= \frac{5-2}{5} \times 100\% = 60\%$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada titik analisa kualitas air adalah 60%.

### **3. Sanitasi Pekerja**

Berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No. 705 Tahun 2003 tentang persyaratan teknis industri air minum dalam kemasan dan perdagangannya, terdapat beberapa prosedur standar yang harus diikuti oleh semua pekerja yang terlibat dalam proses produksi AMDK, yaitu memakai pakaian yang bersih, cuci tangan dilakukan pada setiap kegiatan produksi, tidak memakai perhiasan tangan, memakai penutup rambut dan mulut yang efektif, memakai pakaian khusus yang digantung dekat ruang pengisian. Selama proses produksi AMDK, para pekerja sudah mengikuti sebagian besar prosedur standar sesuai peraturan, namun prosedur mencuci tangan yang dilakukan setiap kegiatan produksi dan memakai pakaian khusus belum dilaksanakan dengan baik. Masih terdapat banyak pekerja yang tidak mencuci tangan secara teratur dan tidak memakai pakaian khusus. Dampak yang ditimbulkan adalah menurunnya daya higienis atau kebersihan pada produk AMDK.

Pada Tabel 4.36 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna biru merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) dari para pekerja mengikuti semua prosedur sanitasi pekerja sesuai PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003 yaitu memakai pakaian yang bersih, cuci tangan dilakukan pada setiap kegiatan produksi, tidak memakai perhiasan tangan, memakai penutup rambut dan mulut yang efektif, memakai pakaian khusus yang digantung dekat ruang pengisian. Sedangkan dari hasil survei, skala 3 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi eksisting dengan skala besaran resiko dampak yang sedang (sedang) yaitu melanggar 2 prosedur sanitasi pekerja sesuai PERMERINDAG No. 705 Tahun 2003, prosedur yang dilanggar adalah tidak mencuci tangan pada setiap kegiatan produksi dan memakai pakaian khusus pada

ruang produksi. Hal ini dapat menurunkan daya higienis atau kebersihan pada produk AMDK X.

Tabel 4.36 Nilai *Severity* Sanitasi Pekerja

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Mengikuti semua prosedur sanitasi pekerja sesuai PERMENPER INDAG No. 705 Tahun 2003	Melanggar 1 prosedur sanitasi pekerja sesuai PERMENPER INDAG No. 705 Tahun 2003	Melanggar 2 prosedur sanitasi pekerja sesuai PERMENPER INDAG No. 705 Tahun 2003	Melanggar 3-4 prosedur sanitasi pekerja sesuai PERMENPERI NDAG No. 705 Tahun 2003	Melanggar semua prosedur sanitasi pekerja sesuai PERMENPERI NDAG No. 705 Tahun 2003

Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari sanitasi pekerja adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Severity} &= \frac{\text{Nilai skala ideal} - \text{Nilai skala eksisting}}{\text{Nilai Skala Ideal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5-3}{5} \times 100\% = 40\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada sanitasi pekerja adalah 40%.

#### 4. Sanitasi pada *Water Treatment Plant*

Berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No. 705 Tahun 2003 dan *Standard Operating Procedure* (SOP) sanitasi ruangan perusahaan AMDK X, sanitasi ruangan harus dilaksanakan setiap hari, memiliki drainase yang efektif agar lantai ruang produksi selalu kering, terdapat fasilitas cuci tangan yang mudah dijangkau, dan penempatan dengan benar barang-barang yang tidak berhubungan langsung dengan produk. Namun kondisi yang terjadi adalah drainase dalam ruang produksi tidak efektif dan menyebabkan lantai ruang produksi selalu basah, tidak ada fasilitas cuci tangan yang mudah dijangkau, peletakkan barang-barang yang tidak memiliki hubungan langsung dengan produksi secara sembarangan, dan sanitasi yang dilakukan hanya seminggu sekali. Dampak yang ditimbulkan adalah menurunnya daya higienis atau kebersihan pada AMDK.

Tabel 4.37 Nilai *Severity* Sanitasi pada *Water Treatment Plant*

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Sanitasi dilakukan setiap hari dan mengikuti prosedur sesuai PERMERINDAG No. 705 Tahun 2003	Sanitasi dilakukan setiap 2 hari sekali dan mengikuti prosedur PERMERINDAG No. 705 Tahun 2003	Sanitasi dilakukan setiap 5 hari sekali dan melanggar 1 prosedur PERMERINDAG No. 705 Tahun 2003	Sanitasi dilakukan setiap 1 minggu sekali dan melanggar 3 prosedur PERMERINDAG No. 705 Tahun 2003	Sanitasi dilakukan setiap 2 minggu sekali dan melanggar 5 prosedur PERMERINDAG No. 705 Tahun 2003

Pada Tabel 4.37 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna biru merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko

dampak terkecil (sangat baik) dari para pekerja melakukan sanitasi WTP setiap hari dan mengikuti semua prosedur sesuai PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003 yaitu memiliki drainase yang efektif agar lantai ruang produksi selalu kering, terdapat fasilitas cuci tangan yang mudah dijangkau, dan penempatan dengan benar barang-barang yang tidak berhubungan langsung dengan produk. Sedangkan dari hasil survei, skala 2 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi eksisting dengan skala besaran resiko dampak yang parah (buruk) yaitu melakukan sanitasi setiap 1 minggu sekali dan melanggar 3 prosedur sanitasi pekerja sesuai PERMERINDAG No. 705 Tahun 2003, prosedur yang dilanggar adalah drainase dalam ruang produksi tidak efektif dan menyebabkan lantai ruang produksi selalu basah, tidak ada fasilitas cuci tangan yang mudah dijangkau, peletakkan barang-barang yang tidak memiliki hubungan langsung dengan produksi secara sembarangan. Hal ini dapat menurunkan daya higienis atau kebersihan pada produk AMDK X. Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari sanitasi pada *Water Treatment Plant* adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \textit{Severity} &= \frac{\textit{Nilai skala ideal} - \textit{Nilai skala eksisting}}{\textit{Nilai Skala Ideal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5-2}{5} \times 100\% = 60\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada sanitasi pada *Water Treatment Plant* adalah 60%.

## H. Penentuan *Sevity* Wawasan Pekerja

### 1. Pemahaman pekerja mengenai kualitas air sesuai SNI 3553:2015

Menurut SNI 3553:2015, parameter dalam peraturan ini merupakan persyaratan kualitas air minum yang wajib diikuti dan ditaati oleh seluruh penyelenggara air minum. Berdasarkan wawancara dan hasil kuisioner dengan lima *expert judgement* perusahaan AMDK X, yaitu kepala sub divisi pengelolaan air



bersih, manajer unit bisnis AMDK, staff *quality assurance*, staff *supervisor* produksi, staff *quality control*, dan koordinator produksi, para pekerja perusahaan AMDK X sudah memahami SNI 3553:2015 tentang persyaratan kualitas air mineral ini. Namun setelah dilakukan uji laboratorium, parameter biologis yaitu bakteri *Escherichia Coli* pada air baku, air dari efluen unit-unit pengolahan, dan air produksi masih melebihi baku mutu dari SNI 3553:2015. Dampak yang ditimbulkan adalah AMDK yang diproduksi AMDK X tidak layak dikonsumsi karena masih mengandung bakteri *Escherichia Coli* yang dapat berpengaruh langsung pada kesehatan konsumen.

Tabel 4.38 Nilai *Severity* pemahaman pekerja mengenai kualitas air sesuai SNI 3553:2015

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Tahu, menggunakan, dan hasil analisa sesuai baku mutu	Tidak tahu, menggunakan, dan hasil analisa sesuai baku mutu	Tahu, menggunakan, namun hasil analisa tidak sesuai baku mutu	Tahu, tidak menggunakan, namun hasil analisa tidak sesuai baku mutu	Tidak tahu, tidak menggunakan

Pada Tabel 4.38 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna biru merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) dari para pekerja mengetahui baku mutu kualitas air SNI 3553:2015, menggunakannya sebagai persyaratan kualitas AMDK X, dan hasil analisa laboratorium dibawah baku mutu SNI 3553:2015. Sedangkan dari hasil survei, skala 3 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi eksisting dengan skala besaran resiko dampak yang sedang (sedang)

yaitu para pekerja mengetahui baku mutu kualitas air SNI 3553:2015, menggunakannya sebagai persyaratan kualitas AMDK X, namun hasil analisa laboratorium yang dilakukan melebihi baku mutu SNI 3553:2015, terutama parameter bakteri *Escherichia Coli*. Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari pemahaman para pekerja mengenai kualitas air sesuai SNI 3553:2015 adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Severity} &= \frac{\text{Nilai skala ideal} - \text{Nilai skala eksisting}}{\text{Nilai Skala Ideal}} \times 100\% \\ &= \frac{5-3}{5} \times 100\% = 40\% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada pemahaman para pekerja mengenai kualitas air sesuai SNI 3553:2015 adalah 40%.

## **2. Wawasan Pekerja Terkait Operasional Pabrik Sesuai PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003**

Berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No. 705 Tahun 2003 Pasal 4, perusahaan Industri AMDK dalam melakukan proses produksi wajib menggunakan mesin dan peralatan produksi serta memenuhi ketentuan teknis pada pedoman yang tercantum dalam lampiran. Namun dalam menjalankan produksi AMDK, perusahaan AMDK X tidak mengikuti beberapa ketentuan teknis pada pedoman lampiran PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003, seperti tidak menyediakan fasilitas cuci tangan, pemakaian pakaian khusus dan Alat Pelindung Diri (APD) yang tidak dilakukan sesuai prosedur, dan ketentuan teknis lainnya. Dampak yang ditimbulkan adalah penurunan kualitas AMDK X.

Tabel 4.39 Nilai *Severity* wawasan pekerja terkait operasional pabrik sesuai PERMEPERINDAG No. 705 Tahun 2003

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Tahu, menggunakan, dan mengikuti prosedur sesuai PERMENPERINDAG No.705 Tahun 2003	Tidak tahu, menggunakan, dan mengikuti prosedur sesuai PERMENPERINDAG No.705 Tahun 2003	Tahu, menggunakan, dan melanggar beberapa prosedur sesuai PERMENPERINDAG No.705 Tahun 2003	Tahu, tidak menggunakan, dan melanggar beberapa prosedur sesuai PERMENPERINDAG No.705 Tahun 2003	Tidak tahu, tidak menggunakan

Pada Tabel 4.39 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna biru merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) dari para pekerja mengetahui prosedur operasional pabrik sesuai PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003, menggunakannya sebagai prosedur operasional pabrik AMDK X, mengikuti semua prosedur. Sedangkan dari hasil survei, skala 3 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi eksisting dengan skala besaran resiko dampak yang sedang (sedang) yaitu para pekerja mengetahui prosedur operasional pabrik sesuai PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003, menggunakannya sebagai prosedur operasional pabrik AMDK X, namun melanggar beberapa prosedur. Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari wawasan pekerja terkait operasional pabrik sesuai PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003 adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$Severity = \frac{Nilai skala ideal - Nilai skala eksisting}{Nilai Skala Ideal} \times 100\%$$

$$= \frac{5-3}{5} \times 100\% = 40\%$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada wawasan pekerja terkait operasional pabrik sesuai PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003 adalah 40%.

### **3. Pelatihan Mengenai Sistem Manajemen Kualitas Air Minum Sesuai SNI 01-4852-1998**

Berdasarkan SNI 01-4852-1998, upaya untuk meningkatkan keamanan produk konsumsi seperti produk pangan dan minuman, setiap produsen harus memiliki pedoman penerapan HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*) dalam manajemen kualitas produknya agar keamanan dan kualitas produk tersebut dapat terjamin. Dari wawancara dan hasil kuisisioner dengan kepala sub divisi pengelolaan air bersih, perusahaan AMDK X belum memiliki pelatihan manajemen kualitas HACCP untuk produk AMDK X. Dampak yang ditimbulkan adalah keamanan dan kualitas AMDK X belum terjamin.

Pada Tabel 4.40 dijelaskan bahwa skala 5 pada kolom berwarna biru merupakan kondisi ideal dengan skala besaran resiko dampak terkecil (sangat baik) dari para pekerja mengetahui dan mengikuti pelatihan manajemen kualitas HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*) sesuai SNI 01-4852-1998. Sedangkan dari hasil survei, skala 1 pada kolom berwarna merah merupakan kondisi eksisting dengan skala besaran resiko dampak yang sangat parah (sangat buruk) yaitu para pekerja tidak mengetahui soal pelatihan manajemen kualitas HACCP sesuai SNI 01-4852-1998 dan tidak mengikuti pelatihan manajemen kualitas apapun.

Tabel 4.40 Nilai *Severity* Pelatihan mengenai sistem manajemen kualitas air minum sesuai SNI 01-4852-1998

Skala Besaran Risiko				
0	1	2	3	4
Sangat kecil	Kecil	Sedang	Parah	Sangat parah
Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Tahu dan mengikuti pelatihan manajemen kualitas sesuai SNI 01-4852-1998	Tahu, tetapi baru mulai mengikuti pelatihan manajemen kualitas sesuai SNI 01-4852-1998	Tahu dan tidak mengikuti pelatihan manajemen kualitas sesuai SNI 01-4852-1998	Tidak tahu, berencana untuk mengikuti pelatihan manajemen kualitas sesuai SNI 01-4852-1998	Tidak tahu, tidak mengikuti pelatihan manajemen kualitas apapun

Maka dari hasil perkiraan kondisi eksisting dapat diketahui nilai *severity* dari pelatihan mengenai sistem manajemen kualitas air minum sesuai SNI 01-4852-1998 adalah dengan perhitungan matematis sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Severity} &= \frac{\text{Nilai skala ideal} - \text{Nilai skala eksisting}}{\text{Nilai Skala Ideal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5-1}{5} \times 100\% = 80\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, nilai *severity* pada pelatihan mengenai sistem manajemen kualitas air minum sesuai SNI 01-4852-1998 adalah 80%.

#### 4.1.8.3 Pemberian Peringkat *Severity* pada tiap entitas

Setelah penentuan persentase nilai *severity* sudah dilakukan pada tiap entitas dari *fishbone analysis*, maka dari

Tabel 3.3 dapat ditentukan peringkat *severity* sesuai rentang nilai. Peringkat *severity* tiap entitas disajikan pada Tabel 4.41.

Tabel 4.41 Peringkat *Severity*

<b>Air Baku</b>		
<b>Entitas</b>	<b>Nilai Severity</b>	<b>Peringkat</b>
Kualitas Air Baku	0%	1
Jarak sumber air baku dengan pabrik	0%	1
Kualitas Pompa	60%	3
<b>Filtrasi</b>		
<b>Entitas</b>	<b>Nilai Severity</b>	<b>Peringkat</b>
Penggantian pasir silika	60%	3
Pencucian pasir silika	40%	2
Ukuran pasir silika	0%	1
Penggantian pasir mangan	60%	3
Pencucian pasir mangan	40%	2
Ukuran pasir mangan	20%	1
Penggantian karbon aktif	60%	3
Pencucian karbon aktif	40%	2
Jenis karbon aktif	0%	1
<b>Cartridge Filter</b>		
<b>Entitas</b>	<b>Nilai Severity</b>	<b>Peringkat</b>
Penggantian membran	40%	2
Pencucian membran	40%	2
Ukuran membran	0%	1
<b>Ozone Generator</b>		
<b>Entitas</b>	<b>Nilai Severity</b>	<b>Peringkat</b>
Penggantian <i>ozone generator</i>	80%	4
Kadar ozon	0%	1
<b>Reverse Osmosis</b>		
<b>Entitas</b>	<b>Nilai Severity</b>	<b>Peringkat</b>
Penggantian membran	60%	3
Pencucian membran	40%	2
Ukuran membran	0%	1
<b>Lampu UV</b>		

<b>Entitas</b>	<b>Nilai Severity</b>	<b>Peringkat</b>
Penggantian lampu UV	60%	3
Spesifikasi lampu UV	0%	1
Waktu kontak lampu UV	0%	1
<b>Perilaku Pekerja</b>		
<b>Entitas</b>	<b>Nilai Severity</b>	<b>Peringkat</b>
Analisa kualitas air	20%	1
Titik analisa kualitas air	60%	3
Sanitasi pekerja	40%	2
Sanitasi pada <i>Water Treatment Plant</i>	60%	3
<b>Wawasan Pekerja</b>		
<b>Entitas</b>	<b>Nilai Severity</b>	<b>Peringkat</b>
Pemahaman pekerja mengenai kualitas air sesuai SNI 3553:2015	40%	2
Wawasan pekerja terkait operasional pabrik sesuai PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003	40%	2
Pelatihan mengenai sistem manajemen kualitas air minum sesuai SNI 01-4852-1998	80%	4

#### 4.1.8.4 Penentuan Nilai *Occurance*

Setelah diperoleh nilai *severity* dari masing-masing entitas, maka dapat ditentukan nilai *occurrencenya*. Nilai *occurrence* adalah frekuensi atau seberapa sering kegagalan dapat terjadi pada sistem produksi. Berikut adalah tabel penilaian *occurrence* pada tiap faktor resiko.

Tabel 4.42 Penilaian *Occurance* Air Baku

No	Penyebab Potensial	Frekuensi Terjadi Kegagalan dalam setahun				
		1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
1	Kualitas air baku					
2	Jarak sumber air baku dengan pabrik					
3	Kualitas pompa					

Dari data sekunder satu tahun dan data primer analisa laboratorium pada sumber air baku, parameter bakteri *Escherichia Coli* menunjukkan hasil yang sesuai dengan baku mutu SNI 3553:2015, yaitu 0/250 mL sampel atau tidak terdeteksi, maka kualitas air baku sudah sesuai dengan standar dan dapat selalu digunakan sebagai bahan baku AMDK X (skala 1). Dari hasil survei dan wawancara, jarak sumber air baku dengan pabrik tidak pernah mengalami perubahan dan sudah sesuai dengan PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003, maka tidak terjadi kegagalan (skala 1). Sedangkan dari hasil survei dan wawancara, kualitas pompa pada sumber air baku selalu mengalami kerusakan setiap 3 bulan sekali, maka kegagalan sering terjadi sekitar 4 kali setiap tahunnya (skala 4).

Tabel 4.43 Penilaian *Occurance* Filtrasi

No	Penyebab Potensial	Frekuensi Terjadi Kegagalan dalam setahun				
		1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
1	Penggantian pasir silika					
2	Pencucian pasir silika					
3	Ukuran pasir silika					



No	Penyebab Potensial	Frekuensi Terjadi Kegagalan dalam setahun				
		1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
4	Penggantian pasir mangan					
5	Pencucian pasir mangan					
6	Ukuran pasir mangan					
7	Penggantian karbon aktif					
8	Pencucian karbon aktif					
9	Jenis karbon aktif					

Dari wawancara dan hasil laboratorium, penggantian media pasir silika, pasir mangan, dan karbon aktif yang melebihi waktu idealnya menyebabkan media-media tersebut tidak dapat menyaring partikel-partikel kasar pada air dengan baik, hal itu terbukti dari fluktuasi hasil analisa parameter TDS dan kekeruhan pada efluen unit filtrasi. Oleh karena itu kegagalan sering terjadi (skala 4). Sedangkan pada pencucian media pasir silika, pasir mangan, dan karbon aktif yang sering terlambat hingga 1 minggu menyebabkan kontaminan yang menempel pada media ikut larut dalam air, oleh karena itu frekuensi kegagalan dalam 1 tahun sangat sering terjadi (skala 5). Dari hasil wawancara dan survei, ukuran pasir silika, ukuran pasir mangan, dan jenis karbon aktif yang digunakan pada unit filtrasi AMDK X sudah sesuai, maka tidak pernah terjadi kegagalan dalam 1 tahun (skala 1).

Tabel 4.44 Penilaian *Occurance Cartridge Filter*

No	Penyebab Potensial	Frekuensi Terjadi Kegagalan dalam setahun				
		1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
1	Penggantian membran					
2	Pencucian membran					
3	Ukuran membrane					

Dari hasil wawancara dan survei penggantian membran *cartridge filter* seharusnya dilakukan setiap 1 minggu sekali, namun AMDK X sering terlambat dalam pengantiannya. Hal itu menyebabkan partikel-partikel halus tidak dapat tersaring dengan baik pada air. Maka kegagalan tersebut sering terjadi (skala 4). Sedangkan untuk pencucian membran sangat sering terlambat hingga 1 minggu atau tidak sesuai jadwal, maka kegagalannya sangat sering terjadi dalam 1 tahun (skala 5). Ukuran membran *cartridge filter* sudah sesuai dengan ketentuan teknis PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003 yaitu 1  $\mu$  dan tidak pernah dirubah, maka kegagalan tidak pernah terjadi (skala 1).

Tabel 4.45 Penilaian *Occurance Ozone Generator*

No	Penyebab Potensial	Frekuensi Terjadi Kegagalan dalam setahun				
		1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
1	Penggantian <i>ozone generator</i>					
2	Kadar ozon					

Dari hasil analisa laboratorium dan wawancara, unit *ozone generator* sudah digunakan lebih dari standar 5 tahun, yaitu 9

tahun lamanya. Hal ini dapat memungkinkan proses desinfeksi pada *ozone generator* tidak bekerja secara optimal dalam menghilangkan bakteri patogen karena *ozone generator* sudah digunakan melebihi daya fungsinya, maka kegagalan sangat sering terjadi (skala 5). Sedangkan untuk kadar ozon dan kadar residu ozon pada *ozone generator* sudah sesuai dengan ketentuan teknis PERMEPERINDAG No. 705 Tahun 2003, namun perlu disesuaikan kembali karena keberadaan bakteri patogen pada air setelah proses desinfeksi masih ada, maka kegagalan yang disebabkan kadar ozon cukup sering terjadi (skala 3).

Tabel 4.46 Penilaian *Occurance Reverse Osmosis*

No	Penyebab Potensial	Frekuensi Terjadi Kegagalan dalam setahun				
		1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
1	Penggantian membran					
2	Pencucian membran					
3	Ukuran membran					

Dari hasil analisa laboratorium dan wawancara, penggunaan membran *reverse osmosis* yang melebihi waktu idealnya dan menyebabkan unit RO tidak dapat menyaring partikel-partikel halus, garam-garam organik, ion-ion, bau, rasa, warna, bakteri maupun virus yang terlarut dalam air dengan baik. Hal ini terbukti dari hasil analisa parameter TDS dan kekeruhan yang tidak mengalami penurunan setelah melewati unit RO, maka kegagalan dalam 1 tahun sering terjadi (skala 4). Pencucian membran RO juga sering terlambat hingga 1 minggu dan hal itu menyebabkan kontaminan pada membran ikut larut dalam air, maka kegagalan dalam 1 tahun sangat sering terjadi (skala 5). Ukuran membran RO sudah sesuai dengan ketentuan teknis

PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003, maka kegagalan tidak pernah terjadi (skala 1).

Tabel 4.47 Penilaian *Occurance* lampu UV

No	Penyebab Potensial	Frekuensi Terjadi Kegagalan dalam setahun				
		1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
1	Penggantian lampu UV					
2	Spesifikasi lampu UV					
3	Waktu Kontak UV					

Dari hasil wawancara, survei, dan hasil analisa laboratorium, lampu UV telah digunakan melebihi daya fungsinya dan mengalami keterlambatan penggantian hingga 1,5 tahun. Hal itu dapat menyebabkan lampu UV tidak dapat menghilangkan bakteri patogen dalam air dengan efektif dan menunjukkan dapat terjadi kegagalan pada proses desinfeksi lampu UV (skala 4). Spesifikasi lampu UV dan waktu kontak UV sudah sesuai dengan ketentuan teknis PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003 yaitu memiliki panjang gelombang 254 nm dan dinyalakan selama jam produksi berlangsung. Maka tidak pernah ada kegagalan yang terjadi (skala 1).

Tabel 4.48 Penilaian *Occurance* Perilaku pekerja

No	Penyebab Potensial	Frekuensi Terjadi Kegagalan dalam setahun				
		1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
1	Analisa kualitas air					
2	Titik analisa kualitas air					
3	Sanitasi pekerja					

No	Penyebab Potensial	Frekuensi Terjadi Kegagalan dalam setahun				
		1	2	3	4	5
		$\leq 1$	2	3	4	$\geq 5$
4	Sanitasi pada <i>Water Treatment Plant</i>					

Dari wawancara, survei dan hasil analisa laboratorium analisa kualitas air AMDK X sudah sesuai ketentuan pada PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003, yaitu parameter fisik dan kimiawi harus diuji setiap 3 bulan sekali dan parameter biologis setiap seminggu sekali. AMDK X sudah melakukan uji semua parameter setiap hari. Namun masih menggunakan metode uji parameter biologi SNI 01-3554-2006 yang seharusnya sudah menggunakan SNI 01-3554-2014, hal ini menyebabkan hasil analisa parameter bakteri *E.coli* selalu tidak sesuai dengan baku mutu SNI 3553:2015. Maka kegagalan sering terjadi (skala 4). Titik analisa kualitas air seharusnya diuji pada semua titik, bukan hanya 3 titik saja. Hal ini menyebabkan tidak adanya data pasti mengenai efektifitas proses desinfeksi pada *ozone generator*. Selama 1 tahun pengujian masih tetap dilakukan pada 3 titik saja, maka kegagalan sangat sering terjadi (skala 5). Sanitasi pekerja dan sanitasi pada WTP masih sangat sering melanggar ketentuan teknis PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003 dan selama 1 tahun tidak ada perbaikan *Standard Operating Procedure* (SOP) untuk menghindari dampak kegagalan, maka kegagalan sangat sering terjadi (skala 5).

Tabel 4.49 Penilaian *Occurance* Wawasan pekerja

No	Penyebab Potensial	Frekuensi Terjadi Kegagalan dalam setahun				
		1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
1	Pemahaman pekerja mengenai kualitas air sesuai SNI 3553:2015					
2	Wawasan pekerja terkait operasional pabrik sesuai PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003					
3	Pelatihan mengenai sistem manajemen kualitas air minum sesuai SNI 01-4852-1998					

Dari hasil wawancara dan survei, masih banyak pekerja AMDK X yang belum memahami kualitas air sesuai SNI 3553:2015 dengan benar, maka kegagalan sangat sering terjadi (skala 5). Wawasan pekerja terkait operasional pabrik sesuai PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003 juga masih sangat kurang, karena selama 1 tahun selalu terjadi pelanggaran sanitasi pekerja dan sanitasi ruang produksi. Tidak ada upaya nyata untuk mengurangi dampak kegagalan tersebut, bahkan tidak ada SOP yang mengatur pelanggaran sanitasi tersebut. Maka kegagalan sangat sering terjadi (skala 5). Perusahaan AMDK X juga tidak memiliki pelatihan mengenai sistem manajemen kualitas air minum, termasuk metode HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*) sesuai SNI 01-4852-1998. Maka kegagalan sangat sering terjadi (skala 5).

#### 4.1.8.5 Penentuan Nilai *Detection*

Setelah diperoleh nilai *occurance* dari masing-masing faktor resiko, maka dapat ditentukan nilai *detection*. Nilai *detection* adalah tingkat kemampuan dalam mendeteksi kegagalan yang terjadi pada sistem produksi. Semakin sering kegagalan terjadi, maka semakin rendah kemampuan dalam mendeteksi kegagalan tersebut. Hal itu menyebabkan nilai *occurance* memiliki nilai yang sama dengan nilai *detection*. Berikut adalah tabel penilaian *detection* pada tiap faktor resiko.

Tabel 4.50 Penilaian *Detection* Air Baku

No	Penyebab Potensial	Tingkat deteksi kegagalan				
		1	2	3	4	5
		$\leq 1$	2	3	4	$\geq 5$
1	Kualitas air baku					
2	Jarak sumber air baku dengan pabrik					
3	Kualitas pompa					

Berdasarkan penilaian *occurance* pada kualitas air baku sudah sesuai dengan baku mutu SNI 3553:2015 dan kegagalan belum pernah terjadi (skala 1), maka AMDK X dapat mendeteksi kegagalan dengan sangat mudah dan akurat. Jarak sumber air baku dengan pabrik sudah sesuai kriteria dan tidak pernah berubah, nilai *occurance* menunjukkan tidak pernah ada kegagalan, maka AMDK X dapat mendeteksi kegagalan dengan sangat mudah dan akurat (skala 1). Kualitas pompa air baku memiliki nilai *occurance* pada skala 4 karena sering mengalami kegagalan dalam 1 tahun, yaitu kerusakan pompa setiap 3 bulan sekali. Upaya pencegahan dan pendeteksi kegagalan masih rendah (skala 4).

Tabel 4.51 Penilaian *Detection* Filtrasi

No	Penyebab Potensial	Tingkat deteksi kegagalan				
		1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
1	Penggantian pasir silika					
2	Pencucian pasir silika					
3	Ukuran pasir silika					
4	Penggantian pasir mangan					
5	Pencucian pasir mangan					
6	Ukuran pasir mangan					
7	Penggantian karbon aktif					
8	Pencucian karbon aktif					
9	Jenis karbon aktif					

Berdasarkan nilai *occurrence* penggantian media pasir silika, pasir mangan, dan karbon aktif sering mengalami kegagalan karena fluktuasi hasil laboratorium parameter TDS dan kekeruhan pada efluen unit filtrasi yang sering terjadi selama 1 tahun. Fluktuasi disebabkan penggantian media filtrasi yang terlambat 1,5 tahun. Upaya pendeteksi dan pencegahan kegagalan pada keterlambatan penggantian media filter masih rendah (skala 4). Pencucian pasir silika, pasir mangan, dan karbon aktif juga sering mengalami kegagalan berdasarkan nilai *occurrence* karena sering terjadi keterlambatan *backwash* media filtrasi hingga 1 minggu. Maka AMDK X memiliki kemampuan mendeteksi kegagalan pencucian media filter yang sangat rendah karena tidak ada upaya signifikan terhadap kasus tersebut (skala 5). Ukuran pasir silika, ukuran pasir mangan, dan jenis karbon aktif sudah sesuai kriteria PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003



dan tidak pernah terjadi kegagalan, maka AMDK X dapat mendeteksi kegagalan dengan mudah dan akurat (skala 1).

Tabel 4.52 Penilaian *Detection Cartridge Filter*

No	Penyebab Potensial	Tingkat deteksi kegagalan				
		1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
1	Penggantian membran					
2	Pencucian membran					
3	Ukuran membran					

Berdasarkan nilai *occurrence*, penggantian membran *cartridge filter* sering menyebabkan kegagalan karena keterlambatan penggantian hingga 1 bulan. Hal itu terbukti dari fluktuasi hasil laboratorium parameter TDS dan kekeruhan pada efluen *cartridge filter* selama 1 tahun. Kemampuan AMDK X dalam mendeteksi kegagalan dan upaya pencegahannya masih rendah (skala 4). Pencucian membran sangat sering mengalami kegagalan karena mayoritas pencucian selalu terlambat 1 minggu dalam 1 tahun. Tidak ada upaya pencegahan kasus tersebut dari AMDK X yang menyatakan kemampuan dalam mendeteksi kegagalannya sangat rendah (skala 5). Ukuran membran *cartridge filter* sudah sesuai kriteria dan tidak berubah, maka tidak pernah terjadi kegagalan dan hal itu membuat AMDK X dapat mendeteksi kegagalan dengan mudah dan akurat (skala 1).

Tabel 4.53 Penilaian *Detection Ozone Generator*

No	Penyebab Potensial	Tingkat deteksi kegagalan				
		1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
1	Penggantian <i>ozone generator</i>					
2	Kadar ozon					

Berdasarkan nilai *occurance*, penggantian *ozone generator* sangat sering mengalami kegagalan karena penggunaan *ozone generator* hingga 9 tahun dapat menurunkan daya fungsinya, hal itu menyatakan bahwa AMDK X memiliki kemampuan mendeteksi kegagalan dan upaya pencegahan yang sangat rendah (skala 5). Kadar ozon dan kadar residu ozon sudah sesuai kriteria pada PERMENPERINDAG No. 96 Tahun 2011, namun kenyataannya parameter bakteri *E.Coli* masih terdeteksi pada efluen *ozone*. Maka kegagalan cukup sering terjadi, upaya pendeteksian dan pencegahan kegagalan tersebut adalah sedang (skala 3).

Tabel 4.54 Penilaian *Detection Reverse Osmosis*

No	Penyebab Potensial	Tingkat deteksi kegagalan				
		1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
1	Penggantian membran					
2	Pencucian membran					
3	Ukuran membran					

Berdasarkan nilai *occurance*, penggantian membran RO yang terlambat hingga 1,5 tahun sering mengalami kegagalan karena masih terdapat fluktuasi hasil analisa parameter TDS dan kekeruhan, juga terdeteksi keberadaan bakteri *E.coli* pada efluen RO. Maka upaya pendeteksian kegagalan dan pencegahan AMDK X pada penggantian membran RO masih rendah (skala 4). Pencucian membran RO sangat sering mengalami kegagalan, karena mayoritas terjadi keterlambatan pencucian membran hingga 1 minggu. Maka kemampuan pendeteksian kegagalan dan upaya pencegahan AMDK X pada pencucian membran RO masih sangat rendah (skala 5). Ukuran membran RO yang digunakan sudah sesuai kriteria dan tidak pernah terjadi

kegagalan, maka AMDK X dapat dengan mudah dan akurat dalam mendeteksi ukuran membran RO (skala 1).

Tabel 4.55 Penilaian *Detection* Lampu UV

No	Penyebab Potensial	Tingkat deteksi kegagalan				
		1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
1	Penggantian lampu UV					
2	Spesifikasi lampu UV					
3	Waktu Kontak UV					

Berdasarkan nilai *occurrence*, penggantian lampu UV sering mengalami kegagalan karena keterlambatan penggantian lampu hingga 1,5 tahun. Maka upaya pendeteksian kegagalan dan pencegahan pada penggantian lampu UV masih rendah (skala 4). Spesifikasi dan waktu kontak UV sudah sesuai dengan kriteria dan tidak pernah terjadi kegagalan. AMDK X dapat dengan mudah dan akurat dalam mendeteksi kegagalan pada spesifikasi dan waktu kontak UV (skala 1).

Tabel 4.56 Penilaian *Detection* Perilaku Pekerja

No	Penyebab Potensial	Tingkat deteksi kegagalan				
		1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
1	Analisa kualitas air					
2	Titik analisa kualitas air					
3	Sanitasi pekerja					
4	Sanitasi pada <i>Water Treatment Plant</i>					

Berdasarkan nilai *occurrence*, frekuensi pengujian pada analisa kualitas air sudah sesuai ketentuan pada PERMENPERINDAG

No. 705 Tahun 2003, namun untuk metode uji parameter biologis yang digunakan masih belum sesuai. Hal itu menyebabkan kegagalan sering terjadi dan kemampuan AMDK X dalam mendeteksi kegagalan maupun upaya pencegahan pada kasus tersebut masih rendah (skala 4). Titik analisa kualitas air sangat sering mengalami kegagalan karena pengujian hanya di 3 titik saja dan menyebabkan data analisa laboratorium tidak lengkap sehingga tidak dapat diketahui efektifitas unit-unit pengolahan air. Tidak ada upaya pencegahan dari AMDK X maupun kemampuan pendeteksian kegagalan yang masih sangat rendah (skala 5). Sanitasi pekerja dan sanitasi WTP masih sangat sering mengalami kegagalan karena selalu melanggar prosedur sanitasi pada PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003. Tidak ada upaya pencegahan dan pendeteksian kegagalan yang signifikan dari AMDK X, maka skalanya masih sangat rendah (skala 5).

Tabel 4.57 Penilaian *Detection* Wawasan Pekerja

No	Penyebab Potensial	Tingkat deteksi kegagalan				
		1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
1	Pemahaman pekerja mengenai kualitas air sesuai SNI 3553:2015					
2	Wawasan pekerja terkait operasional pabrik sesuai PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003					
3	Pelatihan mengenai sistem manajemen kualitas air minum sesuai SNI 01-4852-1998					

Berdasarkan nilai occurrence, pekerja AMDK X belum memahami dengan baik mengenai kualitas air sesuai SNI 3553:2015, karena masih terdeteksi adanya bakteri *E.Coli* pada produk akhir AMDK X (terbukti dari hasil analisa laboratorium sekunder selama 1 tahun dan data primer). AMDK X tidak melakukan upaya dalam mendeteksi kegagalan dan mencegah kasus tersebut, maka skala deteksi kegagalan masih sangat rendah (skala 5). Wawasan pekerja terkait operasional pabrik sesuai PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003 juga masih sangat sering mengalami kegagalan, karena masih melanggar beberapa ketentuan teknis, seperti ketentuan sanitasi pekerja dan sanitasi WTP. Kemampuan AMDK X mendeteksi kegagalan dan upaya pencegahan pelanggaran tersebut masih sangat rendah (skala 5). AMDK X tidak memiliki pelatihan manajemen kualitas, terutama sistem manajemen HACCP berdasarkan SNI 01-4852-1998. Hal itu menyebabkan AMDK X memiliki kemampuan dalam mendeteksi kegagalan pada sistem produksinya sangat rendah (skala 5).

#### **4.1.8.6 Perhitungan *Risk Priority Number***

Setelah nilai *severity*, *occurrence*, dan *detection* pada masing-masing faktor resiko sudah ditentukan, maka dapat dihitung nilai RPNnya (*Risk Priority Number*). Hasil perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) disajikan pada Tabel 4.58.

Tabel 4.58 Perhitungan *Risk Priority Number*

Sumber	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	S	O	D	RPN	Prioritas Penanganan
Air Baku	Kualitas air baku melebihi baku mutu	Air baku tidak layak menjadi bahan baku dalam pembuatan AMDK	1	1	1	1	30
	Jarak sumber air baku dengan pabrik tidak sesuai ketentuan PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003	Air baku dapat terkontaminasi oleh air limbah di sekitar lokasi sumber air baku	1	4	4	16	21
	Kualitas pompa tidak sesuai standar	Proses pengolahan air terhambat	3	1	1	3	23
Filtrasi	Penggunaan pasir silika melebihi periode daya penggunaan	Media pasir silika tidak dapat menyaring partikel-partikel kasar dalam air dengan efektif	3	5	5	75	5
	Pencucian pasir silika selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar	Kontaminan yang menempel pada pasir silika ikut larut dalam air	2	5	5	50	12
	Ukuran pasir silika tidak sesuai dengan standar <i>Effective Size</i> SNI 6774:2008	Turunnya efektifitas unit filtrasi untuk memfilter air	1	1	1	1	24
	Penggunaan pasir mangan melebihi periode daya	Media pasir mangan tidak dapat menyaring partikel-partikel kasar dalam	3	5	5	75	6

Sumber	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	S	O	D	RPN	Prioritas Penanganan
	penggunaan	air dengan efektif					
	Pencucian pasir mangan selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar	Kontaminan yang menempel pada pasir mangan ikut larut dalam air	2	5	5	50	13
	Ukuran pasir mangan tidak sesuai dengan standar <i>Effective Size</i> SNI 6774:2008	Turunnya efektifitas unit filtrasi untuk memfilter air	1	1	1	1	25
	Penggunaan karbon aktif melebihi periode daya penggunaan	Media karbon aktif tidak dapat menghilangkan bau, warna, dan rasa dalam air dengan efektif	3	5	5	75	7
	Pencucian karbon aktif selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar	Kontaminan yang menempel pada karbon aktif ikut larut dalam air	2	5	5	50	14
	Jenis karbon aktif tidak sesuai dengan standar PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003	Turunnya efektifitas unit filter untuk memfilter air dan menghilangkan bau, rasa, dan warna pada air	1	1	1	1	25
<i>Cartridge Filter</i>	Penggunaan membran <i>cartridge filter</i> melebihi periode daya penggunaan	Membran CF tidak dapat menyaring partikel-partikel halus dalam air dengan efektif	2	4	4	32	19
	Pencucian membran CF selalu terlambat dan tidak	Kontaminan yang menempel pada membran CF ikut larut dalam air	2	5	5	50	16

Sumber	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	S	O	D	RPN	Prioritas Penanganan
	sesuai jadwal standar						
	Ukuran membran CF tidak sesuai dengan standar peraturan EPA tahun 2011	Turunnya efektifitas unit untuk memfilter air	1	1	1	1	29
Ozone Generator	Penggunaan <i>ozone generator</i> melebihi periode daya penggunaan	Daya <i>ozone generator</i> dalam menghilangkan bakteri patogen menurun dan tidak efektif	4	5	5	100	1
	Kadar ozon tidak sesuai dengan standar	Bakteri patogen dalam air tidak dapat dihilangkan secara efektif	1	3	3	9	22
Reverse Osmosis	Penggunaan membran <i>reverse osmosis</i> melebihi periode daya penggunaan	Membran RO tidak dapat menyaring partikel-partikel yang sangat halus, garam, ion, dan bakteri pada air	3	4	4	48	17
	Pencucian membran RO selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar	Kontaminan yang menempel pada membran RO ikut larut dalam air	2	5	5	50	15
	Ukuran membran RO tidak sesuai dengan standar peraturan EPA tahun 2011	Turunnya efektifitas unit untuk memfilter air	1	1	1	1	26
Lampu UV	Penggunaan lampu UV melebihi periode daya penggunaan	Daya lampu UV dalam menghilangkan bakteri patogen menurun dan tidak efektif	3	4	4	48	18
	Spesifikasi lampu UV tidak	Lampu UV tidak dapat membuat bakteri	1	1	1	1	27



Sumber	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	S	O	D	RPN	Prioritas Penanganan
	sesuai dengan PERMENPERINDAG No.705 Tahun 2003	patogen dalam air sepenuhnya mati					
	Waktu kontak UV menurun selama proses produksi berlangsung	Bakteri patogen dalam air tidak sepenuhnya mati	1	1	1	1	28
Perilaku pekerja	Analisa kualitas air tidak sesuai dengan prosedur pada SNI 3554:2015	Beberapa parameter tidak dapat teruji dengan baik dan menghasilkan data yang bias	1	4	4	16	20
	Tidak melakukan sampling pada semua titik inlet dan outlet WTP	Tidak dapat mengetahui efektifitas proses desinfeksi pada air	3	5	5	75	3
	Sanitasi pekerja tidak dilakukan sesuai SOP	Produk AMDK dapat terkontaminasi bakteri patogen	2	5	5	50	11
	Sanitasi pada <i>Water Treatment Plant</i> tidak dilakukan sesuai SOP	Produk AMDK dapat terkontaminasi bakteri patogen	3	5	5	75	4
Wawasan pekerja	Pemahaman pekerja mengenai kualitas air sesuai SNI 3553:2015 sangat rendah	Tidak dapat mendeteksi adanya penyimpangan pada hasil analisa parameter air jika melebihi baku mutu	2	5	5	50	9

Sumber	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	S	O	D	RPN	Prioritas Penanganan
	Wawasan pekerja terkait operasional pabrik sesuai PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003 sangat rendah	Tidak dapat melaksanakan operasional pabrik sesuai PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003 dan dapat mengganggu proses produksi AMDK	2	5	5	50	10
	Tidak ada pelatihan manajemen kualitas air minum sesuai SNI 01-4852-1998	Tidak dapat mengidentifikasi kegagalan dan penyimpangan pada sistem produksi sehingga mempengaruhi hasil produk AMDK	4	5	5	100	2

#### **4.2 Penentuan Titik Kendali Kritis (*Critical Control Point*)**

Setelah menentukan analisa resiko sebagai prinsip pertama dalam metode *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP) dengan *fishbone analysis* dan FMEA, maka selanjutnya adalah melakukan prinsip kedua. Prinsip kedua dalam metode HACCP adalah identifikasi dan penentuan titik kendali kritis (*Critical Control Point*). Titik kendali kritis ditentukan setelah diagram alir dan analisa resiko proses pengolahan produk sudah teridentifikasi (Daulay, 2014). Namun tidak semua jenis kegagalan dapat ditentukan sebagai titik kendali kritis. Titik kendali kritis adalah sebuah tahapan, titik atau prosedur yang sangat mempengaruhi keamanan air minum dan memiliki resiko yang tinggi jika tidak dikendalikan (Hassan, 2016). Jenis kegagalan yang memiliki pengaruh signifikan dan beresiko tinggi terhadap kualitas AMDK saja yang termasuk sebagai titik kendali kritis. Dalam tabel analisa resiko, peringkat jenis kegagalan ditentukan berdasarkan skor RPN. Skor RPN yang bernilai 100 menduduki peringkat satu dan seterusnya. Setelah menganalisa setiap jenis kegagalan pada tabel analisa resiko, jenis kegagalan dengan skor RPN >40 memiliki efek yang signifikan terhadap keamanan AMDK, karena langsung memberikan pengaruh terhadap karakteristik air seperti kandungan TDS, kekeruhan, dan bakteri patogen dalam air. Jenis-jenis kegagalan ini memiliki resiko yang tinggi jika tidak segera dikendalikan, seperti AMDK yang beresiko tidak layak untuk dikonsumsi karena dapat menyebabkan penyakit pada konsumen. Maka jenis-jenis kegagalan dengan skor RPN >40 ditentukan sebagai titik kendali kritis. Titik kendali kritis pada sistem produksi AMDK X disajikan pada Tabel 4.59 hingga Tabel 4.65.

Tabel 4.59 Titik Kendali Kritis pada Unit Filtrasi

Peringkat	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	Titik Kendali Kritis	RPN
1	Penggunaan pasir silika melebihi periode daya penggunaan	Media pasir silika tidak dapat menyaring partikel-partikel kasar dalam air dengan efektif	Periode penggunaan media pasir silika	75
2	Penggunaan pasir mangan melebihi periode daya penggunaan	Media pasir mangan tidak dapat menyaring partikel-partikel kasar dalam air dengan efektif	Periode penggunaan media pasir mangan	75
3	Penggunaan karbon aktif melebihi periode daya penggunaan	Media karbon aktif tidak dapat menghilangkan bau, warna, dan rasa dalam air dengan efektif	Periode penggunaan media karbon aktif	75
4	Pencucian pasir silika selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar	Kontaminan yang menempel pada pasir silika ikut larut dalam air	Jadwal <i>backwash</i> unit filtrasi	50
5	Pencucian pasir mangan selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar	Kontaminan yang menempel pada pasir mangan ikut larut dalam air	Jadwal <i>backwash</i> unit filtrasi	50
6	Pencucian karbon aktif selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar	Kontaminan yang menempel pada karbon aktif ikut larut dalam air	Jadwal <i>backwash</i> unit filtrasi	50

Tabel 4.60 Titik Kendali Kritis pada Unit *Cartridge Filter*

Peringkat	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	Titik Kendali Kritis	RPN
1	Pencucian membran CF selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar	Kontaminan yang menempel pada membran CF ikut larut dalam air	Jadwal <i>backwash</i> unit <i>cartridge filter</i>	50
2	Penggunaan membran <i>cartridge filter</i> melebihi periode daya penggunaan	Membran CF tidak dapat menyaring partikel-partikel halus dalam air dengan efektif	Periode penggunaan membran <i>cartridge filter</i>	48

Tabel 4.61 Titik Kendali Kritis pada Unit *Reverse Osmosis*

Peringkat	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	Titik Kendali Kritis	RPN
1	Pencucian membran RO selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar	Kontaminan yang menempel pada membran RO ikut larut dalam air	Jadwal <i>backwash</i> unit <i>reverse osmosis</i>	50
2	Penggunaan membran <i>reverse osmosis</i> melebihi periode daya penggunaan	Membran RO tidak dapat menyaring partikel-partikel yang sangat halus, garam, ion, dan bakteri pada air	Periode penggunaan membran <i>reverse osmosis</i>	48

Tabel 4.62 Titik Kendali Kritis pada Unit *Ozone Generator*

<b>Peringkat</b>	<b>Jenis Kegagalan</b>	<b>Resiko Kegagalan</b>	<b>Titik Kendali Kritis</b>	<b>RPN</b>
1	Penggunaan <i>ozone generator</i> melebihi periode daya penggunaan	Daya <i>ozone generator</i> dalam menghilangkan bakteri patogen menurun dan tidak efektif	Periode penggunaan <i>ozone generator</i>	100

Tabel 4.63 Titik Kendali Kritis pada Lampu UV

<b>Peringkat</b>	<b>Jenis Kegagalan</b>	<b>Resiko Kegagalan</b>	<b>Titik Kendali Kritis</b>	<b>RPN</b>
1	Penggunaan lampu UV melebihi periode daya penggunaan	Daya lampu UV dalam menghilangkan bakteri patogen menurun dan tidak efektif	Periode penggunaan lampu UV	48

Tabel 4.64 Titik Kendali Kritis pada Perilaku Pekerja

Peringkat	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	Titik Kendali Kritis	RPN
1	Tidak melakukan sampling pada semua titik inlet dan outlet WTP	Tidak dapat mengetahui efektifitas proses desinfeksi pada air	Titik <i>sampling</i> analisa kualitas air	75
2	Sanitasi pada <i>Water Treatment Plant</i> tidak dilakukan sesuai SOP	Produk AMDK dapat terkontaminasi bakteri patogen	Jadwal sanitasi WTP	75
			Fasilitas yang wajib tersedia pada ruang produksi	
3	Sanitasi pekerja tidak dilakukan sesuai SOP	Produk AMDK dapat terkontaminasi bakteri patogen	Prosedur pakaian dan Alat Pelindung Diri yang wajib diikuti pekerja	50

Tabel 4.65 Titik Kendali Kritis pada Wawasan Pekerja

Peringkat	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	Titik Kendali Kritis	RPN
1	Tidak ada pelatihan manajemen kualitas air minum sesuai SNI 01-4852-1998	Tidak dapat mengidentifikasi kegagalan dan penyimpangan pada sistem produksi sehingga mempengaruhi hasil produk AMDK	Jumlah pelatihan manajemen kualitas air untuk para pekerja	100

<b>Peringkat</b>	<b>Jenis Kegagalan</b>	<b>Resiko Kegagalan</b>	<b>Titik Kendali Kritis</b>	<b>RPN</b>
2	Pemahaman pekerja mengenai kualitas air sesuai SNI 3553:2015 sangat rendah	Tidak dapat mendeteksi adanya penyimpangan pada hasil analisa parameter air jika melebihi baku mutu	Jumlah pelatihan tentang kualitas air	50
3	Wawasan pekerja terkait operasional pabrik sesuai PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003 sangat rendah	Tidak dapat melaksanakan operasional pabrik sesuai PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003 dan dapat mengganggu proses produksi AMDK	Jumlah pelatihan tentang operasional pabrik	50



### 4.3 Penentuan Batas Kritis

Setelah titik kendali kritis pada sistem produksi AMDK X sudah ditetapkan, maka dapat ditentukan batas kritis dari masing-masing titik kendali kritis untuk mempermudah pengendalian resiko. Penentuan batas kritis merupakan prinsip ketiga dari penerapan metode *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP). Prinsip ketiga adalah penetapan batas kritis (*Critical Limit*) terhadap setiap CCP (*Critical Control Point*) yang sudah diidentifikasi. Batas kritis adalah batas toleransi yang dapat diterima dalam pengendalian bahaya dan tidak boleh dilanggar atau dilampaui untuk menghindari hilangnya kendali dalam upaya perbaikan. Penetapan batas kritis dapat menggunakan peraturan-peraturan yang berisi parameter atau baku mutu yang sudah ditetapkan sebagai panduan (Daulay, 2014). Titik kendali kritis dan batas kritis yang disertai acuan yang berlaku disajikan pada Tabel 4.66 hingga Tabel 4.72.

Tabel 4.66 Batas Kritis pada Unit Filtrasi

Peringkat	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Acuan
1	Penggunaan pasir silika melebihi periode daya penggunaan	Media pasir silika tidak dapat menyaring partikel-partikel kasar dalam air dengan efektif	Periode penggunaan media pasir silika	3 Tahun	EPA 1995 <i>Water Treatment Manuals (Filtration)</i>
2	Penggunaan pasir mangan melebihi periode daya penggunaan	Media pasir mangan tidak dapat menyaring partikel-partikel kasar dalam air dengan efektif	Periode penggunaan media pasir mangan	3 Tahun	EPA 1995 <i>Water Treatment Manuals (Filtration)</i>
3	Penggunaan karbon aktif melebihi periode daya penggunaan	Media karbon aktif tidak dapat menghilangkan bau, warna, dan rasa	Periode penggunaan media karbon aktif	2-3 Tahun	EPA 1995 <i>Water Treatment Manuals (Filtration)</i>

Peringkat	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Acuan
		dalam air dengan efektif			
4	Pencucian pasir silika selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar	Kontaminan yang menempel pada pasir silika ikut larut dalam air	Jadwal <i>backwash</i> unit filtrasi	24 jam	SNI 6774:2008
5	Pencucian pasir mangan selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar	Kontaminan yang menempel pada pasir mangan ikut larut dalam air	Jadwal <i>backwash</i> unit filtrasi	24 jam	SNI 6774:2008
6	Pencucian karbon aktif selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar	Kontaminan yang menempel pada karbon aktif ikut larut dalam air	Jadwal <i>backwash</i> unit filtrasi	24 jam	SNI 6774:2008

### Unit Filtrasi

#### 1. Penggunaan pasir silika melebihi periode daya penggunaan

Resiko kegagalan pada jenis kegagalan ini adalah media pasir silika tidak dapat menyaring partikel-partikel kasar dalam air dengan efektif. Titik kendali kritisnya adalah periode penggunaan pasir silika. Media filtrasi seperti pasir silika memiliki daya fungsi atau usia penggunaan agar tetap dapat menyaring partikel kasar dalam air secara efektif. Jika media pasir silika digunakan melebihi daya fungsinya, maka hal itu akan mempengaruhi kualitas AMDK, seperti tidak menurunnya kadar TDS dan kekeruhan dalam air. Maka batas kritis atau batas toleransi penggunaan media pasir silika yang masih

dapat diterima adalah 3 Tahun. Namun penggantian media pasir silika ini harus disesuaikan kembali dengan spesifikasi teknis dari media yang digunakan. Periode penggunaan tersebut terdapat pada peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 1995 tentang *Water Treatment Manual* edisi *Filtration*.

## **2. Penggunaan pasir mangan melebihi periode daya penggunaan**

Resiko kegagalan pada jenis kegagalan ini adalah penggunaan pasir mangan melebihi periode daya penggunaan. Titik kendali kritisnya adalah periode penggunaan pasir mangan. Media filtrasi seperti pasir mangan memiliki daya fungsi atau usia penggunaan agar tetap dapat menyaring partikel kasar dalam air secara efektif. Jika media pasir mangan digunakan melebihi daya fungsinya, maka hal itu akan mempengaruhi kualitas AMDK, seperti tidak menurunnya kadar TDS dan kekeruhan dalam air. Maka batas kritis atau batas toleransi penggunaan media pasir mangan yang masih dapat diterima adalah 3 Tahun. Namun penggantian media pasir mangan ini harus disesuaikan kembali dengan spesifikasi teknis dari media yang digunakan. Periode penggunaan tersebut terdapat pada peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 1995 tentang *Water Treatment Manual* edisi *Filtration*.

## **3. Penggunaan karbon aktif melebihi periode daya penggunaan**

Resiko kegagalan pada jenis kegagalan ini adalah media karbon aktif tidak dapat menghilangkan bau, warna, dan rasa dalam air dengan efektif. Titik kendali kritisnya adalah periode penggunaan karbon aktif. Media filtrasi seperti karbon aktif memiliki daya fungsi atau usia penggunaan agar tetap dapat menghilangkan bau, warna, dan rasa pada air secara efektif. Jika media karbon aktif digunakan melebihi daya fungsinya, maka hal itu akan mempengaruhi kualitas AMDK, seperti tidak hilangnya bau, warna, dan rasa dalam air. Maka batas kritis penggunaan media karbon aktif yang masih dapat diterima adalah 2-3 Tahun. Namun penggantian media karbon aktif ini harus disesuaikan kembali dengan spesifikasi teknis dari

media yang digunakan. Periode penggunaan tersebut terdapat pada peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 1995 tentang *Water Treatment Manual* edisi *Filtration*.

#### **4. Pencucian pasir silika selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar**

Resiko kegagalan pada jenis kegagalan ini adalah kontaminan yang menempel pada pasir silika ikut larut dalam air. Titik kendali kritisnya adalah jadwal *backwash* unit filtrasi. Untuk menjaga efektifitas unit filtrasi dalam menyaring partikel-partikel kasar pada air, perlu adanya perawatan. Salah satu upaya perawatan unit filtrasi adalah *backwash* atau pencucian media. Pencucian media dilakukan agar kontaminan yang menempel pada media dari hasil proses filtrasi dapat luruh dan tidak mempengaruhi kualitas AMDK. Jika pencucian media filtrasi tidak rutin, maka kontaminan yang menempel dapat larut dalam air. Hal itu dapat menaikkan kadar TDS dan kekeruhan dalam air, justru kebalikan dari fungsi unit filtrasi. Maka batas kritis yang dapat diterima dalam pencucian pasir silika adalah 24 jam atau setiap hari. Batas kritis ini mengacu pada SNI 6774:2008.

#### **5. Pencucian pasir mangan selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar**

Resiko kegagalan pada jenis kegagalan ini adalah kontaminan yang menempel pada pasir mangan ikut larut dalam air. Titik kendali kritisnya adalah jadwal *backwash* unit filtrasi. Untuk menjaga efektifitas unit filtrasi dalam menyaring partikel-partikel kasar pada air, perlu adanya perawatan. Salah satu upaya perawatan unit filtrasi adalah *backwash* atau pencucian media. Pencucian media dilakukan agar kontaminan yang menempel pada media dari hasil proses filtrasi dapat luruh dan tidak mempengaruhi kualitas AMDK. Jika pencucian media filtrasi tidak rutin, maka kontaminan yang menempel dapat larut dalam air. Hal itu dapat menaikkan kadar TDS dan kekeruhan dalam air, justru kebalikan dari fungsi unit filtrasi. Maka batas kritis yang dapat diterima dalam pencucian pasir

mangan adalah 24 jam atau setiap hari. Batas kritis ini mengacu pada SNI 6774:2008.

#### 6. Pencucian karbon aktif selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standard

Resiko kegagalan pada jenis kegagalan ini adalah Kontaminan yang menempel pada karbon aktif ikut larut dalam air. Titik kendali kritisnya adalah jadwal *backwash* unit filtrasi. Untuk menjaga efektifitas unit filtrasi dalam menyaring partikel-partikel kasar pada air, perlu adanya perawatan. Salah satu upaya perawatan unit filtrasi adalah *backwash* atau pencucian media. Pencucian media dilakukan agar kontaminan yang menempel pada media dari hasil proses filtrasi dapat luruh dan tidak mempengaruhi kualitas AMDK. Jika pencucian media filtrasi tidak rutin, maka kontaminan yang menempel dapat larut dalam air. Hal itu dapat menaikkan kadar TDS dan kekeruhan dalam air, justru kebalikan dari fungsi unit filtrasi. Maka batas kritis yang dapat diterima dalam pencucian karbon aktif adalah 24 jam atau setiap hari. Batas kritis ini mengacu pada SNI 6774:2008.

Tabel 4.67 Batas Kritis pada Unit *Cartridge Filter*

Peringkat	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Acuan
1	Pencucian membran CF selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar	Kontaminan yang menempel pada membran CF ikut larut dalam air	Jadwal <i>backwash</i> unit <i>cartridge filter</i>	24 jam	EPA 2005 <i>Membrane Filtration Guidance Manual</i>
2	Penggunaan membran <i>cartridge filter</i> melebihi periode daya penggunaan	Membran CF tidak dapat menyaring partikel-partikel halus dalam air dengan	Periode penggunaan membran <i>cartridge filter</i>	1 bulan	EPA 2005 <i>Membrane Filtration Guidance Manual</i>

Peringkat	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Acuan
		efektif			

### Unit Cartridge Filter

#### 1. Pencucian membran CF selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar

Resiko kegagalan pada jenis kegagalan ini adalah kontaminan yang menempel pada membran CF ikut larut dalam air. Titik kendali kritisnya adalah jadwal *backwash* membran CF. Untuk menjaga efektifitas unit *cartridge filter* dalam menyaring partikel-partikel halus pada air, perlu adanya perawatan. Salah satu upaya perawatan unit *cartridge filter* adalah *backwash* atau pencucian membrane CF. Pencucian membran dilakukan agar kontaminan yang menempel pada membran dari hasil proses filtrasi dapat luruh dan tidak mempengaruhi kualitas AMDK. Jika pencucian membran CF tidak rutin, maka kontaminan yang menempel dapat larut dalam air. Hal itu dapat menaikkan kadar TDS dan kekeruhan dalam air, justru kebalikan dari fungsi unit *cartridge filter*. Maka batas kritis yang dapat diterima dalam pencucian membran CF adalah 24 jam atau setiap hari. Batas kritis ini mengacu pada peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 2005 tentang *Membrane Filtration Guidance Manual*.

#### 2. Penggunaan membran *cartridge filter* melebihi periode daya penggunaan

Resiko kegagalan pada jenis kegagalan ini adalah membran CF tidak dapat menyaring partikel-partikel halus dalam air dengan efektif. Titik kendali kritisnya adalah periode penggunaan membran CF. Unit *cartridge filter* berfungsi untuk menyaring partikel halus pada air. Membran CF juga memiliki daya fungsi atau usia penggunaan agar tetap efektif. Jika membran RO digunakan melebihi daya fungsinya, maka partikel halus dapat lolos pada air. Hal itu menjadi kontradiktif dengan fungsi unit CF yang seharusnya dapat menurunkan

kadar TDS dan kekeruhan. Maka batas kritis pemakaian membran CF yang masih dapat diterima adalah 1 bulan. Namun penggantian membran CF ini harus disesuaikan kembali dengan spesifikasi teknis dari membran yang digunakan. Batas kritis tersebut mengacu pada peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 2005 tentang *Membrane Filtration Guidance Manual*.

Tabel 4.68 Batas Kritis pada Unit *Reverse Osmosis*

Peringkat	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Acuan
1	Pencucian membran RO selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar	Kontaminan yang menempel pada membran RO ikut larut dalam air	Jadwal <i>backwash</i> unit <i>reverse osmosis</i>	24 jam	EPA 2005 <i>Membrane Filtration Guidance Manual</i>
2	Penggunaan membran <i>reverse osmosis</i> melebihi periode daya penggunaan	Membran RO tidak dapat menyaring partikel-partikel yang sangat halus, garam, ion, dan bakteri pada air	Periode penggunaan membran <i>reverse osmosis</i>	3 tahun	EPA 2005 <i>Membrane Filtration Guidance Manual</i>

### Unit Reverse Osmosis

#### 1. Pencucian membran RO selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standard

Resiko kegagalan pada jenis kegagalan ini adalah kontaminan yang menempel pada membran RO ikut larut dalam air. Titik kendali kritisnya adalah jadwal *backwash* membran RO. Untuk menjaga efektifitas unit *reverse osmosis* dalam menyaring partikel-partikel halus, ion, garam organik, bakteri dan virus

pada air, perlu adanya perawatan. Salah satu upaya perawatan unit *reverse osmosis* adalah *backwash* atau pencucian membran RO. Pencucian membran dilakukan agar kontaminan yang menempel pada membran dari hasil proses filtrasi dapat luruh dan tidak mempengaruhi kualitas AMDK. Jika pencucian membran RO tidak rutin, maka kontaminan yang menempel dapat larut dalam air. Hal itu dapat menaikkan kadar TDS dan kekeruhan dalam air, justru kebalikan dari fungsi unit *reverse osmosis*. Maka batas kritis atau batas toleransi yang dapat diterima dalam pencucian membran RO adalah 24 jam atau setiap hari. Batas kritis ini mengacu pada peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 2005 tentang *Membrane Filtration Guidance Manual*.

## **2. Penggunaan membran *reverse osmosis* melebihi periode daya penggunaan**

Resiko kegagalan pada jenis kegagalan ini adalah membran RO tidak dapat menyaring partikel-partikel yang sangat halus, garam, ion, dan bakteri pada air. Titik kendali kritisnya adalah periode penggunaan membran RO. Unit *reverse osmosis* berfungsi untuk menyaring partikel halus, garam anorganik, ion, bakteri, dan bahkan virus pada air. Membran RO juga memiliki daya fungsi atau usia penggunaan agar tetap efektif. Jika membran RO digunakan melebihi daya fungsinya, maka partikel halus dan bakteri patogen dapat lolos pada air. Hal itu menjadi kontradiktif dengan fungsi unit RO yang seharusnya dapat menurunkan kadar TDS dan kekeruhan hingga >60%. Maka batas kritis atau batas toleransi pemakaian membran RO yang masih dapat diterima adalah 3 tahun. Namun penggantian membran RO ini harus disesuaikan kembali dengan spesifikasi teknis dari membran yang digunakan. Batas kritis tersebut mengacu pada peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 2005 tentang *Membrane Filtration Guidance Manual*.



Tabel 4.69 Batas Kritis pada Unit Ozone Generator

Peringkat	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Acuan
1	Penggunaan <i>ozone generator</i> melebihi periode daya penggunaan	Daya <i>ozone generator</i> dalam menghilangkan bakteri patogen menurun dan tidak efektif	Periode penggunaan <i>ozone generator</i>	5 Tahun	EPA 2011 <i>Water Treatment Manual (Disinfection)</i>

### Unit Ozone Generator

#### 1. Penggunaan *ozone generator* melebihi periode daya penggunaan

Resiko kegagalan pada jenis kegagalan ini adalah daya *ozone generator* dalam menghilangkan bakteri patogen menurun dan tidak efektif. Titik kendali kritisnya adalah periode penggunaan *ozone generator*. Jika *ozone generator* digunakan sesuai daya fungsinya, maka bakteri patogen seperti bakteri *Escherichia Coli* dalam air dapat dihilangkan secara efektif. *Ozone generator* yang digunakan melebihi periode fungsinya akan mempengaruhi kualitas AMDK. Maka batas kritis atau batas toleransi pemakaian *ozone generator* yang masih dapat diterima adalah selama 5 tahun. Jika digunakan lebih dari 5 tahun, maka usaha pengendalian titik kendali kritis akan hilang dan tidak sesuai dengan prinsip keempat HACCP. Namun penggantian *ozone generator* ini harus disesuaikan kembali dengan spesifikasi teknis dari generator yang digunakan. Periode penggunaan tersebut terdapat pada peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 2011 tentang *Water Treatment Manual* edisi *Disinfection*.

Tabel 4.70 Batas Kritis pada Lampu UV

Peringkat	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Acuan
1	Penggunaan lampu UV melebihi periode daya penggunaan	Daya lampu UV dalam menghilangkan bakteri patogen menurun dan tidak efektif	Periode penggunaan lampu UV	12.000 jam	EPA 2011 <i>Water Treatment Manual (Disinfection)</i>

### Unit Lampu UV

#### 1. Penggunaan lampu UV melebihi periode daya penggunaan

Resiko kegagalan pada jenis kegagalan ini adalah daya lampu UV dalam menghilangkan bakteri patogen menurun dan tidak efektif. Titik kendali kritisnya adalah periode penggunaan lampu UV. Lampu UV berfungsi sebagai proses desinfeksi terakhir setelah *ozone generator*. Lampu UV juga memiliki daya fungsi atau usia penggunaan agar tetap efektif. Jika lampu UV digunakan melebihi daya fungsinya, maka bakteri patogen dalam air seperti bakteri *Escherichia Coli* dapat lolos dan tidak dapat hilang pada AMDK. AMDK yang masih mengandung bakteri *E.Coli* dapat mengancam kesehatan konsumen dan menyebabkan penyakit seperti diare. Maka batas kritis atau batas toleransi pemakaian lampu UV yang masih dapat diterima adalah 12.000 jam atau sekitar 2 tahun jika dihitung dari jam operasional produksi AMDK X. Namun penggantian lampu UV ini harus disesuaikan kembali dengan spesifikasi teknis dari lampu yang digunakan. Batas kritis tersebut mengacu pada peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 2011 tentang *Water Treatment Manual* edisi *Disinfection*.

Tabel 4.71 Batas Kritis pada Perilaku Pekerja

Peringkat	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Acuan
1	Tidak melakukan sampling pada semua titik inlet dan outlet WTP	Tidak dapat mengetahui efektifitas proses desinfeksi pada air	Titik <i>sampling</i> analisa kualitas air	Di setiap titik inlet dan outlet unit pengolahan air	PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003
2	Sanitasi pada <i>Water Treatment Plant</i> tidak dilakukan sesuai SOP	Produk AMDK dapat terkontaminasi bakteri patogen	Jadwal sanitasi WTP	Setiap hari	PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003
			Fasilitas yang wajib tersedia pada ruang produksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Drainase yang berfungsi</li> <li>- Fasilitas cuci tangan</li> <li>- Ruang penyimpanan khusus</li> </ul>	
3	Sanitasi pekerja tidak dilakukan sesuai SOP	Produk AMDK dapat terkontaminasi bakteri patogen	Prosedur pakaian dan Alat Pelindung Diri yang wajib diikuti pekerja	<ul style="list-style-type: none"> <li>- pakaian khusus pekerja produksi</li> <li>- cuci tangan setiap memulai kegiatan</li> <li>- penutup mulut dan rambut</li> </ul>	PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003

## **Perilaku Pekerja**

### **1. Tidak melakukan sampling pada semua titik inlet dan outlet WTP**

Resiko kegagalan pada jenis kegagalan ini adalah tidak dapat mengetahui efektifitas proses desinfeksi pada air. Titik kendali kritisnya adalah titik *sampling* analisa kualitas air. Sesuai PERMENPERINDAG No.705 Tahun 2003, analisa kualitas air harus dilakukan pada sumber air baku dan setiap inlet dan outlet unit-unit pengolahan air agar dapat diketahui efektifitas masing-masing unit dalam menghilangkan partikel-partikel, bakteri, virus, bau, warna, dan rasa dalam air. Jika analisa kualitas air hanya dilakukan pada beberapa titik saja, maka tidak dapat diketahui unit mana yang menjadi akar masalah jika kualitas air melebihi baku mutu. Maka batas kritis atau batas toleransi titik analisa kualitas air adalah pada sumber air baku dan semua titik inlet-outlet unit pengolahan air dengan acuan PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003.

### **2. Sanitasi pada *Water Treatment Plant* tidak dilakukan sesuai SOP**

Resiko kegagalan pada jenis kegagalan ini adalah produk AMDK dapat terkontaminasi bakteri patogen. Titik kendali kritisnya adalah jadwal sanitasi WTP dan fasilitas yang wajib tersedia pada ruang produksi. Menurut PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003, sanitasi WTP harus dilakukan setiap hari untuk menghindari munculnya bakteri dan virus yang dipicu oleh aktifitas pekerja dalam ruang produksi. Bakteri patogen dari ruang produksi yang kotor dapat mengkontaminasi AMDK dan membuat AMDK X tidak layak dikonsumsi. Sedangkan tidak adanya fasilitas yang wajib tersedia pada ruang WTP seperti drainase yang berfungsi, fasilitas cuci tangan, dan ruang penyimpanan khusus untuk barang di luar produksi juga dapat memicu munculnya bakteri patogen yang dapat mengkontaminasi AMDK X. Maka batas kritis atau batas toleransi yang dapat diterima adalah sanitasi yang dilakukan setiap hari, drainase yang berfungsi, fasilitas cuci tangan, dan ruang penyimpanan khusus dengan acuan dari PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003.

### **3. Sanitasi pekerja tidak dilakukan sesuai SOP**

Resiko jenis kegagalan pada jenis kegagalan ini adalah Produk AMDK dapat terkontaminasi bakteri patogen. Titik kendali kritisnya adalah prosedur sanitasi dan Alat Pelindung Diri yang wajib diikuti pekerja. Sama halnya dengan sanitasi pada WTP, sanitasi pekerja yang tidak dilakukan sesuai prosedur dapat menimbulkan bakteri patogen yang dapat mengkontaminasi AMDK X. Sanitasi pekerja sangat penting, karena pekerja adalah subjek yang menjalankan langsung proses produksi AMDK. Batas kritis atau batas toleransi yang dapat diterima adalah menggunakan pakaian khusus pekerja produksi, melakukan cuci tangan setiap memulai kegiatan, dan menggunakan penutup mulut dan rambut. Batas kritis tersebut mengacu pada PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003.

## **Wawasan Pekerja**

### **1. Tidak ada pelatihan manajemen kualitas air minum sesuai SNI 01-4852-1998**

Resiko kegagalan pada jenis kegagalan ini adalah tidak dapat mengidentifikasi kegagalan dan penyimpangan pada sistem produksi sehingga mempengaruhi hasil produk AMDK. Titik kendali kritisnya adalah periode penggunaan pasir mangan. Media filtrasi seperti pasir mangan memiliki daya fungsi atau usia penggunaan agar tetap dapat menyaring partikel kasar dalam air secara efektif. Jika media pasir mangan digunakan melebihi daya fungsinya, maka hal itu akan mempengaruhi kualitas AMDK, seperti tidak menurunnya kadar TDS dan kekeruhan dalam air. Maka batas kritis atau batas toleransi penggunaan media pasir mangan yang masih dapat diterima adalah 3 Tahun. Namun penggantian media pasir mangan ini harus disesuaikan kembali dengan spesifikasi teknis dari media yang digunakan. Periode penggunaan tersebut terdapat pada peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 1995 tentang *Water Treatment Manual* edisi *Filtration*.

Tabel 4.72 Batas Kritis pada Wawasan Pekerja

Peringkat	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Acuan
1	Tidak ada pelatihan manajemen kualitas air minum sesuai SNI 01-4852-1998	Tidak dapat mengidentifikasi kegagalan dan penyimpangan pada sistem produksi sehingga mempengaruhi hasil produk AMDK	Jumlah pelatihan manajemen kualitas air untuk para pekerja	1 kali	ISO 22000
2	Pemahaman pekerja mengenai kualitas air sesuai SNI 3553:2015 sangat rendah	Tidak dapat mendeteksi adanya penyimpangan pada hasil analisa parameter air jika melebihi baku mutu	Jumlah pelatihan tentang kualitas air	1 kali	ISO 9001
3	Wawasan pekerja terkait operasional pabrik sesuai PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003 sangat rendah	Tidak dapat melaksanakan operasional pabrik sesuai PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003 dan dapat mengganggu proses produksi AMDK	Jumlah pelatihan tentang operasional pabrik	1 kali	PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003

## **2. Pemahaman pekerja mengenai kualitas air sesuai SNI 3553:2015 sangat rendah**

Resiko kegagalan dari jenis kegagalan ini adalah tidak dapat mendeteksi adanya penyimpangan pada hasil analisa parameter air jika melebihi baku mutu. Titik kendali kritisnya adalah jumlah pelatihan tentang kualitas air untuk pekerja perusahaan AMDK X. Pemahaman semua pekerja bagian produksi perusahaan AMDK X mengenai baku mutu yang berlaku untuk menjamin keamanan dan kualitas AMDK melalui pelatihan sangat penting, karena baku mutu tersebut dapat menentukan kelayakan AMDK apakah layak dikonsumsi atau tidak. Jika semua pekerja sudah mendapat pelatihan mengenai standar kualitas air di SNI 3553:2015, maka parameter-parameter dalam air yang melebihi baku mutu dapat dihindari dan AMDK X dapat menghasilkan air yang layak konsumsi. Batas kritis atau batas toleransi diadakannya pelatihan adalah 1 kali. Acuan tersebut terdapat pada ISO 9001.

## **3. Wawasan pekerja terkait operasional pabrik sesuai PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003 sangat rendah**

Resiko kegagalan pada jenis kegagalan ini adalah tidak dapat melaksanakan operasional pabrik sesuai PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003 dan dapat mengganggu proses produksi AMDK. Titik kendali kritisnya adalah jumlah pelatihan tentang operasional pabrik. Pelatihan mengenai bagaimana operasional pabrik industri AMDK seharusnya sangat penting untuk didapatkan oleh para pekerja perusahaan AMDK X. Karena jika tidak ada pelatihan mengenai operasional pabrik, para pekerja tidak mengerti tentang prosedur sanitasi, perawatan dan *maintenance* unit, dan kegiatan lainnya yang dapat mempengaruhi kualitas AMDK secara langsung. Contohnya seperti prosedur sanitasi dan jadwal sanitasi yang tidak dilakukan sesuai peraturan akan menyebabkan AMDK terkontaminasi bakteri patogen. Maka batas kritis atau batas toleransi diadakannya pelatihan adalah 1 kali. Acuan tersebut terdapat pada PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003.

#### **4.4 Penyusunan Sistem Pemantauan**

Setelah titik kendali kritis dan batas kritis telah ditentukan, maka dapat disusun sistem pemantauan. Penyusunan sistem pemantauan termasuk dalam prinsip keempat pada metode HACCP. Pemantauan secara ideal memberikan informasi yang tepat waktu sebelum terjadinya penyimpangan agar dapat dilakukan tindakan perbaikan dan tidak mempengaruhi seluruh sistem produksi AMDK. Setiap tahapan proses produksi atau unit harus memiliki penanggung jawab masing-masing yang bertugas memantau secara rutin dan sesuai prosedur (SNI 01-4852-1998). Kegiatan *monitoring* atau pemantauan mencakup pemeriksaan apakah prosedur penanganan CCP dapat dikendalikan dengan baik, pengujian efektifitas prosedur penanganan dalam mengendalikan suatu CCP, pengamatan dan pengukuran ulang batas kritis untuk memastikan batas kritis masih dalam taraf aman (Daulay, 2014). Sistem pemantauan pada proses produksi AMDK X disajikan pada Tabel 4.73 hingga Tabel 4.79.



Tabel 4.73 Sistem Pemantauan pada Unit Filtrasi

No.	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Pemantauan		
					Prosedur	Frekuensi	Penanggung Jawab
1	Penggunaan pasir silika melebihi periode daya penggunaan	Media pasir silika tidak dapat menyaring partikel-partikel kasar dalam air dengan efektif	Periode penggunaan media pasir silika	3 Tahun	Periksa kondisi media pasir silika dalam unit filtrasi (warna pasir, tinggi pasir, dan volume pasir)	Setiap awal tahun sebelum proses produksi AMDK	<i>Staff Quality Control</i>
2	Penggunaan pasir mangan melebihi periode daya penggunaan	Media pasir mangan tidak dapat menyaring partikel-partikel kasar dalam air dengan efektif	Periode penggunaan media pasir mangan	3 Tahun	Periksa kondisi media pasir mangan dalam unit filtrasi (warna pasir, tinggi pasir, dan volume pasir)	Setiap awal tahun sebelum proses produksi AMDK	<i>Staff Quality Control</i>
3	Penggunaan karbon aktif melebihi periode daya penggunaan	Media karbon aktif tidak dapat menghilangkan bau, warna, dan rasa dalam air dengan efektif	Periode penggunaan media karbon aktif	2-3 Tahun	Pemeriksa kondisi media karbon aktif dalam unit filtrasi (warna, bentuk, dan jumlah karbon aktif)	Setiap awal tahun sebelum proses produksi AMDK	<i>Staff Quality Control</i>

No.	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Pemantauan		
					Prosedur	Frekuensi	Penanggung Jawab
4	Pencucian pasir silika selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar	Kontaminan yang menempel pada pasir silika ikut larut dalam air	Jadwal <i>backwash</i> unit filtrasi	24 jam	Periksa headloss pada tangki dan kesesuaian data hasil pengujian parameter fisik (kekeruhan dan TDS) pada efluen unit filtrasi dengan baku mutu SNI 3553:2015	Setiap <i>shift</i>	Operator Unit Filtrasi
5	Pencucian pasir mangan selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar	Kontaminan yang menempel pada pasir mangan ikut larut dalam air	Jadwal <i>backwash</i> unit filtrasi	24 jam	Periksa headloss pada tangki dan kesesuaian data hasil pengujian parameter fisik (kekeruhan dan TDS) pada efluen unit filtrasi dengan baku mutu SNI 3553:2015	Setiap <i>shift</i>	Operator Unit Filtrasi
6	Pencucian karbon aktif selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar	Kontaminan yang menempel pada karbon aktif ikut larut dalam air	Jadwal <i>backwash</i> unit filtrasi	24 jam	Periksa headloss pada tangki dan kesesuaian data hasil pengujian parameter fisik (kekeruhan dan TDS) pada efluen unit filtrasi dengan baku mutu SNI 3553:2015	Setiap <i>shift</i>	Operator Unit Filtrasi

Tabel 4.74 Sistem Pemantauan pada Unit *Cartridge Filter*

No.	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Pemantauan		
					Prosedur	Frekuensi	Penanggung Jawab
1	Pencucian membran CF selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar	Kontaminan yang menempel pada membran CF ikut larut dalam air	Jadwal <i>backwash</i> unit <i>cartridge filter</i>	24 jam	Periksa kesesuaian data hasil pengujian parameter fisik (kekeruhan dan TDS) pada efluen unit <i>Cartridge Filter</i>	Setiap <i>shift</i>	Operator Unit <i>Cartridge Filter</i>
2	Penggunaan membran <i>cartridge filter</i> melebihi periode daya penggunaan	Membran CF tidak dapat menyaring partikel-partikel halus dalam air dengan efektif	Periode penggunaan membran <i>cartridge filter</i>	1 bulan	Periksa kondisi membran CF secara keseluruhan (warna dan porositas)	Setiap awal minggu sebelum proses produksi AMDK	<i>Staff Quality Control</i>

Tabel 4.75 Sistem Pemantauan pada Unit *Reverse Osmosis*

No.	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Pemantauan		
					Prosedur	Frekuensi	Penanggung Jawab
1	Pencucian membran RO selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar	Kontaminan yang menempel pada membran RO ikut larut dalam air	Jadwal <i>backwash</i> unit <i>reverse osmosis</i>	24 jam	Periksa kesesuaian data hasil pengujian parameter fisik (kekeruhan dan TDS) pada efluen unit <i>Reverse Osmosis</i>	Setiap <i>shift</i>	Operator Unit <i>Reverse Osmosis</i>
2	Penggunaan membran <i>reverse osmosis</i> melebihi periode daya penggunaan	Membran RO tidak dapat menyaring partikel-partikel yang sangat halus, garam, ion, dan bakteri pada air	Periode penggunaan membran <i>reverse osmosis</i>	3 tahun	Periksa kondisi membran RO secara keseluruhan (warna dan porositas)	Setiap awal tahun sebelum proses produksi AMDK	<i>Staff Quality Control</i>

Tabel 4.76 Sistem Pemantauan pada Unit *Ozone Generator*

No.	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Pemantauan		
					Prosedur	Frekuensi	Penanggung Jawab
1	Penggunaan <i>ozone generator</i> melebihi periode daya penggunaan	Daya <i>ozone generator</i> dalam menghilangkan bakteri patogen menurun dan tidak efektif	Periode penggunaan <i>ozone generator</i>	5 Tahun	Periksa kesesuaian data parameter Bakteri <i>E. Coli</i> rata-rata pada effluen <i>ozone generator</i> selama 1 tahun dengan baku mutu SNI 3553:2015	Setiap awal tahun sebelum proses produksi AMDK	<i>Staff Quality Control</i>

Tabel 4.77 Sistem Pemantauan pada Unit Lampu UV

No.	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Pemantauan		
					Prosedur	Frekuensi	Penanggung Jawab
1	Penggunaan lampu UV melebihi periode daya penggunaan	Daya lampu UV dalam menghilangkan bakteri patogen menurun dan tidak efektif	Periode penggunaan lampu UV	12.000 jam (2 Tahun)	Periksa kondisi lampu UV secara keseluruhan (terang lampu, intensitas, dan waktu kontak)	Setiap awal tahun sebelum proses produksi AMDK	<i>Staff Quality Control</i>

Tabel 4.78 Sistem Pemantauan pada Perilaku Pekerja

No.	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Pemantauan			
					Letak Pemantauan	Prosedur	Frekuensi	Penanggung Jawab
1	Tidak melakukan sampling pada semua titik inlet dan outlet WTP	Tidak dapat mengetahui efektifitas proses desinfeksi pada air	Titik <i>sampling</i> analisa kualitas air	Di setiap titik inlet dan outlet unit pengolahan air	Titik inlet dan outlet unit <i>Water Treatment Plant</i>	Pemantauan pada tata cara melakukan sampling dan pemilihan titik sampling	Setiap Hari saat proses produksi berlangsung	Kepala Pengujian Laboratorium Kualitas AMDK X
2	Sanitasi pada <i>Water Treatment Plant</i> tidak dilakukan sesuai SOP	Produk AMDK dapat terkontaminasi bakteri patogen	Jadwal sanitasi WTP	Setiap hari	Ruang Produksi AMDK	Periksa kondisi kebersihan secara menyeluruh (dari unit-unit WTP , fasilitas yang tersedia, hingga kegiatan sanitasi yang sesuai SOP) pada ruang produksi AMDK dan mencatat laporan pemantauan sanitasi	Setiap akan dimulai shift produksi	<i>Staff Quality Control</i>
		Fasilitas yang wajib tersedia pada ruang produksi	Drainase yang berfungsi, fasilitas cuci tangan, ruang penyimpanan khusus					

No.	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Pemantauan			
					Letak Pemantauan	Prosedur	Frekuensi	Penanggung Jawab
3	Sanitasi pekerja tidak dilakukan sesuai SOP	Produk AMDK dapat terkontaminasi bakteri patogen	Prosedur pakaian dan Alat Pelindung Diri yang wajib diikuti pekerja	pakaian khusus pekerja produksi, cuci tangan setiap memulai kegiatan, penutup mulut dan rambut	Ruang Produksi AMDK	Periksa kondisi kebersihan semua pekerja produksi AMDK X secara menyeluruh (dari pakaian khusus yang wajib digunakan hingga kegiatan sanitasi sesuai SOP)	Setiap akan dimulai <i>shift</i> produksi	<i>Staff Quality Control</i>

Tabel 4.79 Sistem Pemantauan pada Wawasan Pekerja

No.	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Pemantauan			
					Letak Pemantauan	Prosedur	Frekuensi	Penanggung Jawab
1	Tidak ada pelatihan manajemen kualitas air minum sesuai SNI 01-4852-1998	Tidak dapat mengidentifikasi kegagalan dan penyimpangan pada sistem produksi sehingga mempengaruhi hasil produk AMDK	Jumlah pelatihan manajemen kualitas air untuk para pekerja	1 kali	Pabrik bagian Produksi AMDK X	Pemantauan secara keseluruhan dokumen laporan manajemen kualitas dan pencapaian mutu, laporan kepuasan pelanggan, dan laporan kegiatan bulanan	Setiap bulan	Manajer Unit Produksi AMDK X
2	Pemahaman pekerja mengenai kualitas air sesuai SNI 3553:2015 sangat rendah	Tidak dapat mendeteksi adanya penyimpangan pada hasil analisa parameter air jika melebihi baku mutu	Jumlah pelatihan tentang kualitas air	1 kali	Pabrik Produksi AMDK X	Analisa semua data hasil uji laboratorium parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi secara menyeluruh (dari air baku, hasil inlet-outlet unit WTP, hingga air hasil produksi)	Setiap Tahun	Manajer Unit Produksi AMDK X



No.	Jenis Kegagalan	Resiko Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Pemantauan			
					Letak Pemantauan	Prosedur	Frekuensi	Penanggung Jawab
3	Wawasan pekerja terkait operasional pabrik sesuai PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003 sangat rendah	Tidak dapat melaksanakan operasional pabrik sesuai PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003 dan dapat mengganggu proses produksi AMDK	Jumlah pelatihan tentang operasional pabrik	1 kali	Pabrik Produksi AMDK X	Analisa semua dokumen laporan kegiatan produksi dari aspek operasional secara menyeluruh	Setiap Tahun	Manajer Unit Produksi AMDK X

#### **4.5 Penetapan Tindakan Perbaikan**

Setelah sistem pemantauan sudah disusun, maka selanjutnya adalah penetapan tindakan perbaikan atau koreksi sesuai dengan prinsip kelima pada metode HACCP. Tindakan perbaikan yang spesifik harus dikembangkan untuk setiap titik kendali kritis dalam metode HACCP agar dapat menangani penyimpangan yang terjadi. Tindakan perbaikan didapatkan dari analisa bahaya yang teridentifikasi beserta titik kendali kritis yang sudah ditentukan. Tindakan-tindakan perbaikan harus dapat memastikan bahwa TKK dapat dikendalikan dan tidak mempengaruhi proses produksi (SNI 01-4852-1998). Jika batas kritis telah terlampaui dan sudah tidak dalam taraf yang dapat ditoleransi, maka segera diperlukan tindakan koreksi atau perbaikan. Tindakan koreksi tergantung dari tingkat resiko pada tiap proses penghaslilan produk. Tindakan koreksi harus direncanakan dan dilakukan dengan tepat untuk menjamin proses penghaslilan produk tidak menimbulkan potensi bahaya baru (Daulay, 2014). Penetapan tindakan perbaikan disajikan pada Tabel 4.80 hingga Tabel 4.86.

Setelah disusun tabel sistem pemantauan dan tindakan perbaikan, maka perlu adanya penjelasan mengenai tiap sistem pemantauan dan tindakan perbaikan pada sistem produksi AMDK X, berikut adalah penjelasan dari tabel sistem pemantauan dan tabel tindakan perbaikan berdasarkan masing-masing titik kendali kritis:

#### **Unit Filtrasi**

##### **1. Penggunaan pasir silika melebihi periode daya penggunaan**

Media pasir silika mempunyai fungsi untuk pengolahan secara fisik pada air minum, seperti menghilangkan kekeruhan, padatan, pasir lumpur, bau, dan rasa pada air (Mahyudin dkk., 2012). Namun media pasir silika juga memiliki daya maksimal penggunaan, yaitu 3 tahun sebelum media pasir silika mengalami penurunan porositas akibat *clogging* (EPA, 1995).

Tabel 4.80 Tindakan Perbaikan pada Unit Filtrasi

No.	Jenis Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Pemantauan			
				Prosedur	Frekuensi	Penanggung Jawab	Tindakan Perbaikan
1	Penggunaan pasir silika melebihi periode daya penggunaan	Periode penggunaan media pasir silika	3 Tahun	Periksa kondisi media pasir silika dalam unit filtrasi (warna pasir, tinggi pasir, dan volume pasir)	Setiap awal tahun sebelum proses produksi AMDK	<i>Staff Quality Control</i>	Penggantian media pasir silika
2	Penggunaan pasir mangan melebihi periode daya penggunaan	Periode penggunaan media pasir mangan	3 Tahun	Periksa kondisi media pasir mangan dalam unit filtrasi (warna pasir, tinggi pasir, dan volume pasir)	Setiap awal tahun sebelum proses produksi AMDK	<i>Staff Quality Control</i>	Penggantian media pasir mangan
3	Penggunaan karbon aktif melebihi periode daya penggunaan	Periode penggunaan media karbon aktif	2-3 Tahun	Pemeriksa kondisi media karbon aktif dalam unit filtrasi (warna, bentuk, dan jumlah karbon aktif)	Setiap awal tahun sebelum proses produksi AMDK	<i>Staff Quality Control</i>	Penggantian media karbon aktif

No.	Jenis Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Pemantauan			
				Prosedur	Frekuensi	Penanggung Jawab	Tindakan Perbaikan
4	Pencucian pasir silika selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar	Jadwal <i>backwash</i> unit filtrasi	24 jam	Periksa headloss pada tangki dan kesesuaian data hasil pengujian parameter fisik (kekeruhan dan TDS) pada efluen unit filtrasi dengan baku mutu SNI 3553:2015	Setiap <i>shift</i>	Operator Unit Filtrasi	<i>Backwash</i> unit filtrasi setiap hari selama 15 menit
5	Pencucian pasir mangan selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar	Jadwal <i>backwash</i> unit filtrasi	24 jam	Periksa headloss pada tangki dan kesesuaian data hasil pengujian parameter fisik (kekeruhan dan TDS) pada efluen unit filtrasi dengan baku mutu SNI 3553:2015	Setiap <i>shift</i>	Operator Unit Filtrasi	<i>Backwash</i> unit filtrasi setiap hari selama 15 menit
6	Pencucian karbon aktif selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar	Jadwal <i>backwash</i> unit filtrasi	24 jam	Periksa headloss pada tangki dan kesesuaian data hasil pengujian parameter fisik (kekeruhan dan TDS) pada efluen unit filtrasi dengan baku mutu SNI 3553:2015	Setiap <i>shift</i>	Operator Unit Filtrasi	<i>Backwash</i> unit filtrasi setiap hari selama 15 menit

Sistem pemantauan titik kendali kritis ini adalah memeriksa kondisi media pasir silika dalam unit filtrasi, seperti warna pasir, volume pasir, tinggi pasir, dan porositas. Penanggung jawab dari pemantauan titik kendali kritis ini adalah staff *quality control* dan pemantauan kondisi media dapat dilakukan setiap awal tahun sebelum proses produksi AMDK pertama di tahun itu. Setelah dilakukan pemantauan rutin setiap tahun dan ditemukan penyimpangan seperti warna media yang terlalu gelap, adanya *mudball* setelah proses backwashing pada media, volume dan tinggi pasir yang berkurang dari desain awal, atau porositas media pasir yang menurun, maka perlu adanya tindakan perbaikan. Tindakan perbaikan tersebut adalah melakukan penggantian media pasir silika, walaupun daya penggunaannya belum mencapai batas maksimal 3 tahun (batas penggunaan media pasir silika menurut EPA 1995). Hal ini dilakukan untuk menghindari adanya penyimpangan pada titik kendali kritis yang dapat mempengaruhi kualitas AMDK kedepannya dan mempertahankan status AMDK layak konsumsi. Sistem pemantauan dan tindakan perbaikan TKK ini mengacu pada peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 1995 tentang *Water Treatment Manual* edisi *Filtration* dan hasil wawancara dengan staff *quality control* AMDK X.

## **2. Penggunaan pasir mangan melebihi periode daya penggunaan**

Pasir mangan zeolit memiliki fungsi untuk menyerap kadar besi, mangan, dan logam lain yang masih terlarut dalam air dan belum tersaring oleh media pasir silika (Said, 2003). Namun media pasir mangan juga memiliki daya maksimal penggunaan, yaitu 3 tahun sebelum media pasir mangan mengalami penurunan porositas akibat *clogging* (EPA, 1995). Sistem pemantauan titik kendali kritis ini adalah memeriksa kondisi media pasir mangan dalam unit filtrasi, seperti warna pasir, volume pasir, tinggi pasir, dan porositas. Penanggung jawab dari pemantauan titik kendali kritis ini adalah staff *quality control* dan pemantauan kondisi media dapat dilakukan setiap awal tahun sebelum proses produksi AMDK pertama di tahun itu. Setelah dilakukan pemantauan rutin setiap tahun

dan ditemukan penyimpangan seperti warna media yang terlalu gelap, adanya *mudball* setelah proses backwashing pada media, volume dan tinggi pasir yang berkurang dari desain awal, atau porositas media pasir yang menurun, maka perlu adanya tindakan perbaikan. Tindakan perbaikan tersebut adalah melakukan penggantian media pasir mangan, walaupun daya penggunaannya belum mencapai batas maksimal 3 tahun (batas penggunaan media pasir silika menurut EPA 1995). Hal ini dilakukan untuk menghindari adanya penyimpangan pada titik kendali kritis yang dapat mempengaruhi kualitas AMDK kedepannya dan mempertahankan status AMDK layak konsumsi. Sistem pemantauan dan tindakan perbaikan TTK ini mengacu pada peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 1995 tentang *Water Treatment Manual* edisi *Filtration* dan hasil wawancara dengan staff *quality control* AMDK X.

### **3. Penggunaan karbon aktif melebihi periode daya penggunaan**

Fungsi pada karbon aktif adalah untuk menghilangkan warna pada air karena kemampuan karbon aktif untuk mengadsorpsi warna (Sulastuti dkk., 2014). Namun media karbon aktif juga memiliki daya maksimal penggunaan, yaitu 3 tahun sebelum media karbon aktif mengalami penurunan daya serap dalam mengurangi bau, rasa, dan warna dalam air (EPA, 1995). Sistem pemantauan titik kendali kritis ini adalah memeriksa kondisi media karbon aktif dalam unit filtrasi, seperti warna karbon aktif, bentuk karbon aktif, dan daya serap karbon aktif. Penanggung jawab dari pemantauan titik kendali kritis ini adalah staff *quality control* dan pemantauan kondisi media dapat dilakukan setiap awal tahun sebelum proses produksi AMDK pertama di tahun itu. Setelah dilakukan pemantauan rutin setiap tahun dan ditemukan penyimpangan seperti warna karbon aktif yang memudar, bentuk karbon aktif yang berubah, atau daya serap media karbon aktif yang menurun, maka perlu adanya tindakan perbaikan. Tindakan perbaikan tersebut adalah melakukan penggantian media karbon aktif, walaupun daya penggunaannya belum mencapai batas

maksimal 3 tahun (batas penggunaan media pasir silika menurut EPA 1995). Hal ini dilakukan untuk menghindari adanya penyimpangan pada titik kendali kritis yang dapat mempengaruhi kualitas AMDK kedepannya dan mempertahankan status AMDK layak konsumsi. Sistem pemantauan dan tindakan perbaikan TKK ini mengacu pada peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 1995 tentang *Water Treatment Manual* edisi *Filtration* dan hasil wawancara dengan staff *quality control* AMDK X.

#### **4. Pencucian pasir silika selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standard**

Pencucian media atau *backwash* berguna untuk meluruhkan kotoran yang menempel pada media setelah proses filtrasi berlangsung untuk menghindari larutnya kotoran pada air baku yang diproses atau yang biasa disebut *clogging*. Salah satu media pada unit filtrasi WTP AMDK X adalah media pasir silika. Sistem pemantauan titik kendali kritis ini adalah dengan memeriksa kondisi head loss pada tangki filtrasi dan memeriksa kesesuaian data hasil pengujian parameter fisik (kekeruhan dan TDS) pada efluen unit filtrasi dengan baku mutu SNI 3553:2015. Pemantauan dilakukan setiap akan dimulai *shift* produksi AMDK X, lebih tepatnya 2 kali/hari. Penanggung jawab prosedur pemantauan ini adalah operator unit filtrasi. Setelah dilakukan pemantauan rutin setiap *shift* dan ditemukan penyimpangan seperti meningkatnya headloss pada tangki unit filtrasi yang menyebabkan *clogging* dan dapat menuju ke kondisi *breakthrough* yaitu lolosnya partikel-partikel pada air dari media unit filtrasi karena *over-loaded tank* atau hasil parameter fisik (kekeruhan dan TDS) dari efluen unit filtrasi yang melebihi baku mutu, maka perlu adanya tindakan perbaikan. Tindakan perbaikan tersebut adalah tertib melakukan *backwash* pada unit filtrasi yang berisi media pasir silika setiap hari selama 15 menit. Hal ini dilakukan untuk menghindari adanya penyimpangan pada titik kendali kritis yang dapat mempengaruhi kualitas AMDK kedepannya dan mempertahankan status AMDK layak konsumsi. Sistem pemantauan dan tindakan perbaikan TKK ini mengacu pada peraturan *United States Environmental Protection Agency*

tahun 1995 tentang *Water Treatment Manual* edisi *Filtration* dan hasil wawancara dengan staff *quality control* AMDK X.

#### **5. Pencucian pasir mangan selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standard**

Pencucian media atau *backwash* berguna untuk meluruhkan kotoran yang menempel pada media setelah proses filtrasi berlangsung untuk menghindari larutnya kotoran pada air baku yang diproses atau yang biasa disebut *clogging*. Salah satu media pada unit filtrasi WTP AMDK X adalah media pasir mangan. Sistem pemantauan titik kendali kritis ini adalah dengan memeriksa kondisi head loss pada tangki filtrasi dan memeriksa kesesuaian data hasil pengujian parameter fisik (kekeruhan dan TDS) pada efluen unit filtrasi dengan baku mutu SNI 3553:2015. Pemantauan dilakukan setiap akan dimulai *shift* produksi AMDK X, lebih tepatnya 2 kali/hari. Penanggung jawab prosedur pemantauan ini adalah operator unit filtrasi. Setelah dilakukan pemantauan rutin setiap *shift* dan ditemukan penyimpangan seperti meningkatnya headloss pada tangki unit filtrasi yang menyebabkan *clogging* dan dapat menuju ke kondisi *breakthrough* yaitu lolosnya partikel-partikel pada air dari media unit filtrasi karena *over-loaded tank* atau hasil parameter fisik (kekeruhan dan TDS) dari efluen unit filtrasi yang melebihi baku mutu, maka perlu adanya tindakan perbaikan. Tindakan perbaikan tersebut adalah tertib melakukan *backwash* pada unit filtrasi yang berisi media pasir mangan setiap hari selama 15 menit. Hal ini dilakukan untuk menghindari adanya penyimpangan pada titik kendali kritis yang dapat mempengaruhi kualitas AMDK kedepannya dan mempertahankan status AMDK layak konsumsi. Sistem pemantauan dan tindakan perbaikan TTK ini mengacu pada peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 1995 tentang *Water Treatment Manual* edisi *Filtration* dan hasil wawancara dengan staff *quality control* AMDK X.



## **6. Pencucian karbon aktif selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar**

Pencucian media atau *backwash* berguna untuk meluruhkan kotoran yang menempel pada media setelah proses filtrasi berlangsung untuk menghindari larutnya kotoran pada air baku yang diproses atau yang biasa disebut *clogging*. Salah satu media pada unit filtrasi WTP AMDK X adalah media karbon aktif. Sistem pemantauan titik kendali kritis ini adalah dengan memeriksa kondisi head loss pada tangki filtrasi dan memeriksa kesesuaian data hasil pengujian parameter fisik (kekeruhan dan TDS), juga bau, warna dan rasa pada efluen unit filtrasi dengan baku mutu SNI 3553:2015. Pemantauan dilakukan setiap akan dimulai *shift* produksi AMDK X, lebih tepatnya 2 kali/hari. Penanggung jawab prosedur pemantauan ini adalah operator unit filtrasi. Setelah dilakukan pemantauan rutin setiap *shift* dan ditemukan penyimpangan seperti meningkatnya headloss pada tangki unit filtrasi yang menyebabkan *clogging* dan dapat menuju ke kondisi *breakthrough* yaitu lolosnya partikel-partikel pada air dari media unit filtrasi karena *over-loaded tank* atau hasil parameter fisik (kekeruhan dan TDS) dari efluen unit filtrasi yang melebihi baku mutu, maka perlu adanya tindakan perbaikan. Tindakan perbaikan tersebut adalah tertib melakukan *backwash* pada unit filtrasi yang berisi media karbon aktif setiap hari selama 15 menit. Hal ini dilakukan untuk menghindari adanya penyimpangan pada titik kendali kritis yang dapat mempengaruhi kualitas AMDK kedepannya dan mempertahankan status AMDK layak konsumsi. Sistem pemantauan dan tindakan perbaikan TTK ini mengacu pada peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 1995 tentang *Water Treatment Manual* edisi *Filtration* dan hasil wawancara dengan staff *quality control* AMDK X.

Tabel 4.81 Tindakan Perbaikan Unit *Cartridge Filter*

No	Jenis Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Pemantauan			
				Prosedur	Frekuensi	Penanggung Jawab	Tindakan Perbaikan
1	Pencucian membran CF selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar	Jadwal <i>backwash</i> unit <i>cartridge filter</i>	24 jam	Periksa kesesuaian data hasil pengujian parameter fisik (kekeruhan dan TDS) pada efluen unit <i>Cartridge Filter</i>	Setiap <i>shift</i>	Operator Unit <i>Cartridge Filter</i>	<i>Backwash</i> Unit <i>Cartridge Filter</i> setiap hari selama 15 menit
2	Penggunaan membran <i>cartridge filter</i> melebihi periode daya penggunaan	Periode penggunaan membran <i>cartridge filter</i>	1 bulan	Periksa kondisi membran CF secara keseluruhan (warna dan porositas)	Setiap awal minggu sebelum proses produksi AMDK	<i>Staff Quality Control</i>	Penggantian membran unit <i>Cartridge Filter</i>

## **Unit Cartridge Filter**

### **1. Pencucian membran CF selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standard**

Pencucian membran *cartridge filter* atau *backwash* berguna untuk meluruhkan kotoran yang menempel pada membran setelah proses menghilangkan partikel-partikel yang larut dalam air berlangsung untuk menghindari larutnya kotoran pada air baku yang diproses. Sistem pemantauan titik kendali kritis ini adalah memeriksa kesesuaian data hasil pengujian parameter fisik (kekeruhan dan TDS) pada efluen unit *reverse osmosis* dengan baku mutu SNI 3553:2015. Pemantauan dilakukan setiap akan dimulai *shift* produksi AMDK X, lebih tepatnya 2 kali/hari. Penanggung jawab prosedur pemantauan ini adalah operator unit *cartridge filter*. Setelah dilakukan pemantauan rutin setiap *shift* dan ditemukan penyimpangan seperti lolosnya partikel-partikel pada air atau hasil parameter fisik (kekeruhan dan TDS) dari efluen unit *cartridge filter* yang melebihi baku mutu, maka perlu adanya tindakan perbaikan. Tindakan perbaikan tersebut adalah tertib melakukan *backwash* pada unit *cartridge filter* setiap hari selama 15 menit. Hal ini dilakukan untuk menghindari adanya penyimpangan pada titik kendali kritis yang dapat mempengaruhi kualitas AMDK kedepannya dan mempertahankan status AMDK layak konsumsi. Sistem pemantauan dan tindakan perbaikan TTK ini mengacu pada peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 2005 tentang *Membrane Filtration Guidance Manual* dan hasil wawancara dengan staff *quality control* AMDK X.

### **2. Penggunaan membran *cartridge filter* melebihi periode daya penggunaan**

Membran pada unit *cartridge filter* harus diganti secara rutin untuk menghindari luruhnya kontaminan yang menempel pada membran dan larut ke dalam air. Durasi penggantian membran *cartridge filter* adalah setiap 1 bulan sekali (EPA, 2005). Sistem pemantauan titik kendali kritis ini adalah memeriksa kondisi membran dalam unit *cartridge filter*, seperti warna, porositas, dan tampilan membrane. Penanggung jawab dari pemantauan titik kendali kritis ini adalah staff

*quality control* dan pemantauan kondisi media dapat dilakukan setiap awal minggu sebelum proses produksi AMDK pertama di minggu itu. Setelah dilakukan pemantauan rutin setiap minggu dan ditemukan penyimpangan seperti porositas membran yang menurun karena *clogging* oleh partikel-partikel yang disaring atau warna membran yang menggelap karena tumpukan partikel, maka perlu adanya tindakan perbaikan. Tindakan perbaikan tersebut adalah melakukan penggantian membran *cartridge filter*, walaupun daya penggunaannya belum mencapai batas maksimal 1 bulan (batas penggunaan membran *cartridge filter* menurut EPA 2005). Hal ini dilakukan untuk menghindari adanya penyimpangan pada titik kendali kritis yang dapat mempengaruhi kualitas AMDK kedepannya dan mempertahankan status AMDK layak konsumsi. Sistem pemantauan dan tindakan perbaikan TTK ini mengacu pada peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 2005 tentang *Membrane Filtration Guidance Manual* dan hasil wawancara dengan staff *quality control* AMDK X.

### **Unit Reverse Osmosis**

#### **1. Pencucian membran RO selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standard**

Pencucian membrane *reverse osmosis* atau *backwash* berguna untuk meluruhkan kotoran yang menempel pada membran setelah proses *reverse osmosis* berlangsung untuk menghindari larutnya kotoran pada air baku yang diproses. Sistem pemantauan titik kendali kritis ini adalah memeriksa kesesuaian data hasil pengujian parameter fisik (kekeruhan dan TDS) pada efluen unit *reverse osmosis* dengan baku mutu SNI 3553:2015. Pemantauan dilakukan setiap akan dimulai *shift* produksi AMDK X, lebih tepatnya 2 kali/hari. Penanggung jawab prosedur pemantauan ini adalah operator unit *reverse osmosis*. Setelah dilakukan pemantauan rutin setiap *shift* dan ditemukan penyimpangan seperti lolosnya partikel-partikel pada air atau hasil parameter fisik (kekeruhan dan TDS) dari efluen unit *reverse osmosis* yang melebihi baku mutu, maka perlu adanya tindakan perbaikan.

Tabel 4.82 Tindakan Perbaikan pada Unit *Reverse Osmosis*

No.	Jenis Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Pemantauan			
				Prosedur	Frekuensi	Penanggung Jawab	Tindakan Perbaikan
1	Pencucian membran RO selalu terlambat dan tidak sesuai jadwal standar	Jadwal <i>backwash</i> unit <i>reverse osmosis</i>	24 jam	Periksa kesesuaian data hasil pengujian parameter fisik (kekeruhan dan TDS) pada efluen unit <i>Reverse Osmosis</i>	Setiap <i>shift</i>	Operator Unit <i>Reverse Osmosis</i>	<i>Backwash</i> Unit <i>Reverse Osmosis</i> setiap hari selama 15 menit
2	Penggunaan membran <i>reverse osmosis</i> melebihi periode daya penggunaan	Periode penggunaan membran <i>reverse osmosis</i>	3 tahun	Periksa kondisi membran RO secara keseluruhan (warna dan porositas)	Setiap awal tahun sebelum proses produksi AMDK	<i>Staff Quality Control</i>	Penggantian membran unit <i>Reverse Osmosis</i>

Tindakan perbaikan tersebut adalah tertib melakukan *backwash* pada unit *reverse osmosis* setiap hari selama 15 menit. Hal ini dilakukan untuk menghindari adanya penyimpangan pada titik kendali kritis yang dapat mempengaruhi kualitas AMDK kedepannya dan mempertahankan status AMDK layak konsumsi. Sistem pemantauan dan tindakan perbaikan TTK ini mengacu pada peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 2005 tentang *Membrane Filtration Guidance Manual* dan hasil wawancara dengan staff *quality control* AMDK X.

## **2. Penggunaan membran *reverse osmosis* melebihi periode daya penggunaan**

Membran pada aplikasi *reverse osmosis* adalah membran semipermeable yang terdiri dari lapisan tipis polimer pada penyangga berpori (*fabric support*). Membran RO memiliki ukuran 0,0001 mikron (Ariyanti dkk., 2011). Membran pada unit *reverse osmosis* harus diganti secara rutin untuk menghindari luruhnya kontaminan yang menempel pada membran dan larut ke dalam air. Durasi penggantian membran *reverse osmosis* adalah setiap 3 tahun sekali (EPA, 2005). Sistem pemantauan titik kendali kritis ini adalah memeriksa kondisi membran dalam unit *reverse osmosis*, seperti warna dan porositas membran. Penanggung jawab dari pemantauan titik kendali kritis ini adalah staff *quality control* dan pemantauan kondisi media dapat dilakukan setiap awal tahun sebelum proses produksi AMDK pertama di tahun itu. Setelah dilakukan pemantauan rutin setiap tahun dan ditemukan penyimpangan seperti porositas membran yang menurun karena *clogging* oleh partikel-partikel yang disaring atau warna membran yang menggelap karena tumpukan partikel, maka perlu adanya tindakan perbaikan. Tindakan perbaikan tersebut adalah melakukan penggantian membran *reverse osmosis*, walaupun daya penggunaannya belum mencapai batas maksimal 3 tahun (batas penggunaan membran *reverse osmosis* menurut EPA 2005). Hal ini dilakukan untuk menghindari adanya penyimpangan pada titik kendali kritis yang dapat mempengaruhi kualitas AMDK kedepannya dan mempertahankan status AMDK layak

konsumsi. Sistem pemantauan dan tindakan perbaikan TTK ini mengacu pada peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 2005 tentang *Membrane Filtration Guidance Manual* dan hasil wawancara dengan staff *quality control* AMDK X.

### **Unit Ozone Generator**

#### **1. Penggunaan *ozone generator* melebihi periode daya penggunaan**

*Ozone generator* memiliki fungsi untuk proses desinfeksi pertama dan menghilangkan bakteri patogen pada air. Sistem pemantauan titik kendali kritis ini adalah dengan memeriksa kesesuaian data parameter bakteri *E.Coli* rata-rata setiap bulannya pada efluen *ozone generator* selama 1 tahun dengan baku mutu SNI 3553:2015. Untuk lebih memudahkan pemantauan, frekuensi pemantauan data keseluruhan dapat melihat rekapan data setiap awal tahun sebelum proses produksi AMDK pertama di tahun itu berlangsung. Analisa ini dapat memudahkan staff *quality control* sebagai penanggung jawab penggantian *ozone generator* untuk memutuskan apakah unit perlu untuk diganti. Setelah dilakukan pemantauan rutin setiap tahun dan ditemukan penyimpangan seperti bakteri patogen yang masih terdeteksi pada air setelah proses desinfeksi pertama, maka diperlukan tindakan perbaikan. Tindakan perbaikan tersebut adalah penggantian *ozone generator* dengan unit baru walaupun masa penggunaannya belum mencapai 5 tahun (batas maksimal pemakaian *ozone generator* menurut EPA 2011). Hal ini dilakukan untuk menghindari adanya penyimpangan pada titik kendali kritis yang dapat mempengaruhi kualitas AMDK kedepannya dan mempertahankan status layak konsumsi. Sistem pemantauan dan tindakan perbaikan TTK ini mengacu pada peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 2011 tentang *Water Treatment Manual* edisi *Disinfection*, PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003, dan hasil wawancara dengan staff *quality control* AMDK X.

Tabel 4.83 Tindakan Perbaikan pada Unit *Ozone Generator*

No.	Jenis Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Pemantauan			
				Prosedur	Frekuensi	Penanggung Jawab	Tindakan Perbaikan
1	Penggunaan <i>ozone generator</i> melebihi periode daya penggunaan	Periode penggunaan <i>ozone generator</i>	5 Tahun	Periksa kesesuaian data parameter Bakteri <i>E. Coli</i> rata-rata pada efluen <i>ozone generator</i> selama 1 tahun dengan baku mutu SNI 3553:2015	Setiap awal tahun sebelum proses produksi AMDK	<i>Staff Quality Control</i>	Penggantian <i>ozone generator</i>

Tabel 4.84 Tindakan Perbaikan pada Lampu UV

No.	Jenis Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Pemantauan			
				Prosedur	Frekuensi	Penanggung Jawab	Tindakan Perbaikan
1	Penggunaan lampu UV melebihi periode daya penggunaan	Periode penggunaan lampu UV	12.000 jam (2 Tahun)	Periksa kondisi lampu UV secara keseluruhan (terang lampu, intensitas, dan waktu kontak)	Setiap awal tahun sebelum proses produksi AMDK	<i>Staff Quality Control</i>	Penggantian Lampu UV



## **Unit Lampu UV**

### **1. Penggunaan lampu UV melebihi periode daya penggunaan**

Lampu UV memiliki periode fungsi yang terbatas, tandanya unit tersebut harus diganti saat keefektifan dalam proses desinfeksi pada air telah menurun. Durasi penggantian lampu UV adalah setelah pemakaian selama 12.000 jam (EPA, 2011). Sistem pemantauan titik kendali kritis ini adalah memeriksa kondisi keseluruhan lampu UV, seperti terang lampu, intensitas, dan waktu kontak. Penanggung jawab dari pemantauan titik kendali kritis ini adalah staff *quality control* dan pemantauan kondisi media dapat dilakukan setiap awal tahun sebelum proses produksi AMDK pertama di tahun itu. Setelah dilakukan pemantauan rutin setiap tahun dan ditemukan penyimpangan seperti terang lampu yang tidak sesuai standard atau lampu yang mati saat proses produksi maka perlu adanya tindakan perbaikan. Tindakan perbaikan tersebut adalah melakukan penggantian lampu UV, walaupun daya penggunaannya belum mencapai batas maksimal 12.000 jam (batas penggunaan lampu UV menurut EPA 2011). Hal ini dilakukan untuk menghindari adanya penyimpangan pada titik kendali kritis yang dapat mempengaruhi kualitas AMDK kedepannya dan mempertahankan status AMDK layak konsumsi. Sistem pemantauan dan tindakan perbaikan TTK ini mengacu pada peraturan *United States Environmental Protection Agency* tahun 2011 tentang *Water Treatment Manual* edisi *Disinfection* dan hasil wawancara dengan staff *quality control* AMDK X.

## **Perilaku Pekerja**

### **1. Tidak melakukan sampling pada semua titik inlet dan outlet WTP**

*Sampling* analisa kualitas AMDK X perlu dilakukan pada banyak titik, dari air baku, hingga inlet-outlet unit-unit WTP. Hal itu dilakukan agar dapat mengetahui efektifitas unit-unit WTP dalam mengolah air baku, terutama efektifitas proses desinfeksi.

Tabel 4.85 Tindakan Perbaikan pada Perilaku Pekerja

No.	Jenis Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Pemantauan				
				Letak Pemantauan	Prosedur	Frekuensi	Penanggung Jawab	Tindakan Perbaikan
1	Tidak melakukan sampling pada semua titik inlet dan outlet WTP	Titik <i>sampling</i> analisa kualitas air	Di setiap titik inlet dan outlet unit pengolahan air	Titik inlet dan outlet unit <i>Water Treatment Plant</i>	Pemantauan pada tata cara melakukan sampling dan pemilihan titik sampling	Setiap Hari saat proses produksi berlangsung	Kepala Pengujian Laboratorium Kualitas AMDK X	Melakukan sampling pada air baku, tiap titik inlet dan outlet unit WTP dengan prosedur sampling sesuai SNI 6989.57:2008
2	Sanitasi pada <i>Water Treatment Plant</i> tidak dilakukan sesuai SOP	Jadwal sanitasi WTP	Setiap hari	Ruang Produksi AMDK	Periksa kondisi kebersihan secara menyeluruh (dari unit-unit WTP , fasilitas yang tersedia, hingga kegiatan sanitasi	Setiap akan dimulai shift produksi	<i>Staff Quality Control</i>	Melakukan sanitasi pada ruang produksi AMDK X secara menyeluruh

No.	Jenis Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Pemantauan				
				Letak Pemantauan	Prosedur	Frekuensi	Penanggung Jawab	Tindakan Perbaikan
		Fasilitas yang wajib tersedia pada ruang produksi	Drainase yang berfungsi, fasilitas cuci tangan, ruang penyimpanan khusus		yang sesuai SOP) pada ruang produksi AMDK dan mencatat laporan pemantauan sanitasi			
3	Sanitasi pekerja tidak dilakukan sesuai SOP	Prosedur pakaian dan Alat Pelindung Diri yang wajib diikuti pekerja	pakaian khusus pekerja produksi, cuci tangan setiap memulai kegiatan, penutup mulut dan rambut	Ruang Produksi AMDK	Periksa kondisi kebersihan semua pekerja produksi AMDK X secara menyeluruh (dari pakaian khusus yang wajib digunakan hingga kegiatan sanitasi sesuai SOP)	Setiap akan dimulai <i>shift</i> produksi	<i>Staff Quality Control</i>	Melakukan sanitasi pada seluruh pekerja bagian produksi perusahaan AMDK X secara menyeluruh

Sistem pemantauan titik kendali kritis ini adalah dengan memantau tata cara melakukan *sampling* dan pemilihan titik *sampling*. Pemantauan dapat dilakukan setiap hari saat proses produksi berlangsung pada titik-titik inlet-outlet unit WTP. Penanggung jawab prosedur pemantauan ini adalah Kepala Pengujian Laboratorium Kualitas AMDK X. Setelah dilakukan pemantauan rutin dan terdapat penyimpangan seperti tata cara *sampling* yang salah atau pemilihan titik *sampling* yang hanya mencakup 1-2 unit WTP saja, maka perlu adanya tindakan perbaikan. Tindakan perbaikan tersebut adalah adanya penertiban dalam kewajiban melakukan *sampling* pada air baku, tiap titik inlet dan outlet semua unit-unit WTP dengan prosedur *sampling* sesuai SNI 6989.57:2008. Hal ini dilakukan untuk menghindari adanya penyimpangan pada titik kendali kritis yang dapat mempengaruhi kualitas AMDK kedepannya dan mempertahankan status AMDK layak konsumsi. Sistem pemantauan dan tindakan perbaikan TTK ini mengacu pada SNI 6989.57:2008, SNI 3554:2015 dan hasil wawancara dengan staff *quality control* AMDK X.

## **2. Sanitasi pada *Water Treatment Plant* tidak dilakukan sesuai SOP**

Sanitasi *Water Treatment Plant* dan seluruh ruang produksi AMDK X wajib dilakukan untuk menghindari adanya kontaminasi bakteri pada produk AMDK. Sistem pemantauan titik kendali kritis ini adalah memeriksa kondisi kebersihan ruang produksi AMDK X secara menyeluruh (dari unit-unit WTP, fasilitas yang tersedia, hingga kegiatan sanitasi lain yang sesuai SOP) dan pengecekan laporan sanitasi harian. Pemantauan dapat dilakukan setiap akan dimulai *shift* produksi AMDK X, lebih tepatnya 2 kali/hari. Penanggung jawab prosedur pemantauan ini adalah staff *quality control* AMDK X. Setelah dilakukan pemantauan rutin setiap *shift* dan ditemukan penyimpangan seperti lantai ruang produksi yang masih kotor dan lembab, drainase yang tidak bekerja dengan baik dan menyebabkan air menggenang, unit-unit WTP yang kurang steril atau terdapat benda-benda yang tidak berhubungan dengan proses produksi berserakan di dalam

ruangan, maka perlu adanya tindakan perbaikan. Tindakan perbaikan tersebut adalah penertiban dalam melakukan sanitasi ruang produksi secara menyeluruh hingga ke detail-detail terkecil. Hal ini dilakukan untuk menghindari adanya penyimpangan pada titik kendali kritis yang dapat mempengaruhi kualitas AMDK kedepannya dan mempertahankan status AMDK layak konsumsi. Sistem pemantauan dan tindakan perbaikan TTK ini mengacu pada PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003 dan hasil wawancara dengan staff *quality control* AMDK X.

### **3. Sanitasi pekerja tidak dilakukan sesuai SOP**

Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dan sanitasi untuk semua pekerja pada ruang produksi sangat penting untuk dilakukan agar produk AMDK dapat terhindar dari kontaminasi bakteri. Sistem pemantauan titik kendali kritis ini adalah dengan memeriksa kondisi kebersihan semua pekerja produksi secara menyeluruh, dari pakaian khusus yang wajib digunakan hingga kegiatan sanitasi lainnya yang sesuai SOP. Pemantauan dapat dilakukan setiap akan dimulai *shift* produksi AMDK X, lebih tepatnya 2 kali/hari. Penanggung jawab prosedur pemantauan ini adalah staff *quality control* AMDK X. Setelah dilakukan pemantauan rutin setiap *shift* dan ditemukan penyimpangan seperti pekerja yang tidak mengenakan pakaian khusus dan penutup mulut atau rambut saat proses produksi berlangsung, pekerja yang tidak mengenakan sepatu khusus yang sudah steril dalam ruang produksi, atau tidak mencuci tangan setiap akan memulai kegiatan produksi, maka perlu adanya tindakan perbaikan. Tindakan perbaikan tersebut adalah melakukan penertiban pada seluruh pekerja bagian produksi perusahaan AMDK X secara menyeluruh, hingga ke detail-detail terkecil. Hal ini dilakukan untuk menghindari adanya penyimpangan pada titik kendali kritis yang dapat mempengaruhi kualitas AMDK kedepannya dan mempertahankan status AMDK layak konsumsi. Sistem pemantauan dan tindakan perbaikan TTK ini mengacu pada PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003 dan hasil wawancara dengan staff *quality control* AMDK X.

Tabel 4.86 Tindakan Perbaikan pada Wawasan Pekerja

No.	Jenis Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Pemantauan				
				Letak Pemantauan	Prosedur	Frekuensi	Penanggung Jawab	Tindakan Perbaikan
1	Tidak ada pelatihan manajemen kualitas air minum sesuai SNI 01-4852-1998	Jumlah pelatihan manajemen kualitas air untuk para pekerja	1 kali	Pabrik bagian Produksi AMDK X	Pemantauan secara keseluruhan dokumen laporan manajemen kualitas dan pencapaian mutu, laporan kepuasan pelanggan, dan laporan kegiatan bulanan	Setiap bulan	Manajer Unit Produksi AMDK X	Melakukan pelatihan kepada seluruh staff produksi AMDK X mengenai manajemen kualitas AMDK yang lebih baik setiap 1 tahun
2	Pemahaman pekerja mengenai kualitas air sesuai SNI 3553:2015 sangat rendah	Jumlah pelatihan tentang kualitas air	1 kali	Pabrik Produksi AMDK X	Analisa semua data hasil uji laboratorium parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi secara menyeluruh (dari air baku, hasil inlet-outlet unit WTP, hingga air hasil produksi)	Setiap Tahun	Manajer Unit Produksi AMDK X	Melakukan pelatihan kepada seluruh staff produksi AMDK X mengenai kualitas AMDK sesuai SNI 3553:2015

No.	Jenis Kegagalan	Titik Kendali Kritis	Batas Kritis	Pemantauan				
				Letak Pemantauan	Prosedur	Frekuensi	Penanggung Jawab	Tindakan Perbaikan
3	Wawasan pekerja terkait operasional pabrik sesuai PERMENPE RINDAG No. 705 Tahun 2003 sangat rendah	Jumlah pelatihan tentang operasional pabrik	1 kali	Pabrik Produksi AMDK X	Analisa semua dokumen laporan kegiatan produksi dari aspek operasional secara menyeluruh	Setiap Tahun	Manajer Unit Produksi AMDK X	Melakukan pelatihan kepada seluruh staff produksi AMDK X mengenai operasional pabrik AMDK

## **Wawasan Pekerja**

### **1. Tidak ada pelatihan manajemen kualitas air minum sesuai SNI 01-4852-1998**

Pelatihan manajemen kualitas air untuk para pekerja bagian produksi AMDK X sangat penting untuk dilakukan agar AMDK X memiliki sistem manajemen yang lebih terarah dan terstandarisasi. Sistem pemantauan dari titik kendali kritis ini dapat dilakukan dengan analisa secara keseluruhan dokumen laporan manajemen kualitas dan pencapaian mutu, laporan kepuasan pelanggan, dan laporan kegiatan bulanan pada pabrik AMDK X. Pemantauan dapat dilakukan setiap bulan. Analisa dokumen-dokumen tersebut dapat memudahkan manajer unit produksi AMDK X sebagai penanggung jawab dalam bidang pengembangan manajemen pekerja untuk memutuskan tingkat kebutuhan pelatihan manajemen kualitas air. Setelah dilakukan pemantauan rutin setiap bulan dan ditemukan masalah berulang pada aspek manajemen perusahaan, seperti mutu AMDK yang kurang stabil, manajemen pekerja tiap *shift* yang tidak sesuai SOP, maupun adanya keluhan pelanggan, maka perlu adanya tindakan perbaikan. Tindakan perbaikan tersebut adalah melakukan pelatihan kepada seluruh staff produksi AMDK X mengenai manajemen kualitas AMDK yang lebih baik setiap 1 tahun sekali. Hal ini dilakukan untuk menghindari adanya penyimpangan pada titik kendali kritis yang dapat mempengaruhi kualitas AMDK kedepannya. Sistem pemantauan dan tindakan perbaikan TTK ini mengacu pada ISO 22000, SNI 01-4852-1998, dan hasil wawancara dengan manajer unit produksi AMDK X.

### **2. Pemahaman pekerja mengenai kualitas air sesuai SNI 3553:2015 sangat rendah**

Pemahaman pekerja produksi AMDK X terhadap pentingnya mempertahankan kualitas AMDK sangat menentukan hasil produk AMDK yang akan dikonsumsi oleh konsumen. Sistem pemantauan titik kendali kritis ini adalah dengan menganalisa semua data hasil uji laboratorium dari parameter fisik, kimia, dan mikrobiologi secara menyeluruh (dari air baku, hasil inlet-



oultet unit WTP, hingga air hasil produksi). Pemantauan dapat dilakukan setiap tahun pada rekapan data hasil analisa laboratorium. Analisa data-data tersebut memudahkan manajer unit produksi AMDK X sebagai penanggung jawab dalam bidang pengembangan manajemen pekerja untuk memutuskan tingkat kebutuhan pelatihan dalam pemahaman kualitas air. Setelah dilakukan pemantauan rutin dan ditemukan masalah berulang pada data lab perusahaan, seperti parameter fisik, kimia atau mikrobiologi yang melebihi baku mutu SNI 3553:2015, maka perlu adanya tindakan perbaikan. Tindakan perbaikan tersebut adalah melakukan pelatihan kepada seluruh staff produksi AMDK X mengenai pemahaman kualitas AMDK yang layak konsumsi setiap 1 tahun sekali. Hal ini dilakukan untuk menghindari adanya penyimpangan pada titik kendali kritis yang dapat mempengaruhi kualitas AMDK kedepannya. Sistem pemantauan dan tindakan perbaikan TTK ini mengacu pada SNI 3553:2015, PERMENKES No. 492 Tahun 2010, dan hasil wawancara dengan manajer unit produksi AMDK X.

### **3. Wawasan pekerja terkait operasional pabrik sesuai PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003 sangat rendah**

Semua pekerja produksi AMDK X wajib memiliki pemahaman yang baik terhadap operasional pabrik agar tidak terjadi masalah-masalah yang tidak diinginkan dan tetap menjaga mutu produk. Sistem pemantauan titik kendali kritis ini adalah dengan menganalisa semua dokumen laporan kegiatan produksi pada aspek operasional secara menyeluruh. Pemantauan dapat dilakukan setiap tahun pada rekapan laporan kegiatan operasional produksi. Analisa dokumen-dokumen tersebut memudahkan manajer unit produksi AMDK X sebagai penanggung jawab dalam bidang pengembangan manajemen pekerja untuk memutuskan tingkat kebutuhan pelatihan dalam operasional pabrik. Setelah dilakukan pemantauan rutin dan ditemukan masalah seperti sanitasi ruang produksi yang tidak rutin atau kerusakan pada unit-unit WTP yang mempengaruhi proses produksi, maka perlu adanya tindakan perbaikan. Tindakan perbaikan tersebut adalah melakukan pelatihan kepada seluruh staff produksi

AMDK X mengenai operasional pabrik. Hal ini dilakukan untuk menghindari adanya penyimpangan pada titik kendali kritis yang dapat mempengaruhi kualitas AMDK kedepannya. Sistem pemantauan dan tindakan perbaikan TTK ini mengacu pada PERMENPERINDAG No. 705 Tahun 2003, ISO 9001, dan hasil wawancara dengan manajer unit produksi AMDK X.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan dari penelitian dan analisis yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Evaluasi kondisi eksisting dari perusahaan AMDK X menghasilkan informasi-informasi yang dapat dikaji lebih lanjut dengan rencana manajemen HACCP yaitu SOP yang kurang lengkap, *maintenance* tiap unit WTP seperti media dan membran selalu terlambat sehingga tidak sesuai dengan peraturan yang berlaku, sanitasi para pekerja dan pabrik tidak mengikuti SOP yang berlaku, pengujian kualitas air hanya pada 3 titik *sampling* sehingga tidak dapat diketahui efektifitas proses desinfeksi, dan tidak ada pelatihan khusus mengenai operasional dan manajemen pabrik untuk para pekerja.
2. Rencana manajemen kualitas HACCP yang dapat diterapkan pada sistem produksi dan Sumber Daya Manusia AMDK X berfokus dalam mempertahankan dan meningkatkan kinerja unit-unit *Water Treatment Plant*, penambahan *Standard Operating Procedure* (SOP) yang lebih lengkap untuk memudahkan pekerja dalam melakukan *maintenance* pabrik, dan peningkatan wawasan pekerja dengan beberapa pelatihan tentang manajemen operasional pabrik.

#### **5.2 Saran**

Saran yang diberikan oleh penulis:

1. Dilakukan analisa lebih lanjut pada aspek biaya (*cost analysis*) dan aspek masyarakat dengan tujuan untuk mengetahui efektifitas HACCP dalam menekan biaya pengeluaran perusahaan dan meningkatkan kepuasan konsumen.
2. Dilakukan analisa resiko hingga ke tahap pengisian dan distribusi AMDK agar metode HACCP dapat diterapkan hingga produk diterima oleh konsumen.

Halaman ini sengaja dikosongkan

## DAFTAR PUSTAKA

- Afrisetiawati, R., Erly, dan Endrinaldi. 2016. "Identifikasi Bakteri Escherichia Coli pada Air Minum Isi Ulang yang diproduksi DAMIU di Kelurahan Lubuk Buaya Kota Padang". **Jurnal Kesehatan Andalas** 5, 3:570-574.
- Ahn, J., Noh, Y., Park, S. H., Choi, B. I., dan Chang, D. 2017. "Fuzzy- Based Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) Of A Hybrid Molten Carbonate Fuel Cell (MCFC) and Gas Turbine Sistem For Marine Propulsion". **Journal of Power Sources** 3, 64:226-233.
- Amanati, L. 2016. "Uji Nitrit pada Produk Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) yang Beredar di Pasaran". **Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri** 2, 1:59-64.
- APHA. 1998. **Standard Methods for the Eximination of Water and Wastewater 20<sup>th</sup> Edition**. United States
- Ariyanti, D., dan Widiassa, I. 2011. "Aplikasi Teknologi Reverse Osmosis untuk Pemurnian Air Skala Rumah Tangga". **Jurnal Teknik** 32, 3:193-198.
- Ashari. 2012. "Penerapan Metode *Time Series* dalam Simulasi Forecasting Perkembangan Akademik Mahasiswa". **Jurnal Teknik Informatika** 7, 9:9-16.
- Aulia, N. 2016. Analisis dan Evaluasi Sisa Material Konstruksi Menggunakan Metode Pareto dan Fishbone Diagram. Skripsi. Universitas Brawijaya
- Benefits of HACCP. Food Safety Authority of Ireland. Dublin, Ireland
- Bugis, H., Daud, A., dan Birawida, A. 2013. Studi Kandungan Logam Berat Kromium VI (Cr VI) pada Air dan Sedimen di Sungai Pangkajene Kabupaten Pangkep. Skripsi. Universitas Hasanuddin.
- Carlson, C. S. 2004. *Effective FMEAS: Achieving Safe, Reliable, And Economical Products And Processes Using Failure Mode And Effects Analysis*.USA: ReliaSoft Corporation
- Dahlan, A., dan Wahyunus. 2016. Rencana HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) Pengolahan Kecap. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Damikouka, I., Katsiri, A., dan Tzia, C. 2007. "Application of HACCP Principles in Drinking Water Treatment". **Journal**

- of **Environmental Science and Technology** 2010, 3:138-145.
- Daulay, S. 2014. **Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) dan Implentasinya dalam Industri Pangan**. Jakarta.
- Dvorak, B., dan Skipton, S. 2013. **Guide of Drinking Water Treatment: Sediment Filtration**. Nebraska: University of Nebraska.
- Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan**. Yogyakarta : Kanisius.
- Fluoride of Drinking Water. World Health Organization. Cornwall, United Kingdom
- Gabriele. 2018. "Analisis Penerapan Standar Operasional Prosedur (SOP) di Departemen Marketing dan HRD PT Cahaya Indo Persada". **Jurnal Ilmiah Agora** 6, 1:11-21.
- Gafur, A., Kartini, A., dan Rahman. 2017. "Studi Kualitas Fisik, Kimia, dan Biologi pada Air Minum Dalam Kemasan Berbagai Merek yang Beredar di Kota Makassar Tahun 2016". **Jurnal Kesehatan Lingkungan** 3, 1:37-46.
- Harley, S., Schuba, B., dan Corkal, D. 2008. **Ultraviolet Disinfection of Private Water Supplies for Household or Agricultural Uses**. Canada : Department Agriculture and Agri-food
- Hassan, F. 2016. Kajian Penerapan Sistem Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) di IPAM Porong PDAM Delta Tirta Sidoarjo. Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Immamoto, T. 2008. "Perivesical Abscess Caused by Migration of Fishbone from The Intestinal rcat". **International Journal of Urology**. 9, 1:405-409.
- Islam, M., Sarkar, M., Afrin, T., Rahman, S., Talukder, R., Howlader, B., dan Khaleque, M. 2016. "A Study on Total Dissolved Solids and Hardness Level of Drinking Mineral Water in Bangladesh". **American Journal of Applied Chemistry** 4, 5:164-169.
- Ismet, M. 2016. "Peran Reverse Osmosis (RO) dalam Proses Produksi Ultra Pure Water (UPW)". **Jurnal Teknik Kimia** 4, 3:1-10.

- Istarani, F., dan Pandebesie, E. 2014. "Studi Dampak Arsen (As) dan Kadmium (Cd) terhadap Penurunan Kualitas Lingkungan". **Jurnal Teknik Lingkungan** 3, 1:53-58.
- Mahyudin, Barid, B., dan Nursetiawan. 2012. Analisis Kualitas Air dengan Filtrasi Menggunakan Pasir Silika Sebagai Media Filter. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Marwati, S. 2010. **Pemilihan Kemasan dan Peralatan Makan Berbahan Plastik yang Aman Bagi Kesehatan**. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta
- Masduqi, A., dan Assomadi, A. 2016. **Operasi dan Proses Pengolahan Air**. Surabaya: ITS Press
- Menteri Kesehatan. 2010. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Indonesia
- Menteri Perindustrian dan Perdagangan. 2003. Peraturan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 705 Tentang Persyaratan Teknis Industri Air Minum Dalam Kemasan dan Perdagangannya. Indonesia
- Menteri Perindustrian. 2011. Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 96 Tentang Persyaratan Teknis Industri Air Minum Dalam Kemasan. Indonesia
- Mukarromah, R. 2016. Analisis Sifat Fisis dalam Studi Kualitas Air di Mata Air Sumber Asem Dusun Kalijeruk, Desa Siwuran, Kecamatan Garung, Kabupaten Wonosobo. Skripsi. Universitas Negeri Semarang.
- Pamularsih, C., Choanji, D., dan Widiyasa, I. 2013. "Penyisihan Kekeruhan pada Sistem Pengolahan Air Sungai Tembalang dengan Teknologi Rapid Sand Filter". **Jurnal Teknologi Kimia dan Industri** 2, 4:48-54.
- Peta Infrastruktur Kabupaten Malang, Malang, 2012
- Pinem, J., dan Adha, M. 2008. "Kinerja Membran Reverse Osmosis Terhadap Rejeksi Kandungan Garam Air Payau Sintetis: Pengaruh Variasi Tekanan Umpan". **Jurnal Teknik Kimia** 6, 5:1-7.
- Prihandoko, J. 2019. **Panduan Prosedur Pengelolaan AMDK X**. Malang: Perusahaan X.
- Puspitasari, N., dan Martanto, A. 2014. "Penggunaan FMEA dalam Mengidentifikasi Resiko Kegagalan Proses Produksi Sarung ATM (Alat Tenun Mesin)". **Jurnal Teknik Industri** 9, 2:93-98.

- Radjak, dan Febriyanti, N. 2013. Pengaruh Jarak Septic tank dan Kondisi Fisik Sumur terhadap Keberadaan Bakteri Escherichia Coli. Skripsi. Universitas Negeri Gorontalo.
- Rahmatina, D. 2010. "Prosedur Menggunakan Stratified Random Sampling Method Dalam Mengestimasi Parameter Populasi". **JEMI** 1, 1:77-86.
- Said, N. 2003. "Aplikasi Teknologi Osmosis Balik untuk Memenuhi Kebutuhan Air Minum di Kawasan Pesisir atau Pulau Terpencil". **Jurnal Teknik Lingkungan** 4, 2:15-34.
- Said, N. 2007. "Disinfeksi untuk Proses Pengolahan Air Minum". **JAI** 3, 1:15-28.
- Sari, D., Rosyada, Z., dan Rahmadhani, N. 2011. "Analisa Penyebab Kegagalan Produk *Woven* dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis". **Jurnal Teknik Industri** 1, 6:6-11.
- Sekarwati, N., Subagiyono, dan Wulandari, H. 2016. "Analisis Kandungan Bakteri Total Koliform Dalam Air Bersih dan Escherichia Coli Dalam Air Minum pada Depot Air Minum Isi Ulang di Wilayah Kerja Puskesmas Kalasan Sleman". **Jurnal Kesehatan Masyarakat** 10, 2:1-12.
- Setiawati, E., dan Suroto. 2010. "Pengaruh Bahan Aktivator Pada Pembuatan Karbon Aktif Tempurung Kelapa". **Jurnal Riset Industri Hasil Hutan** 2, 1:21-26.
- SNI 01-4852-1998: Sistem Analisa Bahaya dan Pengendalian Titik Kritis (HACCP) serta Pedoman Penerapannya. Jakarta.
- SNI 3553-2015: Air Mineral. Jakarta.
- SNI 3554-2015: Cara Uji Air Minum Dalam Kemasan. Jakarta
- SNI 6774:2008: Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air. Jakarta
- SNI 6989.57-2008: Metoda Pengambilan Contoh Air Permukaan. Jakarta
- SNI SNI 06-6989.25-2005: Cara Uji Kekeruhan dengan Nefelometer. Jakarta.
- Soesanto, K., dan Syauqie, F. 2018. Studi Pengelolaan Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) di Unit Bisnis (UB) AMDK Asa Perum Jasa Tirta I. Laporan Kerja Praktikum. Institut Teknologi Sepuluh Nopember



- Sudarmaji. 2005. "Analisis Bahaya dan Pengendalian Titik Kritis (Hazard Analysis Critical Control Point)". **Jurnal Kesehatan Lingkungan** 1, 2:183-190.
- Sudibyoy, A. 2007. "Pengendalian Keamanan dan Penerapan HACCP pada Industri Air Minum Dalam Kemasan". **Agro Based Industry Journal** 24, 1:50-66.
- Suliastuti, I., Anggraini, S., dan Iskandar, T. 2014. "Pengaruh Perbandingan Jumlah Media Filter (Pasir Silika, Karbon Aktif, Zeolit) dalam Kolom Filtrasi terhadap Kualitas Air Mineral". **Jurnal Teknik Kimia** 2, 3:1-5.
- Supranto, J. 2003. **Metode Riset: Aplikasinya dalam Pemasaran**. Jakarta : PT. Rineka Cipta
- Surahman, D., dan Ekatifitri, R. 2014. "Kajian HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) Pengolahan Jambu Biji di Pilot Plant Sari Buah UPT. B2PTTG – Lipi Subang". **Journal Agritech** 34, 3:266-276.
- Suryani, F. 2018. "Penerapan Metode Diagram Sebab Akibat (Fish Bone Diagram) dan FMEA (Failure Mode and Effect) dalam Menganalisa Resiko Kecelakaan Kerja di PT. Pertamina Talisman Jambi Merang". **Journal Industrial Services** 3, 2:63-69.
- Susanti, W. 2016. Analisa Kadar Ion Besi, Kadmium, dan Kalsium Dalam Air Minum Kemasan Galon dan Air Minum Kemasan Galon Isi Ulang dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.
- Susanto, A., Indra, A. 2016. "Prototipe Alat Pencuci Cartridge Filter Usaha Air Minum Isi Ulang". **Jurnal Inovtek** 6, 1:11-18.
- Tathagita, A. 2014. **Step by step membuat SOP**. Jakarta: Efata Publishing
- Taylor, E. 2010. **HACCP in small companies: benefit or burden?**. Preston: University of Central Lancashire.
- Thaheer, H. 2005. **Sistem Manajemen HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points)**. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Trisnawati, L. 2008. Perancangan dan Implementasi Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) Plan Produk Air Minum Dalam Kemasan (AMDK). Skripsi. Institut Pertanian Bogor.

- United States Environmental Protection Agency. 1995. **Water Treatment Manual: Filtration**. United States
- United States Environmental Protection Agency. 2005. **Membrane Filtration Guidance Manual**. United States
- United States Environmental Protection Agency. 2011. **Water Treatment Manual: Disinfection**. United States
- Usha, N., Rajamohan R., Venugopalan P., dan Mal D. 2014. "Efficiency of reverse osmosis in removal of total organic carbon and trihalomethane from drinking water". **Research Journal of Chemistry and Environment** 18, 12:1-7.
- Wahyuningsih, I. 2018. Pengurangan Risiko Kegagalan Kualitas Produksi Air Minum Isi Ulang Kecamatan Gubeng Kota Surabaya Menggunakan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- World Health Organization. 2006. **Water Safety Plan Manual**. New Zealand
- World Health Organization. 2008. **Guidelines for Application of Hazard Analysis Critical Control Point**. United States of America
- World Health Organization. 2011. **Guidelines for Drinking Water Quality**. Switzerland
- Yonkyu, C. 2009. "The Effects of UV Disinfection on Drinking Water Quality in Distribution Systems". **Journal of Water Research** 44, 2:115-122.

## **LAMPIRAN 1 (SNI 3554:2015)**

### **1. Prosedur Analisa pH**

Peralatan :

- pH meter
- Elektroda gelas
- Elektroda pembanding
- Pengaduk Magnetik
- Gelas Piala 250 mL

Bahan :

- Larutan standard pH (Larutan *Buffer* 4, 7, 9)
- Air sampel dari influen dan efluen unit *Rapid Sand Filter*, *Cartridge filter I*, *Cartridge filter II*, *Reverse Osmosis Unit*, dan *Ozone Injection* dalam botol kaca 140 mL
- Air suling (*aquades*)

Cara Kerja :

1. Kalibrasikan pH meter dengan larutan *buffer* setiap kali akan melakukan pengukuran
2. Celupkan elektroda yang telah dibersihkan dengan air suling ke dalam gelas piala 250 mL yang berisi air sampel
3. Baca nilai pH dan catat
4. Kalibrasi pH meter dengan larutan *buffer* setiap pergantian sampel
- 5.

### **2. Prosedur Analisa *Total Dissolved Solid* (TDS)**

Peralatan :

- Piringan penguap (bahan porselin, diameter 90 mm)
- Tanur (550° c)
- Penangas air
- Desikator

- Neraca analitik
- *Magnetic stirrer*
- Pipet berlubang besar
- Gelas ukur
- Gelas piala pendek
- Piringan penyaring serat kaca
- Alat penyaring
- Labu Pengisap
- Oven

Pereaksi Larutan Baku :

1. Panaskan serbuk kalium nitrat ( $\text{KNO}_3$ ) dalam oven pada suhu  $105^\circ\text{C}$  selama 24 jam
2. Larutkan 0,7218 gram dalam *aquades* dan encerkan hingga 1000 mL

Bahan :

- Air sampel dari influen dan efluen unit *Rapid Sand Filter, Cartridge filter I, Cartridge filter II, Reverse Osmosis Unit,* dan *Ozone Injection* dalam botol kaca 140 mL
- Air suling (*aquades*)

Cara Kerja :

1. Operasikan piringan penyaring serat kaca dengan menyalakan pompa vakum dan cuci piringan sebanyak tiga kali dengan air suling. Lanjutkan pengisapan vakum untuk menghilangkan sisa air dan buang air pencuci
2. Letakkan pinggan penguap pada tanur dengan suhu  $550^\circ\text{C}$  selama 1 jam
3. Letakkan pinggan penguap pada oven dengan suhu  $\pm 180^\circ\text{C}$  selama 1 jam
4. Simpan pinggan penguap pada desikator hingga suhu menjadi suhu ruangan
5. Saring air sampel selama 10 menit hingga menghasilkan residu kering seberat 2,5 mg sampai 250 mg. Jika waktu

- yang dibutuhkan lebih dari 10 menit, tingkatkan ukuran penyaring atau kurangi volume air sampel
6. Pindahkan filtrat pada pinggan penguap yang telah ditimbang bobot kosongnya dan diuapkan hingga kering
  7. Keringkan pinggan bermuatan sampel pada tanur bersuhu 550°C selama 1 jam
  8. Pindahkan pinggan bermuatan sampel dari tanur ke dalam oven ±180°C selama 1 jam
  9. Dinginkan pinggan bermuatan sampel dalam desikator hingga suhu ruang
  10. Timbang pinggan bermuatan sampel dengan neraca analitik
  11. Ulangi siklus pengeringan, pendinginan, desikasi, dan penimbangan hingga tercapai bobot tetap atau hingga selisih penimbangan dengan sebelumnya tidak lebih dari 4% atau 0,5 mg

Perhitungan :

$$\text{Zat padat terlarut total (mg/L)} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{volume contoh (mL)}}$$

Keterangan :

A = bobot residu kering + pinggan tertutup (mg)

B = bobot pinggan penguap kosong (mg)

**LAMPIRAN 2**  
**(Standard Methods for the Examination of Water and**  
**Wastewater 20<sup>th</sup> edition, APHA)**

**Prosedur Analisa Bakteri *Escherichia Coli* dengan metode**  
**MPN (Most Probable Number)**

Peralatan:

- Neraca Analitik
- Tabung reaksi
- Tabung Dirham
- Kertas Coklat
- Botol Kaca
- Piper Ukur
- Autoclave
- Tabung Erlenmeyer
- Inkubator
- Jarum Ose
- Bunsen
- Kapas lemak

Bahan:

- Air sampel dari influen dan efluen unit *Rapid Sand Filter, Cartridge filter I, Cartridge filter II, Reverse Osmosis Unit, dan Ozone Injection* dalam botol kaca 140 mL
- Air suling (*aquades*)
- Media LTB (Lauryl Tryptose Broth)
- Media BGLBB (Brilliant Green Lactose Bile Broth)
- Media LES Endo Agar atau MacConkey Agar

## **A. Uji Presumtif**

Prosedur:

1. Timbang media LTB sebanyak 26 gram pada tabung erlenmeyer menggunakan neraca analitik
2. Tambahkan aquades hingga volumenya mencapai 50 mL
3. Aduk hingga homogen
4. Tuang larutan media LTB ke dalam 10 tabung reaksi besar dan 20 tabung reaksi kecil sebanyak 10 mL
5. Masukkan tabung dirham secara terbalik pada masing-masing tabung reaksi
6. Tutup tiap tabung reaksi dengan kapas lemak
7. Bungkus alat-alat yang akan disterilkan, beserta semua tabung reaksi, dan pipet ukur dengan kertas coklat
8. Sterilkan pada autoclave selama 1 jam
9. Tuang air sample sebanyak 10 mL pada 5 tabung reaksi besar, 1 mL pada 5 tabung reaksi kecil, dan 0,1 mL pada tabung reaksi kecil
10. Inkubasi semua tabung pada suhu  $35^{\circ}\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  selama  $24\pm 2$  jam pada incubator
11. Lakukan uji konfirmatif bila terdapat gelembung gas pada tabung dirham

## **B. Uji Konfirmatif**

Prosedur:

1. Timbang media BGLBB sebanyak 26 gram pada tabung erlenmeyer menggunakan neraca analitik
2. Tambahkan aquades hingga volumenya mencapai 50 mL

3. Aduk hingga homogen
4. Tuang larutan media BGLBB ke dalam 10 tabung reaksi besar dan 20 tabung reaksi kecil sebanyak 10 mL
5. Masukkan tabung dirham secara terbalik pada masing-masing tabung reaksi
6. Tutup tiap tabung reaksi dengan kapas lemak
7. Bungkus alat-alat yang akan disterilkan, beserta semua tabung reaksi, dan pipet ukur dengan kertas coklat
8. Sterilkan pada autoclave selama 1 jam
9. Panaskan jarum ose selama 3 kali pada bunsen
10. Inokulasi sampel dari tabung-tabung reaksi media LTB (hanya yang hasilnya positif saja) menggunakan jarum ose pada tabung-tabung reaksi baru yang berisi media BGLBB
11. Inkubasi semua tabung pada suhu  $35^{\circ}\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  selama  $48\pm 3$  jam pada incubator
12. Lakukan uji pelengkap bila terdapat gelembung gas pada tabung dirham

### **C. Uji Pelengkap**

Prosedur:

1. Timbang media sebanyak 10 gram pada tabung erlenmeyer menggunakan neraca analitik
2. Tambahkan aquades hingga volumenya mencapai 50 mL
3. Aduk hingga homogen
4. Tuang larutan media LES Endo Agar atau MacConkey Agar pada cawan petri



5. Bungkus alat-alat yang akan disterilkan, beserta cawan petri yang berisi media agar, dan pipet ukur dengan kertas coklat
6. Sterilkan pada autoclave selama 1 jam
7. Panaskan jarum ose selama 3 kali pada bunsen
8. Inokulasi sampel dari tabung-tabung reaksi media BGLBB (hanya yang hasilnya positif saja) menggunakan jarum ose pada cawan petri yang berisi media agar
9. Inkubasi semua tabung pada suhu  $35^{\circ}\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  selama  $24\pm 2$  jam pada incubator
10. Amati koloni bakteri yang terbentuk pada media agar (berwarna merah muda hingga merah tua pada LES Endo Agar dan berwarna merah dan dikelilingi zona buram pada MacConkey Agar)
11. Hitung hasil MPN/100 mL dan bandingkan dengan MPN Indeks yang tersedia

Perhitungan:

$$\text{MPN/100 mL} = \frac{100 \times P}{\sqrt{N \times T}}$$

Keterangan:

P = Jumlah hasil positif

N = Total volume sampel dari semua hasil yang negative (mL)

T = Total volume sampel pada pengenceran yang dipilih (mL)

TABLE 9221.IV. MPN INDEX AND 95% CONFIDENCE LIMITS FOR VARIOUS COMBINATIONS OF POSITIVE RESULTS WHEN FIVE TUBES ARE USED PER DILUTION (10 mL, 1.0 mL, 0.1 mL)

Combination of Positives	MPN Index/ 100 mL	95% Confidence Limits		Combination of Positives	MPN Index/ 100 mL	95% Confidence Limits	
		Lower	Upper			Lower	Upper
0-0-0	<2	—	—	4-2-0	22	9.0	56
0-0-1	2	1.0	10	4-2-1	26	12	65
0-1-0	2	1.0	10	4-3-0	27	12	67
0-2-0	4	1.0	13	4-3-1	33	15	77
				4-4-0	34	16	80
				5-0-0	23	9.0	86
1-0-0	2	1.0	11	5-0-1	30	10	110
1-0-1	4	1.0	15	5-0-2	40	20	140
1-1-0	4	1.0	15	5-1-0	30	10	120
1-1-1	6	2.0	18	5-1-1	50	20	150
1-2-0	6	2.0	18	5-1-2	60	30	180
				5-2-0	50	20	170
2-0-0	4	1.0	17	5-2-1	70	30	210
2-0-1	7	2.0	20	5-2-2	90	40	250
2-1-0	7	2.0	21	5-3-0	80	30	250
2-1-1	9	3.0	24	5-3-1	110	40	300
2-2-0	9	3.0	25	5-3-2	140	60	360
2-3-0	12	5.0	29	5-3-3	170	80	410
				5-4-0	130	50	390
3-0-0	8	3.0	24	5-4-1	170	70	480
3-0-1	11	4.0	29	5-4-2	220	100	580
3-1-0	11	4.0	29	5-4-3	280	120	690
3-1-1	14	6.0	35	5-4-4	350	160	820
3-2-0	14	6.0	35	5-5-0	240	100	940
3-2-1	17	7.0	40	5-5-1	300	100	1300
				5-5-2	500	200	2000
4-0-0	13	5.0	38	5-5-3	900	300	2900
4-0-1	17	7.0	45	5-5-4	1600	600	5300
4-1-0	17	7.0	46	5-5-5	≥1600	—	—
4-1-1	21	9.0	55				
4-1-2	26	12	63				

Tabel Indeks MPN

Sumber : Standard Methods APHA 1998

**LAMPIRAN 3**  
**(SNI 06-6989.25-2005)**

**Prosedur Analisa Kekeruhan dengan Nefelometer**

Peralatan:

- Nefelometer
- Gelas piala
- Botol semprot
- Pipet volume 5 mL dan 10 mL
- Neraca analitik
- Labu ukur 100 mL dan 1000 mL

Bahan :

- Air sampel dari influen dan efluen unit *Rapid Sand Filter*, *Cartridge filter I*, *Cartridge filter II*, *Reverse Osmosis Unit*, dan *Ozone Injection* dalam botol kaca 140 mL
- Air suling (*aquades*)

Prosedur:

A. Kalibrasi Nefelometer

1. Optimalkan nefelometer untuk pengujian kekeruhan, sesuai petunjuk penggunaan alat
2. Masukkan suspensi baku kekeruhan (misalnya 40 NTU) ke dalam tabung pada nefelometer.
3. Pasang tutupnya
4. Biarkan alat menunjukkan nilai pembacaan yang stabil
5. Atur alat sehingga menunjukkan angka kekeruhan larutan baku (misalnya 40 NTU).

B. Penetapan Contoh Uji

1. Cuci tabung nefelometer dengan air suling

2. Kocok contoh dan masukkan contoh ke dalam tabung pada nefelometer
3. Pasang tutupnya
4. Biarkan alat menunjukkan nilai pembacaan yang stabil
5. Catat nilai kekeruhan contoh yang teramati.

Perhitungan:

$$\text{Kekeruhan (NTU)} = A \times f_p$$

Keterangan:

A = Kekeruhan dalam NTU contoh yang diencerkan

$f_p$  = adalah faktor pengenceran.

## LAMPIRAN 4

### LEMBAR KUESIONER STAFF PRODUKSI AMDK X (TEKNIS DAN OPERASIONAL)

Kuisisioner ini akan digunakan untuk studi penelitian Tugas Akhir. Studi ini dilaksanakan oleh Mahasiswa S1 Teknik Lingkungan ITS bernama **Made Urmylla Lyyasintha Sunaya**.

#### Identitas dan Teknis

No	Identitas	Jawaban
1	Nama :	
2	Usia :	tahun
3	Jenis Kelamin :	(1) Laki-laki / (2) Perempuan
4	Jabatan pada bagian produksi AMDK X :	
5	Pendidikan terakhir (beserta bidang) :	
6.	Lama pengalaman bekerja :	

#### 1. Pengetahuan

Berilah tanda centang (√) pada kolom penilaian

Ket: 1 = sangat tidak setuju (sangat membutuhkan peraturan baru)

2 = tidak setuju (membutuhkan peraturan baru dalam waktu dekat)

3= sedikit setuju (membutuhkan peraturan baru, tapi tidak dalam waktu dekat)

4= setuju (peraturan lama masih dapat digunakan)

5 = sangat setuju (tidak perlu mengganti peraturan)

**Pertanyaan:**

No	Pertanyaan	Jawaban Responden				
		1	2	3	4	5
1	Apakah Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum masih relevan untuk digunakan?					
2	Apakah Anda anda memilih peraturan atau baku mutu lain yang dapat digunakan sebagai acuan dalam menghasilkan AMDK yang berkualitas? Jika Ya, sebutkan regulasi tersebut! ..... .....					
3	Apakah Peraturan Menteri Perindustrian dan Perdagangan No. 705 Tahun 2003 tentang persyaratan teknis industri air minum dalam kemasan dan perdagangannya masih dapat digunakan dalam operasional pabrik AMDK X ?					
4	Apakah sistem manajemen kualitas pada AMDK X dapat menggunakan SNI 01-4852-1998 tentang aplikasi metode <i>Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP)</i> sebagai landasan manajemen kualitas produk ?					

## 2. Teknis dan Operasional

### Bagian A

Berilah tanda centang (√) pada kolom penilaian

Ket: 1 = tidak pernah (sama sekali belum pernah melakukan)

2 = jarang (sekali dalam  $\geq 1$  Tahun)

3 = kadang-kadang (sekali dalam  $\geq 1$  bulan)

4 = sering (sekali dalam 1 minggu)

5 = selalu (sekali dalam sehari)

### Pertanyaan:

No	Pertanyaan	Jawaban Responden				
		1	2	3	4	5
1	Seberapa sering Anda mengecek kondisi pompa dan pipa untuk pengambilan air baku?					
2	Seberapa sering air baku diuji kualitasnya di laboratorium?					
3	Seberapa sering air baku yang diuji memenuhi baku mutu yang berlaku?					
4	Seberapa sering anda mengecek radius jarak di sekeliling air baku dengan saluran air limbah kedap air, saluran air limbah tidak kedap air atau <i>septic tank</i> , lubang sumur, lapangan penimbunan limbah, kandang atau lapangan tempat tinggal hewan ?					
5	Seberapa sering Anda mengecek kondisi <i>reservoir</i> awal untuk penampungan air baku?					
6	Seberapa sering Anda melakukan uji laboratorium pada influen dan efluen unit filtrasi?					
7	Seberapa sering Anda melakukan penggantian					

	pasir silika?					
8	Seberapa sering intensitas pembersihan pasir silika dilakukan?					
9	Seberapa sering Anda melakukan penggantian karbon aktif?					
10	Seberapa sering intensitas pembersihan karbon aktif dilakukan?					
11	Seberapa sering Anda melakukan penggantian pasir mangan?					
12	Seberapa sering intensitas pembersihan pasir mangan dilakukan?					
13	Seberapa sering Anda melakukan penggantian membran <i>cartridge filter</i> ?					
14	Seberapa sering intensitas pembersihan membran <i>cartridge filter</i> dilakukan?					
15	Seberapa sering Anda melakukan uji laboratorium pada influen dan efluen unit <i>cartridge filter</i> ?					
16	Seberapa sering Anda melakukan pengecekan pada membran ultrafilter unit <i>reverse osmosis</i> ?					
17	Seberapa sering Anda melakukan penggantian membran ultrafilter unit <i>reverse osmosis</i> ?					
18	Seberapa sering Anda melakukan uji laboratorium pada influen dan efluen unit <i>reverse osmosis</i> ?					
19	Seberapa sering Anda melakukan pengecekan pada unit injeksi ozon?					
20	Seberapa sering Anda melakukan penggantian					



	unit ozon generator ?					
21	Seberapa sering Anda melakukan pengecekan pada kadar ozon yang diinjeksikan pada air dan kadar residu ozon yang tersisa dalam air?					
22	Seberapa sering Anda melakukan uji laboratorium pada influen dan efluen unit injeksi ozon?					
23	Seberapa sering intensitas penggantian lampu UV?					
24	Seberapa sering Anda mengecek waktu kontak UV dengan air?					
25	Seberapa sering Anda melakukan uji laboratorium pada influen dan efluen lampu UV?					
26	Seberapa sering Anda melakukan sanitasi pada ruang pengolahan air dan ruang produksi AMDK X?					
27	Seberapa sering Anda mengecek sanitasi yang dilakukan dan Alat Pelindung Diri (APD) yang digunakan para pekerja di daerah ruang pengolahan air dan ruang produksi AMDK X?					

### Bagian B

Berilah tanda centang (√) pada kolom penilaian dan isilah alasan pada titik-titik yang disediakan.

Ket: 1 = Tidak ada (jika 0)

2 = Ada dan jarang terjadi (jika ≤ 2 kendala)

3 = Ada dan kadang-kadang terjadi (jika ≤ 4 kendala)

4 = Ada dan sering terjadi (jika ≤ 6 kendala)

5 = Ada dan selalu terjadi (jika > 6 kendala)

**Pertanyaan:**

No	Pertanyaan	Jawaban Responden				
		1	2	3	4	5
1	Apakah terdapat kendala pada pengambilan air baku? Sebutkan! ..... .....					
2	Apakah terdapat kendala pada pompa air baku? Sebutkan! ..... .....					
3	Apakah terdapat kendala pada unit filtrasi? Sebutkan! ..... .....					
4	Apakah terdapat kendala pada unit <i>cartridge filter</i> ? Sebutkan! ..... .....					
5	Apakah terdapat kendala pada unit <i>reverse osmosis</i> ? Sebutkan! ..... .....					
6	Apakah terdapat kendala pada unit <i>ozone generator</i> ? Sebutkan! ..... .....					
7	Apakah terdapat kendala pada lampu UV? Sebutkan! ..... .....					

*Terima kasih atas kerjasama yang Saudara berikan*

**LAMPIRAN 5**  
**LEMBAR KUESIONER STAFF PRODUKSI AMDK X (SUMBER**  
**DAYA MANUSIA)**

Kuisisioner ini akan digunakan untuk studi penelitian Tugas Akhir. Studi ini dilaksanakan oleh Mahasiswa S1 Teknik Lingkungan ITS bernama **Made Urmylla Lyyasintha Sunaya**.

**Identitas**

No	Identitas	Jawaban
1	Nama :	
2	Usia :	tahun
3	Jenis Kelamin :	(1) Laki-laki / (2) Perempuan
4	Jabatan :	
5	Pendidikan terakhir (beserta bidang) :	
6.	Lama pengalaman bekerja :	

**a. Faktor Kuantitas**

1. Berapa jumlah tenaga *maintenance* unit-unit produksi AMDK per harinya?

.....  
 .....

2. Bagaimana periode kerjanya?

- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Harian      | <input type="checkbox"/> 6 Hari - 1 Bulan  |
| <input type="checkbox"/> 1 - 3 Bulan | <input type="checkbox"/> 3 Bulan - 1 Tahun |
| <input type="checkbox"/> 1 Tahun     |  |

3. Rata-rata dalam sehari ada berapa pekerja?

.....  
.....

4. Apakah pernah terjadi permasalahan teknis dalam maintenance? Jika pernah, apa saja permasalahan yang pernah terjadi

.....  
.....

5. Berapa kali permasalahan di atas muncul dalam kurun 1 periode kerja?

.....  
.....

**b. Faktor Kualitas**

1. Rata-rata pendidikan terakhir tenaga *maintenance* unit produksi AMDK X adalah?

.....  
.....

2. Apakah terdapat pelatihan mengenai metode pengawasan dan pengendalian kualitas pada sistem produksi AMDK?

Ya

Tidak

3. Jika ada, pelatihan apa saja yang pernah dilakukan?

.....  
.....

**c. Faktor Ketercapaian SOP**

1. Apakah terdapat SOP untuk tenaga *maintenance* pada keseluruhan sistem produksi?

Ya  Tidak

2. Apakah terdapat SOP pada setiap unit pengolahan?

Ya  Tidak

3. Apakah terdapat evaluasi rutin pada SOP yang diterapkan guna memonitoring kinerja pekerja?

Ya  Tidak

4. Bagaimana periode dilakukanya evaluasi pekerja tersebut?

.....  
.....

➤ **Sumber Air Baku, Pompa, Pipa, dan Grit Filter**

1. Apakah terdapat metode pengawasan dan pengendalian kualitas pada pompa dan pipa dari sumber air baku?

Ya  Tidak

2. Bagaimana metode pengawasan dan pengendalian pada pompa dan pipa dari sumber air baku ?

.....  
.....

3. Apakah terdapat metode pengawasan dan pengendalian kualitas pada grit filter?

Ya  Tidak

4. Bagaimana metode pengawasan dan pengendalian pada grit filter?

.....  
.....

➤ **Unit Reservoir**

1. Apakah terdapat metode pengawasan dan pengendalian kualitas pada unit reservoir?

Ya

Tidak

2. Bagaimana metode pengawasan dan pengendalian unit reservoir?

.....  
.....

➤ **Unit Filtrasi**

1. Apakah terdapat metode pengawasan dan pengendalian kualitas pada unit Filtrasi ?

Ya

Tidak

2. Bagaimana metode pengawasan dan pengendalian unit filtrasi?

.....  
.....

➤ **Unit Cartridge Sediment Filter**

1. Apakah terdapat metode pengawasan dan pengendalian kualitas pada unit Cartridge Sediment Filter?

Ya

Tidak

2. Bagaimana metode pengawasan dan pengendalian unit Cartridge Sediment Filter?

.....  
.....

➤ **Unit Reversed Osmosis**

1. Apakah terdapat metode pengawasan dan pengendalian kualitas pada unit Reversed Osmosis?

Ya  Tidak

2. Bagaimana metode pengawasan dan pengendalian unit Reversed Osmosis?

.....  
.....

➤ **Unit Ozone**

1. Apakah terdapat metode pengawasan dan pengendalian kualitas pada unit Ozone?

Ya  Tidak

2. Bagaimana metode pengawasan dan pengendalian unit Ozone?

.....  
.....

➤ **Lampu UV**

1. Apakah terdapat metode pengawasan dan pengendalian kualitas pada lampu UV?

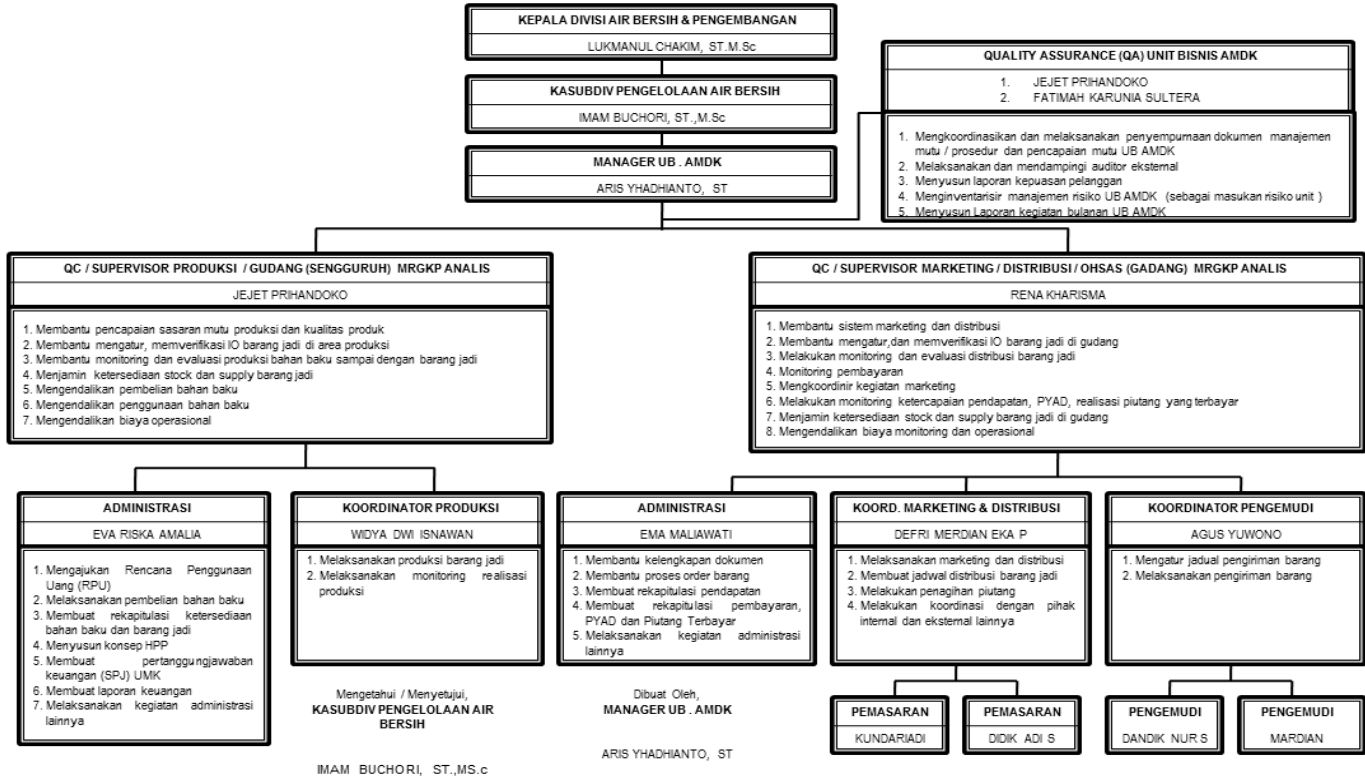
Ya  Tidak

2. Bagaimana metode pengawasan dan pengendalian pada lampu UV?

.....

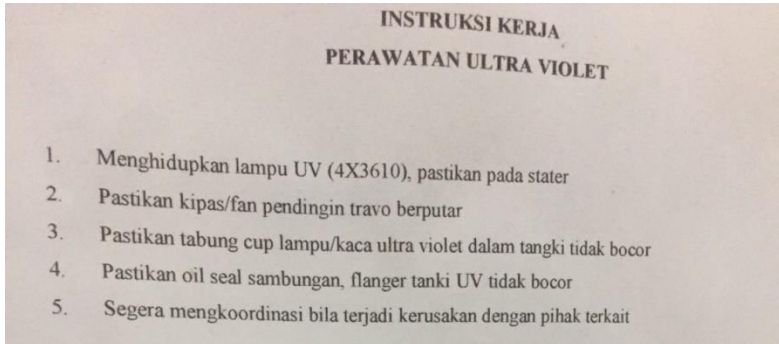
*Terima kasih atas kerjasama yang Saudara berikan*

## LAMPIRAN 6

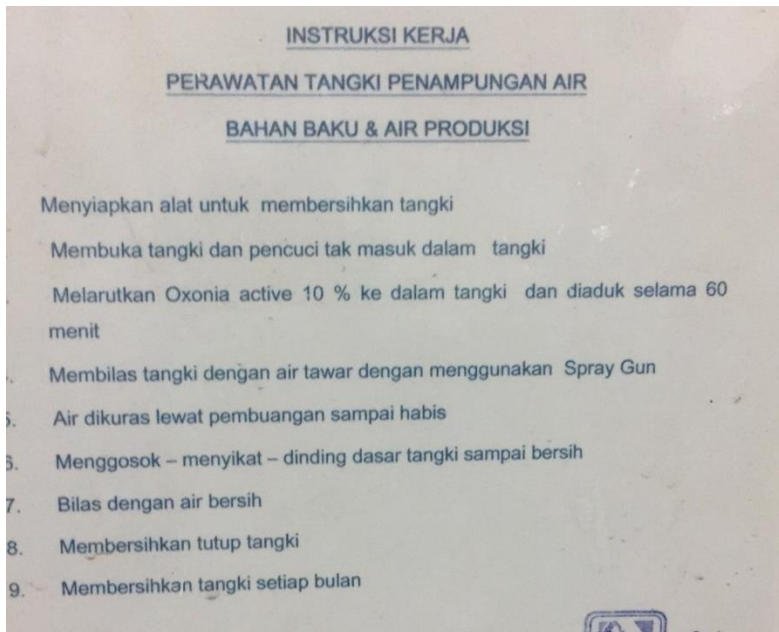




## LAMPIRAN 7



### *Standard Operating Procedure (SOP) Perawatan Lampu UV*



### SOP Perawatan Tangki Penampungan Air, Bahan Baku, dan air produksi

INSTRUKSI KERJA  
PERAWATAN OZONATOR

1. Menghidupkan Ozonator (tombol power supply)
2. Pastikan kipas pendingin ozonator berputar
3. Membuka kran oksigen dan pastikan oksigen melewati ozonator
4. Pastikan tidak ada kebocoran
5. Memutar setelah tombol setting ozonator sampai batas (waktu yang sudah ditentukan) , sesuaikan kapasitas pompa water treatment
6. Pastikan Ozon tidak bocor
7. Segera berkoordinasi bila terjadi kerusakan dengan pihak terkait/bagian teknik
8. Selama water treatment dihidupkan, perhatikan pendataan atau pencatatan secara rutin tekanan air pada :
  - a. Tanki silika – karbon active
  - b. Catridge
  - c. Injector Ozon.

*SOP Perawatan Ozone Generator*

INSTRUKSI KERJA  
WATER TREATMENT PROSES

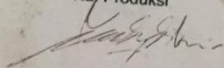
1. Hidupkan pompa, yang menghubungkan tandon penampung air bahan baku
2. Pemeriksaan air dalam tandon penampung air bahan baku
3. Kemudian air dialirkan menuju UVC untuk proses sterilisasi I
4. Air yang telah melalui tahap UVC difiltrasi dengan filter stainlees lalu ditampung dalam tandon stainlees
5. Dilakukan pemeriksaan yang kedua pada air hasil filtrasi dalam tandon stainlees
6. Selanjutnya dilakukan filtrasi II dengan menggunakan housing dan sterilisasi II dengan UVC.
7. Air siap diisi dalam galon/botol/cup

*SOP Water Treatment Process*

INSTRUKSI KERJA  
SANITASI RUANGAN

1. Membersihkan lantai ruangan pengisian dengan larutan desinfektan + air bersih sampai bersih
2. Menyalakan Lampu UV Ruang Produksi ± 2 Jam Sebelum & Sesudah Produksi
3. Ruangan senantiasa steril dari kuman dan bakteri
4. Keringkan ruangan
5. Setiap pergantian staf, ruang tetap bersih
6. Mengembalikan peralatan yang steril

Ka, Produksi



SOP Sanitasi Ruangan

## LAMPIRAN 8



Pengambilan sampel pada sumber air baku



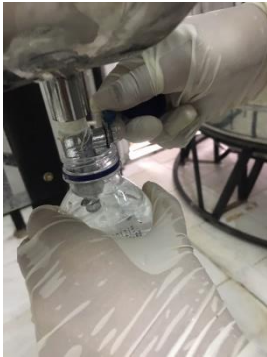
Pengambilan sampel pada efluen rangkaian filtrasi (unit filtrasi + unit *cartridge filter*)



Pengambilan sampel pada influen *reverse osmosis* + *ozone*



Pengambilan sampel pada efluen *reverse osmosis* + ozone



Pengambilan sampel pada efluen lampu UV




Analisa sampel dengan TDS meter



Analisa sampel dengan pH meter

## LAMPIRAN 9


4/11/2019 Cetak Sertifikat Final



**JASA TIRTA I**

**LABORATORIUM LINGKUNGAN**

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp.(0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
 Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 333370  
 E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id



**KAN**  
 Badan Akreditasi Nasional  
 Laboratorium Pengujian  
 LP - 227 - ISN

---

Halaman 2 dari 2  
Page 2 of 2

Uraian Contoh Uji : Kran Air Baku

Description of Sample

Metode Pengambilan Contoh Uji : -


Sample Method

Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT I Malang

Place of Analysis


Tanggal Analisa : 26 Maret - 10 April 2019

Testing Date(s)



**HASIL ANALISA**  
*Result of Analysis*

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	Kekeruhan	NTU	1.21	-	SNI 06-6989.25-2005	
2	E. Coli	MPN/100 ML	<2	-	APHA 9221-GJ.2-2017 (Tabung Ganda)	



\*) Standard Baku Mutu sesuai dengan  
Threshold Value fully adopted from

---

Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang diperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I  
 Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I  
 Halaman pertama pada sertifikat atau laporan ini merupakan bagian yang tak terpisahkan dari lembar halaman yang lainnya  
 This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or publicated without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation  
 This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation  
 First page at this certificate or report is can't separately from all pages

192.168.1.244/sertifikat/final/cetak/1777
2/2

Hasil analisa laboratorium tanggal 26 Maret 2019 (Keran Air Baku)



**LABORATORIUM LINGKUNGAN**  
 Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp.(0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
 Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 333370  
 E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id



Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

Uraian Contoh Uji : Efluen Rangkaian Filtrasi  
 Description of Sample  
 Metode Pengambilan Contoh Uji : -  
 Sample Method  
 Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1 Malang  
 Place of Analysis  
 Tanggal Analisa : 26 Maret - 10 April 2019  
 Testing Date(s)



### HASIL ANALISA

Result of Analysis

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	Kekeruhan	NTU	1.06	-	SNI 06-6989.25-2005	
2	E. Coli	MPN/100 ML	<2	-	APHA 9221-G.2-2017 (Tabung Ganda)	

\*) Standard Baku Mutu sesuai dengan  
 Threshold Value fully adopted from



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I  
 Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I  
 Halaman pertama pada sertifikat atau laporan ini merupakan bagian yang tak terpisahkan dari lembar halaman yang lainnya  
 This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation  
 This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation  
 First page at this certificate or report is can't separately from all pages

Hasil analisa laboratorium tanggal 26 Maret 2019 (Efluen Rangkaian Filtrasi )



## LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp.(0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 3331860, Fax. (0321) 333370  
E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id



Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

Uraian Contoh Uji : Influen Ro + Ozon  
Description of Sample  
Metode Pengambilan Contoh Uji : -  
Sample Method  
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT I Malang  
Place of Analysis  
Tanggal Analisa : 26 Maret - 10 April 2019  
Testing Date(s)



### HASIL ANALISA

Result of Analysis

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	Kekeruhan	NTU	0.82	-	SNI 06-6989.25-2005	
2	E. Coli	MPN/100 ML	< 2	-	APHA 9221-G.2-2017 (Tabung Ganda)	

\*) Standard Baku Mutu sesuai dengan  
Threshold Value fully adopted from



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I  
Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I  
Halaman pertama pada sertifikat atau laporan ini merupakan bagian yang tak terpisah dari lembar halaman yang lainnya  
This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation  
This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation  
First page at this certificate or report is can't separately from all pages

Hasil analisa laboratorium tanggal 26 Maret 2019 (Influen RO + Ozon)





## LABORATORIUM LINGKUNGAN

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp.(0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
Desa Lengkok Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 333370  
E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id



Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

Uraian Contoh Uji : Efluen Ro + Ozon  
*Description of Sample*  
Metode Pengambilan Contoh Uji : -  
*Sample Method*  
Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT I Malang  
*Place of Analysis*  
Tanggal Analisa : 26 Maret - 10 April 2019  
*Testing Date(s)*



### HASIL ANALISA

*Result of Analysis*

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	Kekeruhan	NTU	0.81	-	SNI 06-6989.25-2005	
2	E. Coli	MPN/100 ML	< 2	-	APHA 9221-G.2-2017 (Tabung Ganda)	

\*) Standard Baku Mutu sesuai dengan  
*Threshold Value fully adopted from*



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari  
Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta 1

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta 1  
Halaman pertama pada sertifikat atau laporan ini merupakan bagian yang tak terpisahkan dari lembar halaman yang lainnya  
**This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or publicated without any approval from  
Water Quality Laboratory of Jasa Tirta 1 Public Corporation**  
This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta 1 Public Corporation  
First page at this certificate or report is can't separately from all pages

Hasil analisa laboratorium tanggal 26 Maret 2019 (Efluen RO + Ozon)  
263



**LABORATORIUM LINGKUNGAN**  
 Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp.(0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
 Desa Lengkok Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 333370  
 E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id



Halaman 2 dari 2

Page 2 of 2

Uraian Contoh Uji : Efluen UV  
 Description of Sample  
 Metode Pengambilan Contoh Uji : -  
 Sample Method  
 Tempat Analisa : Laboratorium Lingkungan PJT 1 Malang  
 Place of Analysis  
 Tanggal Analisa : 26 Maret - 10 April 2019  
 Testing Date(s)



### HASIL ANALISA

*Result of Analysis*

No.	Parameter	Satuan	Hasil	Standard Baku Mutu *)	Metode Analisa	Keterangan
1	E. Coli	MPN/100 ML	< 2	-	APHA 9221-G.2-2017 (Tabung Ganda)	
2	Kekeruhan	NTU	0.62	-	SNI 06-6989.25-2005	

\*) Standard Baku Mutu sesuai dengan  
 Threshold Value fully adopted from



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta 1

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta 1  
 Halaman pertama pada sertifikat atau laporan ini merupakan bagian yang tak terpisah dari lembar halaman yang lainnya  
 This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta 1 Public Corporation  
 This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta 1 Public Corporation  
 First page at this certificate or report is can't separately from all pages

Hasil analisa laboratorium tanggal 26 Maret 2019 (Efluen UV)

## BIOGRAFI PENULIS



Penulis merupakan putri kedua dari dua bersaudara yang lahir pada 29 Mei 1997 di Surabaya. Penulis mengenyam pendidikan dasar pada tahun 2004-2010 di SD Negeri Pucang Jajar Surabaya. Kemudian dilanjutkan di SMP Negeri 19 Surabaya pada tahun 2010-2012. Pendidikan tingkat atas dilalui di SMA Negeri 2 Surabaya tahun 2012-2015. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan di S1 Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2015.

Penulis pernah melakukan kerja praktik di PT. Kelola Mina Laut selama satu bulan dan melakukan studi terkait "*Proses Pengolahan Limbah Cair*". Selama perkuliahan penulis aktif menjadi asisten laboratorium Departemen Teknik Lingkungan bidang Kimia Lingkungan. Penulis juga merupakan aktifis organisasi intrakampus diantaranya *Vice President* sekaligus ketua divisi *Internal Affair* pada *Environmental Engineering English Club*, anggota departemen Minat dan Bakat pada TPKH ITS 2017/2018, anggota departemen Hubungan Luar pada UKM Musik ITS 2015/2016 dan 2017/2018. Selain itu penulis juga aktif mengikuti *international leadership program* yang terpilih sebagai salah satu peserta dan mewakili Indonesia dari 18 negara lainnya dalam MCW Global Young Leader Access 2018 di New York, New York dan Burlington, Vermont. Penulis juga merupakan *founder* organisasi non-profit bernama "Bumi Buddies" yang berkecimpung dalam edukasi anak-anak Indonesia tentang cara merawat lingkungan sehat dan hijau. Kemampuan berbahasa inggris penulis juga dibuktikan dengan TOEFL score 567. Berbagai pelatihan dan seminar nasional maupun internasional di bidang Teknik Lingkungan telah banyak diikuti oleh penulis dalam rangka mengembangkan diri. Penulis dapat dihubungi via e-mail : [mylla.sunaya@gmail.com](mailto:mylla.sunaya@gmail.com)



KTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR  
Periode: Genap 2018/2019

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR KTA-02  
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing  
Seminar Kemajuan Tugas Akhir

Hari, tanggal : Selasa, 7 Mei 2019 Nilai TOEFL : 567  
Pukul : 09.00  
Lokasi : TL-105  
Judul : kajian Sistem Produksi Air Minum Dalam Kemasan Produk Perusahaan X  
dengan Menggunakan Metode Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP)  
Nama : Made Umylla Lygasintha Senaya Tanda Tangan  
NRP. : 0321154000029 Made Umylla L.S  
Topik : Penelitian Lapangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Seminar Kemajuan Tugas Akhir
1.	fish bone nya perlu di liat kembali (hal 91)?
2.	Tabel 2 perlu diperjelas! & standarnya bitirnya spy jelas!
3.	Jelaskan beda stli & permenkes!
4.	HACCP talang diperjelas spy HACCP nya jelas! & bitir ulasannya
5.	Sumber 2 di m tabel;

*me meke* 21/05/19

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir KTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Pengarah dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

1. Dapat melanjutkan ke Tahap Ujian Tugas Akhir
2. Tidak dapat melanjutkan ke Tahap Ujian Tugas Akhir

Dosen Pembimbing  
Prof. Dr. Ir. Nieta Karnaningroem, M.Sc.

( *Nieta* )



**KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama : Made Urmylor L S  
NRP : 03211540000029  
Judul : Kajian Sistem Produksi Air Minum Dalam Kemasan Produk Perusahaan X  
Jangan Menggunakan metode Hazard Analysis Critical Control Point LHA CCP

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1.	12-01-2019	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sampling harus time series (pengulangan 5 hari selama seminggu)</li><li>• Membuat fish bone terlebih dahulu, baru FMEA</li><li>• Harus siapkan denah, sistem, produksi yang besar, beserta cetak proposal hasil revisi, dan siapkan ppt baru</li><li>• Tentukan lab untuk memeriksa hasil sampling</li><li>• Hari Kamis, 12 Januari 2019 pukul 08.00 bertemu dengan Pak Imam di Kantor Perum Jasa Tirta I untuk diskusi lebih lanjut</li></ul>	
2.	4-03-2019	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bab I di persiapkan lagi (kata pengantar), Bab II, dan Bab III</li><li>• Masu progres sampai penentuan titik entry</li><li>• Penelitian terdahulu jangan lupa dimasukkan bab II</li><li>• Ada 5 titik sampling (6 titik jika bisa):<ul style="list-style-type: none"><li>- Sumber mata air (jika bisa)</li><li>- Reserwa setelah tandon (influen fitrasi)</li><li>- influen sebelum RO + ozone (influen filtrasi) → tangki produk setengah jadi</li><li>- influen setelah RO + ozone (tangki produk jadi)</li><li>- influen UV</li></ul></li><li>• Parameter yang diteliti: pH, kekeruhan, TDS, E. coli, zat organik (khusus di kembalikan air)</li><li>• Menanyakan perencanaan awal sebelum di bangun</li></ul>	
3.	18-03-2019	<ul style="list-style-type: none"><li>• Di buat grafik dari data sekunder untuk melihat trend dan bisa dibandingkan dengan data primer</li><li>• Mencari buku mutu sesuai perma kes atau permen LH yang paling terbaru (lebih detail)</li><li>• Ditanyakan soal hasil parameter biologis (data sekunder) yang kurang jelas</li><li>• Jangan lupa sampling sesuai Td</li></ul>	

Surabaya, 30 April 2019  
Dosen Pembimbing



**KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR**

Nama : Made Urmylla L S  
NRP : 03211440600029  
Judul : Kajian Sistem Produksi Air Minum Dalam Kemasan Produk Perusahaan  
X dengan menggunakan metode Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP)

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
4.	22 Maret 2019	<ul style="list-style-type: none"><li>Perbaiki fish bone</li><li>kepala permasalahan lebih jelas</li><li>akar permasalahan hanya inti pokoknya saja</li><li>partikel dan wawasan pekerja di pabrik (ada kepala permasalahan)</li></ul>	
5.	24 Maret 2019	<ul style="list-style-type: none"><li>perhitungan severity dijabarkan per entitas</li><li>Buat tabel sebagai rangkuman skor severity</li><li>Skoring severity hanya 1-3 saja, tidak perlu hingga 1-10</li><li>Masukkan data sekunder dari parameter pH, kekeruhan, TDS, dan E. Coli</li></ul>	
6.	3 April 2019	<ul style="list-style-type: none"><li>Frekuensi Occurance ditentukan sendiri</li><li>Jangan lupa melampirkan SOP, struktur organisasi, dan foto sampling</li><li>Lain di perjelas adanya fluktuasi data pada hasil analisis laboratorium (data Primer)</li></ul>	
7.	15 April 2019	<ul style="list-style-type: none"><li>Cari literatur efektivitas RO 4/ removal TDS</li><li>Mengajukan HACCP hingga batas kritis saja (prinsip ketiga)</li><li>Kesimpulan dan saran tidak harus mencakup setidaknya 80% tujuan</li><li>Buat diagram fish bone dan aplikasi saja</li></ul>	
8.	29 April 2019	<ul style="list-style-type: none"><li>Cari literatur penggunaan otan generator</li><li>Tentukan metode pemilihan titik kritikal (jika ada cari dasar literaturinya)</li><li>Di prioritas penanganan setelah skoring RPAI di cek ulang</li></ul>	

Surabaya, 30 April 2019  
Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Nieke Kurnaningrum, M.Sc



UTA-S1-TL-02 TUGAS AKHIR  
Periode: Genap 2018-2019

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)  
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-02  
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing  
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Rabu, 10 Juli 2019  
Pukul : 15.00 - 17.00  
Lokasi : TL 102  
Judul : Kajian Sistem Produksi Air Minum Dalam Kemasan Produk Perusahaan X dengan Menggunakan Metode Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP)

Nilai TOEFL 567

Nama : Made Urmylla Lyyasintha Sunaya  
NRP. : 0321154000029  
Topik : Penelitian Lapangan

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir
1.	Metodologi = data primer & sekunder di jelaskan & di kelompokkan.
2.	Dokumentasi → (Visualisasi) dari data (bukan data).
3.	Pengolahan data 3.4, 3.5 = lokasi sampling, peren <u>digambar ulang</u> , (6b. 4.6) digb lagi.
4.	sebutkan teori analisis → SSA.
5.	HACCP → menetapkan sist pengendalian tepat
6.	Isilah 3 nya dirubah.
7.	Pengelompokkan unit 3 nya (tabel) → tindakan perbaikan.
8.	peralatan disamakan org spesifikasi teknik.
9.	Kesimpulan disamakan & tujuan, saran teknik & permasalahan. pan.
10.	Tuntaskan semua sampai sempurna.

me Miko 17/07/19.

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana  
Formulir ini harus dibawa mahasiswa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing  
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

1. Lulus Ujian Tugas Akhir
2. harus mengulang Ujian Tugas Akhir semester berikutnya
3. Tugas Akhir dinyatakan gagal atau harus mengganti Tugas Akhir (lebih dari 2 semester)

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc.



**FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

Nama : Made Urmilla L.S  
NRP : 0521154000029  
Judul Tugas Akhir : Kajian Sistem Produksi Air Minum Dalam Kemasan Protok Pembersihan dengan Menggunakan Metode Hazard Analisis Critical Control Point (HACCP)

No	Saran Perbaikan (sesuai Form UTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)
1.	Data primer dan data sekunder pada bab 3 (metodologi) di kelompokkan dengan benar	Dokumentasi merupakan visual dan tidak termasuk dalam data primer (halaman 51-54)
2.	Dokumentasi foto adalah visualisasi (bukan data)	Halaman 52-54
3.	Pengolahan data : (lokasi/titik sampling (Ebb.4.6) di gambar ulang atau dipindah pada bab 3	Diagram titik sampling sudah dipindah ke bab 3 (halaman 36)
4.	Sebutkan teori analisa lab	Teori Analisa tiap parameter sudah di kelompokkan dalam tabel dan dijelaskan (halaman 61) Abstrak sudah diganti dengan benar (halaman i dan iii)
5.	Pengertian HACCP → menetapkan sistem pengendalian yang tepat	Penggunaan kata jenis dan risiko kegagalan sudah disesuaikan (halaman 64-68)
6.	Istilah-istilahnya dirubah	Halaman 200-224
7.	Pengelompokan tindakan perbaikan di/buat per unit	Halaman 78-84
8.	Peralatan disesuaikan dengan spesifikasi teknik	Halaman 225
9.	Kesimpulan disesuaikan dengan tujuan, saran terkait dengan permasalahan selama penelitian	
10.	Tuntas dan semua sampai sempurna	

Dosen Pembimbing,

Prof. Dr. Ir. Niese Karmaningroem, M.Sc.

Mahasiswa Ybs.,

Made Urmilla L.S