



TUGAS AKHIR - RE 184804

**APLIKASI METODE HAZARD ANALYSIS CRITICAL
CONTROL POINT (HACCP) UNTUK PENGENDALIAN
KUALITAS DAN KUANTITAS AIR PRODUKSI PDAM KOTA
SALATIGA**

ABDULLAH SHABRI WIBOWO
03211540000001

DOSEN PEMBIMBING:
Ir. ATIEK MOESRIATI, M.Kes.

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



TUGAS AKHIR - RE 184804

APLIKASI METODE *HAZARD ANALYSIS CRITICAL CONTROL POINT (HACCP)* UNTUK PENGENDALIAN KUALITAS DAN KUANTITAS AIR PRODUKSI PDAM KOTA SALATIGA

ABDULLAH SHABRI WIBOWO
0321154000001

DOSEN PEMBIMBING
Ir. ATIEK MOESRIATI, M.Kes.

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



FINAL PROJECT - RE 184804

**APPLICATION OF HAZARD ANALYSIS CRITICAL
CONTROL POINT (HACCP) METHOD TO CONTROL
WATER PRODUCTION QUALITY AND QUANTITY OF
PDAM SALATIGA CITY**

ABDULLAH SHABRI WIBOWO
NRP. 03211540000001

ADVISOR
Ir. ATIEK MOESRIATI, M.Kes.

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

LEMBAR PENGESAHAN

Aplikasi Metode *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP) untuk Pengendalian Kualitas dan Kuantitas Air Produksi PDAM Kota Salatiga

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:

ABDULLAH SHABRI WIBOWO

NRP. 03211540000001

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir



Ir. Afiek Moesriati, M. Kes

NIP. 19570602 198903 2 002



APLIKASI METODE HAZARD ANALYSIS CRITICAL CONTROL POINT (HACCP) UNTUK PENGENDALIAN KUALITAS DAN KUANTITAS AIR PRODUKSI PDAM KOTA SALATIGA

Nama Mahasiswa : Abdullah Shabri Wibowo
NRP : 03211540000001
Dosen Pembimbing : Ir. Atiek Moesriati, M.Kes

ABSTRAK

Kota Salatiga merupakan salah satu kota yang menggunakan mata air sebagai air baku PDAM untuk memenuhi kebutuhan air minum penduduknya. Air baku mata air hanya membutuhkan pengolahan sederhana untuk dapat memenuhi baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Teridentifikasi terdapat parameter pH dan total koliform yang tidak memenuhi baku mutu. Pada segi kuantitas pun diproyeksikan akan terjadi pengurangan air baku seiring waktu dan dari air yang hilang sehari-harinya setelah proses produksi. Dengan demikian, harus dilakukan tindakan pemantauan dan pencegahan terhadap risiko pada proses produksi PDAM Kota Salatiga.

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko penyebab penurunan kualitas dan kuantitas air produksi serta menentukan tindakan pemantauan dan perbaikan terhadap risiko yang berpotensi akan terjadi. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Hazard Analysis Critical Control Point* atau HACCP. Metode ini tepat digunakan untuk pengendalian kualitas produk sebuah perusahaan makanan atau minuman, termasuk PDAM yang memproduksi air minum. HACCP memiliki tahapan dengan urutan membuat deskripsi produk, mengidentifikasi tujuan penggunaan produk, membuat diagram alir produk, menganalisis seluruh risiko potensial, menentukan *Critical Control Point* (CCP) dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), menentukan batas kritis tiap CCP, menentukan tindakan pemantauan untuk setiap CCP dan yang terakhir adalah menentukan tindakan perbaikan untuk setiap CCP.

Penelitian ini telah mengidentifikasi bahwa risiko yang paling mempengaruhi kualitas adalah pada aspek *machine* dengan risiko kelayakan kondisi reservoir yang memiliki skor *Risk Probability Number (RPN)* sebesar 75 sebagai prioritas pertama. Prioritas kedua yaitu pada aspek *material* dengan risiko kualitas air baku yang memiliki skor RPN sebesar 50. Kemudian prioritas ketiga pada aspek *method* dengan risiko parameter pengujian kualitas air yang memiliki skor 50. Sedangkan untuk risiko yang mempengaruhi kuantitas, prioritas risiko pertama yaitu pada aspek *machine* dengan risiko kelayakan kondisi reservoir yang memiliki skor RPN sebesar 75. Prioritas kedua yaitu pada aspek *method* dengan risiko pemeriksaan berkala kondisi perpipaan yang memiliki skor RPN sebesar 48. Prioritas ketiga yaitu pada aspek *man* dengan risiko evaluasi berkala pekerja kasar lapangan yang memiliki skor RPN sebesar 48. Selain ketiga prioritas risiko terdapat 18 risiko lain untuk segi kualitas dan 15 risiko lain untuk segi kuantitas. Untuk menangani seluruh risiko telah diusulkan tindakan monitoring dan perbaikan yang sesuai.

Kata kunci: Air Minum, Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Kualitas, Kuantitas, PDAM

APPLICATION OF HAZARD ANALYSIS CRITICAL CONTROL POINT (HACCP) METHOD TO CONTROL WATER PRODUCTION QUALITY AND QUANTITY OF PDAM SALATIGA CITY

Student Name : Abdullah Shabri Wibowo
ID Number : 03211540000001
Guide Lecturer : Ir. Atiek Moesriati, M.kes

ABSTRACT

Salatiga City is one of the cities that uses springs as raw water for PDAMs to meet the drinking water needs of its population. The raw water for springs only requires simple processing to meet the quality standards of the Regulation of the Minister of Health of the Republic of Indonesia No. 492 of 2010 concerning Drinking Water Quality Requirements. There were identified pH parameters and total coliforms that did not meet the quality standards. In terms of quantity, it is projected that there will be a reduction in raw water over time and from water lost daily after the production process. Therefore, risk and monitoring measures must be taken in the production process of the Salatiga City PDAM.

This study aims to identify the risks that cause a decrease in the quality and quantity of production water as well as determine the monitoring and improvement measures for risks that will potentially occur, so that the quality and quantity of water production can be controlled by the PDAM Salatiga City. The method used in this study is Hazard Analysis Critical Control Point or HACCP. This method is appropriate for controlling the quality of products of a food or beverage company, including PDAMs that produce drinking water. HACCP has stages in the sequence of making product descriptions, identifying the purpose of using the product, making product flow diagrams, analyzing all potential risks, determining Critical Control Points (CCP) with Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method, determining critical limits for each CCP, determining monitoring actions for each CCP and the last is to determine corrective actions for each CCP.

This study has identified that the risk that most affects quality is in the machine aspect with the feasibility risk of reservoir conditions that have a Risk Probability Number (RPN) score of 75 as the first priority. The second priority is the material aspect with the risk of raw water quality which has a RPN score of 50. Then the third priority is the method aspect with the risk of water quality testing parameters that have a score of 50. As for the risks that affect the quantity, the first risk priority is the machine aspect with the feasibility risk of reservoir conditions that have an RPN score of 75. The second priority is on the aspect method with the risk of periodic inspection of piping conditions that has a RPN score of 48. The third priority is the man aspect with periodic risk evaluations of field workers who have an RPN score amounting to 48. In addition to the three risk priorities there are 18 other risks in terms of quality and 15 other risks in terms of quantity. To deal with all risks, appropriate monitoring and improvement measures have been proposed.

Keywords: Drinking Water, Hazard Analysis Critical Control Points (HACCP), Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Quality, Quantity, PDAM

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Aplikasi Metode Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) untuk Pengendalian Kualitas Dan Kuantitas Air Produksi PDAM Kota Salatiga”**. Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada program studi Strata-1 (S1) Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ir Atiek Moesriati, M.Kes, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir atas segala waktu, saran, nasihat dan ilmu yang diberikan hingga terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir.
2. Ibu Prof. Dr. Ir, Nieke Karnaningroem, M.Sc., Bapak Ir, Mas Agus Mardyanto, M.Eng, Ph.D., dan Bapak Alfian Purnomo, S.T., M.T. selaku dosen pengarah atas saran dan masukan yang diberikan.
3. Seluruh pihak PDAM Kota Salatiga yang telah banyak membantu dan meluangkan waktu dalam proses penyusunan Tugas Akhir.
4. Seluruh teman-teman Envinity L-33, yang selalu memberikan semangat dalam penyusunan Tugas Akhir.

Penulis juga berterima kasih khusus kepada Ibu Sutiarti sebagai orang tua yang selalu memberikan semangat dan nasihat serta dukungan materil hingga terselesaikannya penyusunan Tugas Akhir. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan ilmu yang bermanfaat bagi para pembaca.

Surabaya, Juli 2019

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Definisi Air Minum	5
2.2 Sumber Air Baku untuk Air Minum	5
2.3 Persyaratan Kualitas Air Minum	6
2.4 Prinsip Penyediaan Air Minum	9
2.5 Konsep Dasar HACCP	10
2.6 Tujuan dan Prinsip-Prinsip HACCP	11
2.7 Fishbone Analysis	13
2.8 <i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i>	14
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Gambaran Umum Wilayah Studi	21
3.2 Kerangka Penelitian	25
3.3 Tahapan Penelitian	28
3.4 Tahapan Aplikasi Metode HACCP	33

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Deskripsi Produk.....	39
4.2 Identifikasi Tujuan Penggunaan Produk	49
4.3 Diagram Alir PDAM Kota Salatiga	50
4.4 Verifikasi Diagram Alir	50
4.5 Analisis Risiko Potensial	55
4.5.1 <i>Fishbone</i> Kualitas Air	56
4.5.2 <i>Fishbone</i> Kuantitas Air	63
4.6 Penentuan Titik Kendali Kritis	71
4.6.1 Penentuan Bobot Kepentingan Risiko.....	71
4.6.2 Penentuan Nilai <i>Severity</i>	73
4.6.3 Penentuan Nilai <i>Occurrence</i>	98
4.6.4 Penentuan Nilai <i>Detection</i>	103
4.6.5 Penentuan Nilai <i>Risk Priority Number (RPN)</i>	107
4.7 Penentuan Batas Kritis	113
4.8 Penetapan Usulan Tindakan Monitoring dan Perbaikan	113
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	125
5.1 Kesimpulan	125
5.2 Saran	125
DAFTAR PUSTAKA	127
LAMPIRAN A	131
LAMPIRAN B	139
LAMPIRAN C	143
LAMPIRAN D	145
LAMPIRAN E.....	149
LAMPIRAN F.....	161
BIOGRAFI PENULIS.....	165

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Parameter Wajib Kualitas Air Minum.....	6
Tabel 2. 2 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat <i>Severity</i>	16
Tabel 2. 3 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat <i>Occurrence</i>	17
Tabel 2. 4 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat <i>Detection</i>	19
 Tabel 3. 1 Debit dan Wilayah Pelayanan tiap Sistem.....	23
Tabel 3. 2 Peraturan Penentuan Sampling	29
Tabel 3. 3 Lokasi Titik Pengambilan Sampel oleh PDAM	30
Tabel 3. 4 Titik Pengambilan Sampel (Data Primer)	31
 Tabel 4. 1 Hasil Analisis Parameter Kekerusuhan	39
Tabel 4. 2 Hasil Analisis Parameter Fe	41
Tabel 4. 3 Hasil Analisis Parameter Mn	42
Tabel 4. 4 Hasil Analisis Parameter pH	44
Tabel 4. 5 Hasil Analisis Parameter TDS	46
Tabel 4. 6 Hasil Analisis Parameter Kesadahan Total	47
Tabel 4. 7 Hasil Analisis Parameter Total Koliform	48
Tabel 4. 8 Pembobotan Faktor Risiko	71
Tabel 4. 9 Pembobotan Risiko Potensial.....	71
Tabel 4. 10 Skala Kondisi Lingkungan	73
Tabel 4. 11 Nilai Severity.....	74
Tabel 4. 12 Nilai Kondisi Lingkungan Pelatihan Pekerja Kasar Lapangan.....	75
Tabel 4. 13 Nilai Kondisi Lingkungan Pendidikan Pekerja Kasar Lapangan	76
Tabel 4. 14 Nilai Kondisi Lingkungan Evaluasi Berkala Pekerja Kasar Lapangan	77
Tabel 4. 15 Nilai Kondisi Lingkungan Waktu Pekerjaan	77
Tabel 4. 16 Nilai Kondisi Lingkungan Frekuensi Monitoring oleh Pihak PDAM Langsung	78
Tabel 4. 17 Nilai Kondisi Lingkungan Evaluasi Karyawan PDAM Bagian Teknik.....	79
Tabel 4. 18 Nilai Kondisi Lingkungan Pelaksanaan Workshop Berkala Karyawan PDAM Bagian Teknik	80
Tabel 4. 19 Nilai Kondisi Lingkungan Kelayakan Kodisi Bangunan Penangkap Mata Air.....	81
Tabel 4. 20 Nilai Kondisi Lingkungan Pemantauan Berkala Kondisi Fisik Bangunan Penangkap Mata Air.....	82

Tabel 4. 21 Nilai Kondisi Lingkungan Frekuensi Pengurasan <i>Ground Reservoir</i>	82
Tabel 4. 22 Nilai Kondisi Lingkungan Kelayakan Kondisi <i>Ground Reservoir</i>	83
Tabel 4. 23 Nilai Kondisi Lingkungan Pemeriksaan Berkala Kondisi <i>Ground Reservoir</i>	84
Tabel 4. 24 Nilai Kondisi Lingkungan Kondisi Perpipaan <i>Reservoir</i>	85
Tabel 4. 25 Nilai Kondisi Lingkungan Pemeriksaan Rutin Kondisi Pompa	86
Tabel 4. 26 Nilai Kondisi Lingkungan Kelayakan Kondisi Perpipaan Transmisi dan Distribusi	87
Tabel 4. 27 Nilai Kondisi Lingkungan Pemeriksaan Berkala Kondisi Perpipaan	88
Tabel 4. 28 Nilai Kondisi Lingkungan Pemeriksaan Berkala Medan Penanaman Pipa	88
Tabel 4. 29 Nilai Kondisi Lingkungan Kualitas Air Baku	89
Tabel 4. 30 Nilai Kondisi Lingkungan Kuantitas Air Baku	90
Tabel 4. 31 Nilai Kondisi Lingkungan Parameter Pengujian Kualitas Air	91
Tabel 4. 32 Nilai Kondisi Lingkungan Titik Sampel Pengujian Kualitas Air	92
Tabel 4. 33 Nilai Kondisi Lingkungan Frekuensi Pengujian Kualitas Air	93
Tabel 4. 34 Nilai Kondisi Lingkungan Pendataan Hasil Pengujian Kualitas Air	93
Tabel 4. 35 Nilai Kondisi Lingkungan Pelaksanaan SOP	94
Tabel 4. 36 Nilai Kondisi Lingkungan Kontrolling SOP	95
Tabel 4. 37 Nilai Kondisi Lingkungan <i>Illegal Tapping</i>	95
Tabel 4. 38 Nilai Kondisi Lingkungan di Sekitar Mata Air	96
Tabel 4. 39 Hasil Perhitungan Severity	97
Tabel 4. 40 Nilai <i>Occurence</i>	99
Tabel 4. 41 Nilai <i>Occurrence</i> Risiko Aspek <i>Man</i>	99
Tabel 4. 42 Nilai <i>Occurrence</i> Risiko Aspek <i>Machine</i>	100
Tabel 4. 43 Nilai <i>Occurrence</i> Risiko Aspek <i>Material</i>	101
Tabel 4. 44 Nilai <i>Occurrence</i> Risiko Aspek <i>Method</i>	102
Tabel 4. 45 Nilai <i>Occurrence</i> Risiko Aspek <i>Environment</i>	102
Tabel 4. 46 Nilai <i>Detection</i> Risiko Aspek <i>Man</i>	103
Tabel 4. 47 Nilai <i>Detection</i> Risiko Aspek <i>Machine</i>	104
Tabel 4. 48 Nilai <i>Detection</i> Risiko Aspek <i>Material</i>	105
Tabel 4. 49 Nilai <i>Detection</i> Risiko Aspek <i>Method</i>	106

Tabel 4. 50 Nilai <i>Detection</i> Risiko Aspek <i>Environment</i>	106
Tabel 4. 51 Nilai <i>Risk Priority Number</i> Risiko pada Faktor Kualitas PDAM Kota Salatiga	109
Tabel 4. 52 Nilai <i>Risk Priority Number</i> Risiko pada Faktor Kuantitas PDAM Kota Salatiga	110
Tabel 4. 53 Batas Kritis dan Tindakan Monitoring serta Perbaikan tiap Titik Kendali Kritis Faktor Kualitas	117
Tabel 4. 54 Batas Kritis dan Tindakan Monitoring serta Perbaikan tiap Titik Kendali Kritis Faktor Kuantitas	121

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh <i>Fishbone Diagram</i>	14
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Mata Air Senjoyo	21
Gambar 3. 2 Mata Air Senjoyo	22
Gambar 3. 3 Unit Pengolahan PDAM Kota Salatiga	22
Gambar 3. 4 Diagram Alir Garis Besar SPAM Kota Salatiga	23
Gambar 3. 5 Metode Penelitian	27
Gambar 3. 6 Titik Pengambilan Sampel.....	32
Gambar 4. 1 Diagram Alir Sistem 1.....	51
Gambar 4. 2 Diagram Alir Sistem 2-10.....	53
Gambar 4. 3 Diagram Fishbone Risiko Potensial Kualitas Air PDAM Kota Salatiga.....	69
Gambar 4.4 Diagram Fishbone Risiko Potensial Kuantitas Air PDAM Kota Salatiga.....	70

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Salatiga merupakan salah satu Kota di Provinsi Jawa Tengah dengan kepadatan penduduk 3.327 jiwa/km². Kota Salatiga memiliki jumlah penduduk sebesar 188.928 jiwa (BPS Salatiga, 2018). Pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat menyebabkan peningkatan kebutuhan air. Air sangat penting bagi masyarakat dalam menjalankan berbagai kegiatan sehari-hari, termasuk untuk dikonsumsi. Oleh karena itu masyarakat membutuhkan air minum dengan kuantitas yang mencukupi serta kualitas yang aman bagi kesehatan sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Salah satu upaya yang dilakukan pemerintah untuk memenuhi kebutuhan air minum adalah dengan membangun fasilitas pengolahan air oleh instansi Perusahaan Daerah Air Minum atau PDAM.

Kualitas air olahan PDAM menjadi syarat utama layak tidaknya untuk didistribusikan ke pelanggan. PDAM Kota Salatiga menggunakan air baku yang berasal dari mata air alami dan sumur artesis. Pengolahan yang dibutuhkan PDAM Kota Salatiga sebagian besar sangat sederhana yaitu hanya klorinasi. Namun hasil analisis laboratorium Dinas Kesehatan Kota Salatiga, terdapat parameter kualitas air yang belum memenuhi baku mutu. Terdapat parameter pH dan koliform di beberapa titik sumber air baku dan *reservoir* yang tidak memenuhi baku mutu. Menurut kajian *Indonesia Urban Water Sanitation and Hygiene (IUWASH)*, sebuah program badan Amerika yang membantu pemerintah Indonesia dalam mengatasi masalah air bersih dan sanitasi, bahwa debit mata air akan berkurang tiap tahun dan diproyeksikan pada tahun 2030 kuantitasnya tidak mencukupi kebutuhan air masyarakat kota Salatiga.

Kualitas air baku mata air yang sudah baik tidak menutup kemungkinan masih adanya bahan-bahan pencemar, baik di sumber pengambilan air baku, hasil setelah proses produksi. Apabila tidak ditindaklanjuti kontaminasi ini akan berimbas pada kesehatan masyarakat yang mengonsumsi. Salah satu penyebab

kontaminasi dalam air minum adalah Koliform. Koliform yang melebihi baku mutu air minum dapat menyebabkan penyakit seperti disentri, diare, dan hepatitis (Khan *et al.*, 2013). Hal ini dapat dideteksi dari air outlet *reservoir* yang akan didistribusikan ke konsumen. Selain itu terdapat permasalahan dalam segi operasional yaitu belum adanya prosedur sistematis yang dapat memantau dan mencegah risiko yang akan berpotensi menimbulkan penurunan kualitas ataupun kuantitas.

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan analisis risiko untuk pengendalian kualitas dan kuantitas air PDAM Kota Salatiga. Hal ini bertujuan agar upaya pemantauan dan perbaikan risiko pada proses produksi dapat ditentukan sehingga kualitas air minum dapat selalu memenuhi baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum dan kuantitas selalu mencukupi untuk kebutuhan sehari-hari. Dalam penelitian ini dilakukan pengaplikasian metode *Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP)*. Metode *HACCP* digunakan untuk mengidentifikasi risiko-risiko penyebab penurunan kualitas yang berupa risiko-risiko fisik, kimia maupun biologis serta penyebab penurunan kuantitas seperti debit sumber air baku, adanya *illegal tapping*, dan kebocoran. Dengan demikian diperoleh *Critical Control Point (CCP)* yang akan digunakan untuk menentukan pada bagian mana yang memerlukan tindakan perbaikan dan kontrol ketat agar tidak terjadi risiko yang akan menimbulkan penurunan kualitas dan usaha untuk mempertahankan kuantitas (Winarno dan Surono, 2002).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dapat disusun rumusan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana mengidentifikasi risiko penyebab penurunan kualitas dan kuantitas air produksi PDAM Kota Salatiga?
2. Bagaimana menentukan tindakan pemantauan dan perbaikan terhadap risiko teridentifikasi untuk pengendalian kualitas dan kuantitas air produksi PDAM Kota Salatiga?

1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Mengidentifikasi risiko penyebab penurunan kualitas dan kuantitas air produksi PDAM Kota Salatiga dengan metode HACCP.
2. Menentukan tindakan pemantauan dan perbaikan terhadap risiko teridentifikasi untuk pengendalian kualitas dan kuantitas air produksi PDAM Kota Salatiga dengan metode HACCP.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan rekomendasi tindakan perbaikan operasional produksi kepada pihak PDAM Kota Salatiga sehingga kualitas dan kuantitas air produksi dapat terkendali.
2. Memberikan gambaran penggunaan metode HACCP kepada pihak PDAM Kota Salatiga untuk pengendalian kualitas dan kuantitas air produksi.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah:

1. Lokasi penelitian adalah fasilitas produksi hingga reservoir PDAM Kota Salatiga, Jawa Tengah.
2. Parameter yang dianalisis adalah pH, kekeruhan, besi, mangan, kesadahan total, *Total Dissolved Solids (TDS)* dan total koliform sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum
3. Sampel yang digunakan adalah sumber air baku, dan outlet reservoir.
4. Menggunakan metode *Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP)* dibantu dengan *Fishbone Diagram* dan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*.
5. Aspek yang dikaji yaitu aspek teknis dan aspek non teknis. Aspek teknis yaitu *machine* (teknologi yang digunakan). Aspek non teknis yaitu *man* (faktor pekerja), *method* (manajemen dan peraturan), *material* (sumber air baku yang digunakan), dan *environment* (faktor eksternal)
6. Waktu pelaksanaan penelitian adalah Februari 2019 sampai dengan akhir Juni 2019.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Air Minum

Air adalah sumber daya alam yang vital yang membentuk dasar dari semua kehidupan. Lebih jauh, air adalah sumber daya utama dalam semua kegiatan ekonomi mulai dari pertanian hingga industri. Seiring meningkatnya populasi manusia, sumber daya air yang dibutuhkan semakin meningkat pula. Tujuan pengolahan air kota adalah untuk menyediakan pasokan yang dapat diminum, yang secara kimia dan mikrobiologi aman untuk konsumsi manusia yaitu air minum. Untuk keperluan domestik, air yang diolah harus diterima secara estetika, bebas dari kekeruhan, warna, bau, dan rasa yang tidak menyenangkan. Air tanah dari sumur atau mata air biasanya memiliki kualitas yang dapat diterima karena penyaringan alami melalui tanah. Namun, air dari sumber permukaan seperti sungai, danau, dan kolam biasanya akan membutuhkan beberapa bentuk perawatan. Kualitas air ini bisa sangat bervariasi bersamaan dengan musim dalam setahun (Muralikrishna dan Manickam, 2017).

Air minum adalah air yang telah melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan namun telah memenuhi persyaratan kesehatan dan aman untuk diminum, sehingga tidak menjadi media perkembangan atau penularan penyakit (Permenkes RI, 2010).

2.2 Sumber Air Baku untuk Air Minum

Sumber daya air umumnya mengacu pada seluruh *freshwater* di dunia. *Freshwater* ini termasuk presipitasi yang jatuh di atas benua sebagai hujan atau salju, menginfiltrasi ke tanah dan akuifer air tanah, mengalir ke jaringan sungai yang di sepanjang benua, menguap dari danau dan berpindah dari vegetasi, dan akhirnya mengalir kembali ke delta dan muara. Sumber air yang dapat dijangkau baik menetap maupun bergerak inilah yang nantinya akan digunakan sebagai air baku untuk air minum (Wescoat, 2001).

Kemajuan dalam ilmu lingkungan global dapat mengarah pada integrasi yang lebih baik dari penelitian air tawar dan air asin.

Air tawar hanya merupakan 2,5 persen dari sumber daya dunia, sebagian besar (96,5 persen) berada di lautan. Proporsi terbesar air tawar membeku di es dan gletser (68,7 persen), diikuti oleh air tanah (30,1 persen), danau (0,26 persen), atmosfer (0,04 persen), rawa-rawa (0,03 persen), sungai (0,006 persen), dan air biologis (0,003 persen) (Shiklomanov ,1993).

2.3 Persyaratan Kualitas Air Minum

Menurut ketentuan dari badan dunia *World Health Organization* (WHO) layak atau tidaknya suatu air dikonsumsi manusia ditentukan menurut persyaratan kualitas secara fisik, kimia dan biologis. Sedangkan di Indonesia, standar kualitas air minum berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 492/Menkes/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, persyaratan baku mutu air minum disajikan pada Tabel 2.1 sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Baku Mutu Parameter Wajib Kualitas Air Minum

N o	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan
1	Parameter yang langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1. E. Coli	Jumlah per 100 l sampel	0
	2. Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 l sampel	0
	b. Kimia anorganik		
	1. Arsen	mg/l	0,01
	2. Flourida	mg/l	1,5
	3. Total Kromium	mg/l	0,05
	4. Kadmium	mg/l	0,003
	5. Nitrit, (Sebagai NO ₃ -)	mg/l	3
	6. Nitrat, (Sebagai NO ₃ +))	mg/l	50
	7. Sianida	mg/l	0,07
	8. Selenium	mg/l	0,01

N o	Jenis Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang Diperbolehkan
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter fisik		
	1. Bau		Tidak berbau
	2. Warna	TCU	15
	3. Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4. Kekeruhan	NTU	5
	5. Rasa		Tidak berasa
	6. Suhu	°C	Suhu udara kurang lebih 3
	b. Parameter kimiawi		
	1. Aluminium	mg/l	0,2
	2. Besi	mg/l	0,3
	3. Kesadahan	mg/l	500
	4. Khlorida	mg/l	250
	5. Mangan	mg/l	0,4
	6. Ph		6,5-8,5

Sumber : Permenkes no. 492 tahun 2010

Berdasarkan tabel di atas dapat digolongkan beberapa persyaratan parameter yang dibutuhkan di metode HACCP sebagai berikut :

a. Syarat Fisik

1) Suhu

Temperatur air akan mempengaruhi penerimaan masyarakat akan air tersebut dan dapat pula mempengaruhi reaksi kimia dalam pengolahannya terutama apabila temperatur sangat tinggi. Temperatur yang diinginkan adalah $\pm 3^{\circ}$ C suhu udara disekitarnya yang dapat memberikan rasa segar, tetapi iklim setempat atau jenis dari sumber-sumber air akan mempengaruhi temperatur air (Depkes RI, 2010). Di samping itu, temperatur pada air mempengaruhi secara langsung toksisitas banyaknya bahan

kimia pencemar, pertumbuhan mikroorganisme, dan virus (Wiyono, 2017).

2) Bau dan Rasa

Bau dan rasa biasanya terjadi secara bersamaan dan biasanya disebabkan oleh adanya bahan-bahan organik yang membusuk, tipe-tipe tertentu organisme mikroskopik, serta persenyawaan-persenyawaan kimia seperti phenol. Bahan-bahan yang menyebabkan bau dan rasa ini berasal dari berbagai sumber. Intensitas bau dan rasa dapat meningkat bila terdapat klorinasi. Karena pengukuran bau dan rasa ini tergantung pada reaksi individu maka hasil yang dilaporkan tidak mutlak. Pada umumnya air minum haruslah tidak berbau dan tidak berasa (Permenkes RI, 2010).

3) Kekeruhan

Air dikatakan keruh apabila air tersebut mengandung begitu banyak partikel bahan yang tersuspensi sehingga memberikan warna/rupa yang berlumpur dan kotor. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan ini meliputi tanah liat, lumpur, bahan-bahan organik yang tersebar dari partikel-partikel kecil yang tersuspensi (Masduqi dan Assomadi, 2012)..

Tingkat kekeruhan air dapat diketahui melalui pemeriksaan laboratorium dengan metode Turbidimeter. Untuk standard air minum ditetapkan kekeruhan yang dianjurkan maksimum 5 NTU (Permenkes RI, 2010).

b. Syarat Kimia

Air bersih yang baik adalah air yang tidak tercemar secara berlebihan oleh zat-zat kimia yang berbahaya bagi kesehatan antara lain Air raksa (Hg), Aluminium (Al), Arsen (As), Barium (Ba), Besi (Fe), Flourida (F), Calsium (Ca), Mangan (Mn), Derajat keasaman (pH), Cadmium (Cd), dan zat-zat kimia lainnya. Kandungan zat kimia dalam air bersih yang digunakan sehari-hari hendaknya tidak melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan (Permenkes RI, 2010).

Penggunaan air yang mengandung bahan kimia beracun dan zat-zat kimia yang melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan berakibat tidak baik bagi kesehatan dan material

yang digunakan manusia. Contohnya pH; pH Air sebaiknya netral yaitu tidak asam dan tidak basa untuk mencegah terjadinya pelarutan logam berat dan korosi jaringan. pH air yang dianjurkan untuk air minum adalah 6,5–9. Air merupakan pelarut yang baik sekali maka jika dibantu dengan pH yang tidak netral dapat melarutkan berbagai elemen kimia yang dilaluinya (Soemirat, 2000).

c. Syarat Mikrobiologis

Sumber-sumber air di alam pada umumnya mengandung bakteri, baik air angkasa, air permukaan, maupun air tanah. Jumlah dan jenis bakteri berbeda sesuai dengan tempat dan kondisi yang mempengaruhinya. Penyakit yang ditransmisikan melalui faecal material dapat disebabkan oleh virus, bakteri, protozoa, dan metazoa. Oleh karena itu air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari harus bebas dari bakteri patogen. Bakteri golongan Coli (Koliform bakteri) tidak merupakan bakteri patogen, tetapi bakteri ini merupakan indikator dari pencemaran air oleh bakteri patogen (Soemirat, 2000). Untuk Air minum total bakteri koliform harus 0 per jumlah 100 ml sampel (Permenkes RI, 2010).

2.4 Prinsip Penyediaan Air Minum

Dalam proses penyediaan air minum secara umum meliputi :

- a. Pengumpulan air baku dari sumbernya
Pengumpulan ini adalah proses penangkapan air baku sebelum masuk pada unit pengolahan. Contoh bentuk pengumpulan ini seperti penggunaan intake atau *broncaptering* yang digunakan untuk menangkap sumber dari mata air.
- b. Pengolahan air
Dalam proses pengolahan air ini terdapat proses fisik dan proses kimia, dimana proses pengolahan ini mengupayakan perbaikan terhadap kualitas eksisting air baku menjadi kualitas air minum sesuai standar yang diharapkan.
- c. Transmisi
Pada jalur ini merupakan pengiriman air meliwati pipa dengan tekanan yang besar dari unit penangkap air

baku menuju unit pengolahan dan tidak ada pengambilan air.

d. Distribusi

Dalam tahap distribusi ini air yang sudah berada di kawasan layanan didistribusikan ke pelanggan dengan kualitas akhir sesuai dengan standar kualitas untuk air minum (Nicholas, 2002)

Selain itu terdapat syarat terkait kualitas, kuantitas dan kontinuitas. Dari segi kualitas air hasil pengolahan harus memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Secara kuantitas jumlah air yang tersedia harus memenuhi kebutuhan pelanggan. Selain itu secara kontinuitas air yang tersedia harus dapat memenuhi kebutuhan pelanggan dalam waktu terus-menerus sepanjang tahun (Qasim, 2000).

2.5 Konsep Dasar HACCP

Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) adalah suatu sistem yang memiliki landasan ilmiah dan yang secara sistematis mengidentifikasi potensi-potensi bahaya tertentu serta cara-cara pengendaliannya untuk menjamin keamanan produk. HACCP digunakan untuk memperkirakan potensi bahaya dan menentukan sistem pengendalian yang berfokus pada pencegahan terjadinya bahaya dan bukannya sistem yang semata-mata bergantung pada pengujian produk akhir. Selain itu, sistem ini mampu mengakomodasi perubahan-perubahan seperti perkembangan dalam rancangan alat, cara pengolahan atau perkembangan teknologi. Sistem HACCP ini dapat diterapkan pada seluruh rantai makanan dari produksi primer hingga konsumsi akhir, dimana penerapannya dipandu oleh bukti-bukti ilmiah tentang resiko terhadap kesehatan manusia (Codex Alimentarius Commission, 1997).

Dalam penerapannya HACCP yang berhasil memerlukan komitmen yang utuh dan keterlibatan manajemen serta kerja keras. Hal tersebut memerlukan pendekatan multidisipliner, termasuk keahlian yang sesuai di bidang agronomi, kesehatan veteriner, produksi, mikrobiologi, obat-obatan, kesehatan masyarakat, teknologi pangan, kesehatan lingkungan, kimia dan rekayasa. Penerapan sistem HACCP sesuai dengan penerapan sistem manajemen kualitas seperti seri ISO 9000 dan merupakan

sistem pilihan diantara sistem-sistem pengelolaan keamanan produk (Orriss dan Whitehead, 2000).

2.6 Tujuan dan Prinsip-Prinsip HACCP

Tujuan dari sistem HACCP adalah untuk menunjukkan letak potensi bahaya yang berasal dari produk yang berhubungan dengan jenis bahan yang diolah oleh perusahaan pengolah dengan tujuan untuk melindungi kesehatan konsumen. HACCP harus menjadi dasar analisis potensi bahaya dan ditujukan untuk pencegahan, penghilangan atau pengurangan potensi bahaya keamanan produk hingga ke tingkat yang dapat diterima (Codex Alimentarius Commission, 1997). Dalam definisinya HACCP memiliki beberapa konsep kunci harus ditegaskan, antara lain potensi bahaya terhadap keamanan pangan (food safety hazard), analisis potensi bahaya (hazard analysis), pengendalian yang sangat diperlukan untuk mencegah atau mengurangi risiko potensi bahaya terhadap keamanan produk atau menguranginya hingga batas yang dapat diterima dan bagian-bagian dari rantai makanan (Mortimore dan Wallace, 1996).

Sedangkan prinsip-prinsip HACCP adalah sebagai berikut:

- Prinsip 1 : Melakukan suatu analisis potensi bahaya
Proses mengumpulkan dan mengkaji informasi tentang potensi bahaya dan kondisi- kondisi yang dapat menyebabkannya untuk memutuskan yang mana yang paling berpengaruh nyata terhadap keamanan produk. Bahaya dikategorikan menjadi tiga jenis yaitu bahaya fisi, bahaya kimia dan bahaya biologis. Peneliti harus menganalisis produk baik sumber bahan mentah, pada proses serta hasil produk (Sudarmaji, 2005)
- Prinsip 2 : Menentukan Titik-titik Pengendalian Kritis atau Critical Control Points (CCPs)
Penentuan CCP berdasarkan pada potensi bahaya yang teridentifikasi dan kecenderungan kemunculannya, keseluruhan operasi yang berpengaruh pada produk dan tujuan penggunaan produk. Penentuan CCP ini dapat dibantu dengan pohon keputusan. Penerapannya harus bersifat lentur tergantung situasi yang dihadapi (Codex Alimentarius Commission, 1997).

- Prinsip 3 : Menyusun batas-batas kritis
Batas kritis merupakan serangkaian faktor atau parameter. Pada air minum dapat diambil contoh misal pH, kekeruhan dan koliform total. Batas-batas kritis sudah pasti memenuhi peraturan pemerintah, standar perusahaan atau data ilmiah yang lain. Namun batas kritis bisa saja melebihi persyaratan peraturan yang distandarkan (BSN, 2011).
- Prinsip 4 : Menyusun suatu sistem untuk mengawasi pengendalian CCP.
Suatu sistem sangat dibutuhkan untuk memantau CCP yang telah memiliki langkah pengendalian apakah sudah benar-benar terkendali, terencana, dan efektif (Winarno dan Surono, 2002). Pada prakteknya sistem pengawasan harus distandarisasi dengan menyusun prosedur operasi yang sesuai dan menjelaskan hal-hal sebagai berikut:
 - Sifat dan prinsip pengujian serta metode atau teknik yang digunakan
 - Frekuensi pengamatan dan letak atau lokasi dilakukannya pengamatan
 - Alat yang digunakan, proses atau rencana pengambilan sampel
 - Tanggung jawab pengawasan dan interpretasi hasil
 - Peredaran informasi (Cedex Alimentarius Commission, 1997).
- Prinsip 5 : Menyusun tindakan-tindakan perbaikan yang harus diambil ketika pengawasan menunjukkan bahwa suatu titik pengendalian kritis (CCP) berada diluar kendali. Tindakan-tindakan perbaikan harus diciptakan serta dikembangkan untuk setiap CCP. Hal ini berfungsi agar setiap tindakan yang berada diluar kendali atau segala bentuk penyimpangan dapat ditangani secara tepat. Tindakan-tindakan perbaikan ini harus bersifat spesifik setiap proses agar dapat dipastikan semua tetap berada dalam kendali (BSN, 2011). Catatan tindakan perbaikan tersebut harus berisi tentang :
 - Sifat penyimpangan
 - Penyebab penyimpangan

- Tindakan perbaikan yang dilakukan
- Orang yang bertanggung jawab terhadap tindakan perbaikan
- Tindakan lain yang dicapai (Alimentarius Commission,1997).

2.7 Fishbone Analysis

Menurut Imamoto (2008), analisis tulang ikan dipakai untuk mengkategorikan berbagai sebab potensial dari satu masalah atau pokok persoalan dengan cara yang mudah dimengerti dan rapi. Analisis tulang ikan membantu dalam menganalisis apa yang sesungguhnya terjadi dalam proses dengan cara memecah proses, mencakup manusia, material, mesin, prosedur, dan kebijakan. Manfaat analisis tulang ikan yaitu:

1. Memperjelas penyebab suatu masalah atau persoalan.
2. Dapat menggunakan kondisi yang sesungguhnya untuk tujuan perbaikan kualitas produk atau jasa, lebih efisien dalam penggunaan sumber daya, dan dapat mengurangi biaya.
3. Dapat mengurangi dan menghilangkan kondisi yang menyebabkan ketidaksesuaian produk atau jasa, dan keluhan pelanggan.
4. Dapat membuat suatu standarisasi operasi yang ada maupun yang direncanakan.
5. Dapat memberikan pendidikan dan pelatihan bagi karyawan dalam kegiatan pembuatan keputusan dan melakukan tindakan perbaikan.

Faktor-faktor dalam *fishbone* antara lain adalah:

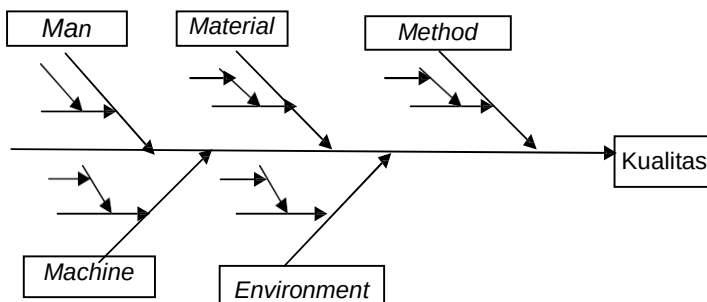
- a. *Man*
- b. *Method*
- c. *Machine*
- d. *Material*
- e. *Environment*

Langkah-langkah penerapan dalam *fishbone analysis*:

1. Langkah 1: Menyiapkan sesi analisis tulang ikan.
2. Langkah 2: Mengidentifikasi akibat atau masalah. Akibat atau masalah yang akan ditangani ditulis pada kotak sebelah paling kanan diagram tulang ikan.

3. Langkah 3: Mengidentifikasi berbagai kategori sebab utama. Dari garis horizontal utama, terdapat garis diagonal yang menjadi cabang. Setiap cabang mewakili sebab utama dari masalah yang ditulis.
4. Langkah 4: Menemukan sebab-sebab potensial dengan cara sumbang saran.
5. Langkah 5: Mengkaji kembali setiap kategori sebab utama.

Contoh struktur dari *fishbone* dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini



Gambar 2. 1 Contoh Fishbone Diagram
Sumber: Imamoto (2008)

2.8 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) menurut Iswanto dkk (2013) bertujuan untuk mengidentifikasi dan menilai risiko-risiko yang berhubungan dengan potensi kegagalan. Proses analisis di dalam FMEA adalah memeriksa faktor kegagalan produksi yang merupakan variabel bebas yang teridentifikasi yang mengakibatkan produk cacat. Dari kegagalan tersebut ditemukanlah seberapa sering kegagalan terjadi dan penyebab kegagalan ini muncul.

Chanamool dan Naenna (2016), menyatakan FMEA dapat menemukan semua kegagalan dalam sistem, desain, proses, atau layanan. Faktor risiko tergantung pada kejadian, tingkat keparahan dan penurunan kegagalan. Metode ini telah banyak digunakan untuk manajemen risiko. FMEA adalah alat yang sangat berguna dan efektif untuk menentukan akar penyebab kegagalan, memilih

cara untuk menentukannya, dan mencegah atau mengurangi konsekuensinya dengan tujuan mengelola sumber kegagalan. Selain itu, memungkinkan penilaian potensi kegagalan untuk memilih tindakan korektif yang dapat mengurangi tingkat keparahan dan kemunculannya. Jadi, dengan menggunakan metode FMEA, sebuah badan usaha dapat mencegah potensi kegagalan dalam proses dan juga memilih tindakan perbaikan yang tepat untuk mengurangi dampak kegagalan.

Sebagaimana penelitian yang telah dilakukan oleh Chiozza dan Ponzetti (2009), identifikasi menggunakan FMEA dapat dilakukan berdasarkan 5 tahap berikut:

1. Memilih proses
2. Membentuk tim berdasarkan ilmu yang dimiliki
3. Mengumpulkan kegagalan untuk proses analisis
4. Melakukan analisis kegagalan
 - Mengidentifikasi kegagalan pada setiap tahap
 - Mengidentifikasi efek potensial dari setiap kegagalan
 - Penentuan tingkat keparahan, kejadian, dan deteksi pada setiap kegagalan
 - Menentukan risiko tertinggi. Risiko ini dinilai sehubungan dengan tiga faktor yaitu tingkat keparahan (S), probabilitas kegagalan, yaitu kejadian (O), dan kemungkinan kontrol untuk mendeteksi (D). RPN mewakili semua risiko masing-masing kegagalan, yang dapat dihitung sebagai

$$RPN = S \cdot O \cdot D$$

5. Mengambil tindakan korektif penanggulangan kegagalan

Menurut Jun dan Huibin (2012), FMEA lebih *feasible* dan efektif untuk perbaikan operasional dan mampu menganalisis risiko dalam skala besar serta kompleks jika dibandingkan dengan metode manajemen risiko lainnya seperti ETA dan FTA. FMEA terdiri dari 2 jenis yaitu *Traditional FMEA* dan *Problabilistio FMEA*. Pendekatan berbasis risiko berguna untuk memahami total gambaran risiko sistem baru (Dogsuyu *et al.*, 2016). FMEA yang memiliki metode kualitatif dan induktif adalah penyelidikan yang komprehensif, sistematis, dan terdokumentasi (IMO, 2000).

Penerapan FMEA dapat digunakan sebagai bentuk tindakan pencegahan kegagalan berdasarkan analisis kegagalan yang

terperinci (Carbone dan Tippet, 2004). FMEA menganggap fungsi sistem karena kegagalan komponen tunggal yang menyebabkan kegagalan pada tingkat yang lebih tinggi. Kegagalan yang ditemukan diklasifikasikan dalam hal keparahan (IMO, 2000).

2.8.1 Severity

Severity adalah langkah awal untuk menganalisis risiko dengan menghitung seberapa besar dampak atau intensitas kejadian mempengaruhi *output* proses. Dampak diberikan ranking mulai skala 1 hingga 10. Nilai 10 merupakan dampak paling buruk. Proses sistem peringkat dijelaskan pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat *Severity*

<i>Effect</i>	<i>Severity of effect for FMEA</i>	<i>Rating</i>
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
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	Kegagalan menyebabkan bahaya tanpa peringatan	10
-----------	---	----

Sumber: Carlson (2004)

2.8.2 Occurrence

Occurrence merupakan kemungkinan bahwa penyebab tersebut akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa penggunaan produk. Skala dari *occurrence* dan penjelasannya dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat *Occurrence*

Kemungkinan Kegagalan	Kriteria: Sumber Penyebab (Umur Rencana/Keunggulan Barang/Kendaraan)	Kriteria: Sumber Kegagalan (Insiden Tiap Item)	Ranking
Sangat tinggi	Teknologi atau desain baru yang belum ada.	≥ 100 /seribu ≥ 1 dari 10	10
	Kegagalan bisa dihindari dengan desain dan aplikasi baru, atau biaya dalam siklus/ kondisi pengoperasian.	50/seribu 1 dari 20	9
Tinggi	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

Kemungkinan Kegagalan	Kriteria: Sumber Penyebab (Umur Rencana/Keunggulan Barang/Kendaraan)	Kriteria: Sumber Kegagalan (Insiden Tiap Item)	Ranking
	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
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.	≤ 0.001 /seribu 1 dari 1000000	2
Sangat rendah	Kegagalan dihilangkan melalui pencegahan.	Kegagalan dihilangkan dengan pencegahan	1

Sumber: Carlson (2004)

2.8.3 *Detection*

Detection merupakan pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi. Nilai *detection* diasosiasikan dengan pengendalian saat ini. Skala dari *detection* beserta keterangannya dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Kriteria Evaluasi dan Sistem Peringkat *Detection*

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

2.8.4 *Risk Priority Number*

Villarini *et al* (2017) menyatakan bahwa RPN adalah produk matematis dari *effects* (*Severity*), kemungkinan terjadinya *cause* akan menimbulkan kegagalan yang berhubungan dengan *effects* (*Occurrence*), dan kemampuan mendeteksi kegagalan sebelum produk sampai ditangan pelanggan (*Detection*). RPN dapat ditunjukkan dengan persamaan berikut:

$$RPN = S \cdot O \cdot D$$

Nilai RPN yang tinggi akan membantu memberikan pertimbangan untuk tindakan korektif pada setiap *mode* kegagalan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODE PENELITIAN

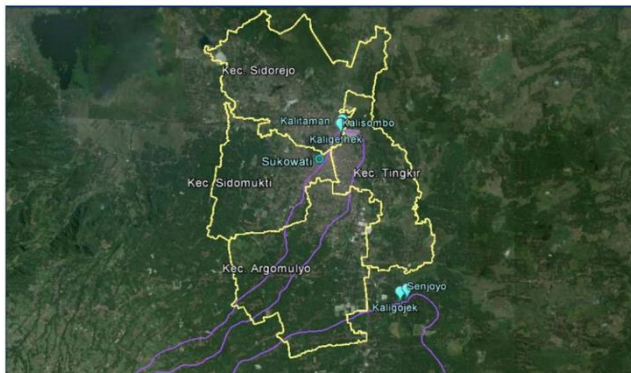
3.1 Gambaran Umum Wilayah Studi

Penelitian dilaksanakan di fasilitas pengolahan hingga reservoir distribusi PDAM Kota Salatiga, Jawa Tengah. Menurut BPS Kota Salatiga, Kota Salatiga terletak di tengah-tengah wilayah Kabupaten Semarang, dengan ketinggian 450-825 meter di atas permukaan air laut. Luas wilayah seluruh Kota Salatiga $\pm 56,78$ km², terbagi menjadi empat kecamatan, diantaranya:

1. Kecamatan Argomulyo
2. Kecamatan Tingkir
3. Kecamatan Sidomukti
4. Kecamatan Sidorejo

Wilayah kota Salatiga seluruhnya dikelilingi wilayah Kabupaten Semarang. Berikut batas-batas wilayah Kota Salatiga :

Sebelah Utara	:Kecamatan Pabelan dan Kecamatan Tuntang
Sebelah Timur	:Kecamatan Pabelan dan Kecamatan Tenganan
Sebelah Selatan	:Kecamatan Getasan dan Kecamatan Tangaran
Sebelah Barat	:Kecamatan Tuntang dan Kecamatan Getasan.



Gambar 3. 1 Peta Lokasi Mata Air Senjoyo

PDAM Kota Salatiga sendiri merupakan satu-satunya instansi penyedia air minum di Kota Salatiga yang memiliki cakupan pelayanan sebesar 75,79% namun masih memiliki tingkat kehilangan air sebesar 24,36%. PDAM Kota Salatiga menggunakan sumber air baku dari mata air dan sumur bor. Mata air utama dan terbesar yang digunakan adalah Mata Air Senjoyo yang menyokong 51% dari total kapasitas produksi PDAM Kota Salatiga. Mata Air Senjoyo terletak di luar wilayah administrasi Kota Salatiga dan sudah dibangun sejak tahun 1921. Sumber air terbesar ini memproduksi 140 L/detik dari total 296 L/detik air yang diproduksi oleh PDAM Kota Salatiga. Dikarenakan sumber air baku berasal dari mata air yang sudah cukup baik, maka pengolahan yang digunakan PDAM Kota Salatiga hanya klorinasi. Lokasi Mata Air Senjoyo dan gambar unit pengolahan disajikan pada Gambar 3.1 dan 3.2.

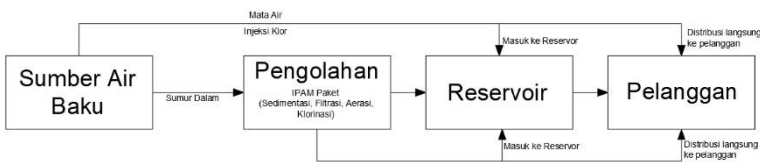


Gambar 3. 2 Mata Air Senjoyo



Gambar 3. 3 Unit Pengolahan PDAM Kota Salatiga

Secara keseluruhan ada 21 titik sumber air baku yang digunakan oleh PDAM Kota Salatiga untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat Kota Salatiga. Sistem tersebut terdiri dari sumber air baku yang berasal dari 6 mata air dan 15 sumur dalam. Untuk mengoptimalkan pelayanan, 21 sumber air baku ini memiliki interkoneksi di sistem perpipaanya. Terdapat 20 sumber air baku yang sumber air bakunya mata air maupun sumur dalam memiliki kualitas air yang sudah cukup baik di sumbernya sehingga hanya diperlukan klorinasi saja. Namun ada satu sumur dalam yang harus diolah dengan Instalasi Pengolahan Air paket yaitu sedimentasi, filtrasi, aerasi dan klorinasi karena memiliki kandungan mangan yang sangat tinggi. Setelah itu air didistribusikan ke sambungan rumah pelanggan ataupun disimpan ke reservoir terlebih dahulu. Diagram alir garis besar sistem penyediaan air minum Kota Salatiga disajikan pada Gambar 3.4 sebagai berikut:



Gambar 3. 4 Diagram Alir Garis Besar SPAM Kota Salatiga

Untuk debit produksi dan wilayah pelayanan tiap sistem disajikan pada Tabel 3.1 sebagai berikut:

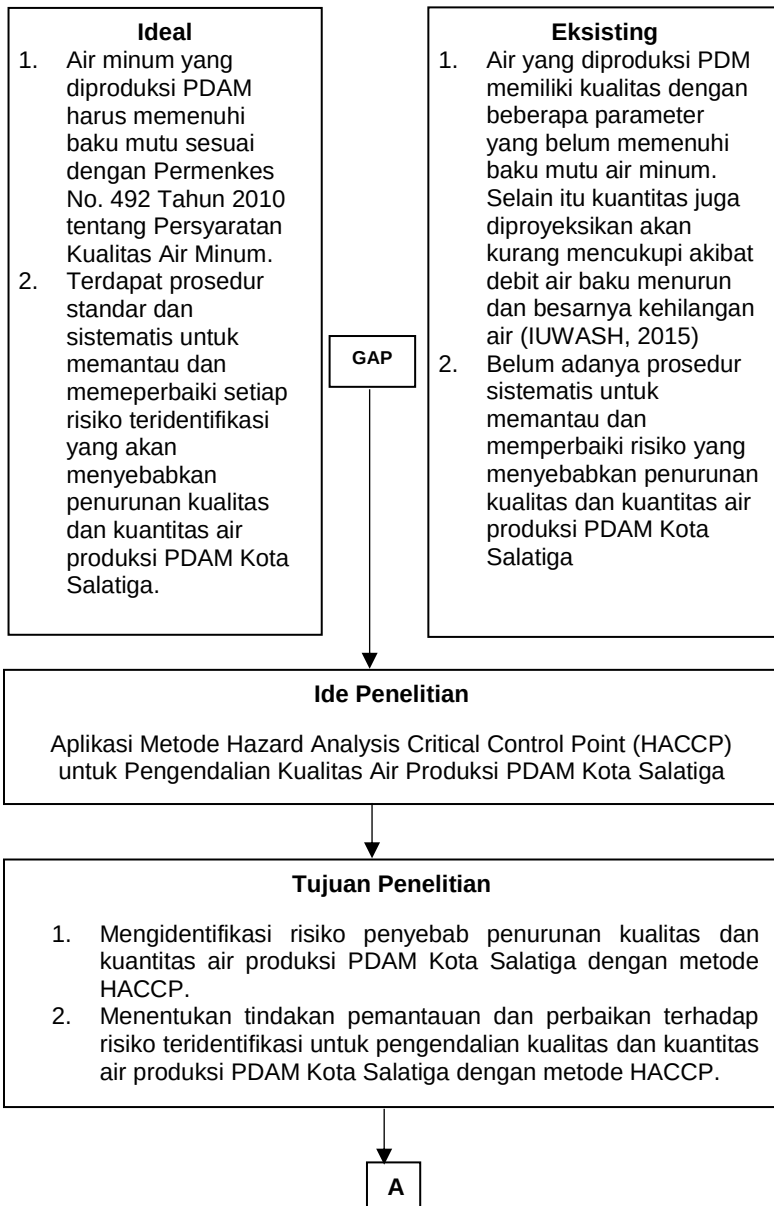
Tabel 3. 1 Debit dan Wilayah Pelayanan tiap Sistem				
Sis- tem	Mata Air	Kapasitas		Wilayah Pelayanan
		Ter- pasang l/dt	Pro- duksi l/dt	
1	M.A Senjoyo (1921, 1973,1990)	145	140,73	Gendongan Ringin Nawe Mangunsari Tegalrejo Tegalsari Ledok
	M.A Kalisombo Barat	35	23,80	

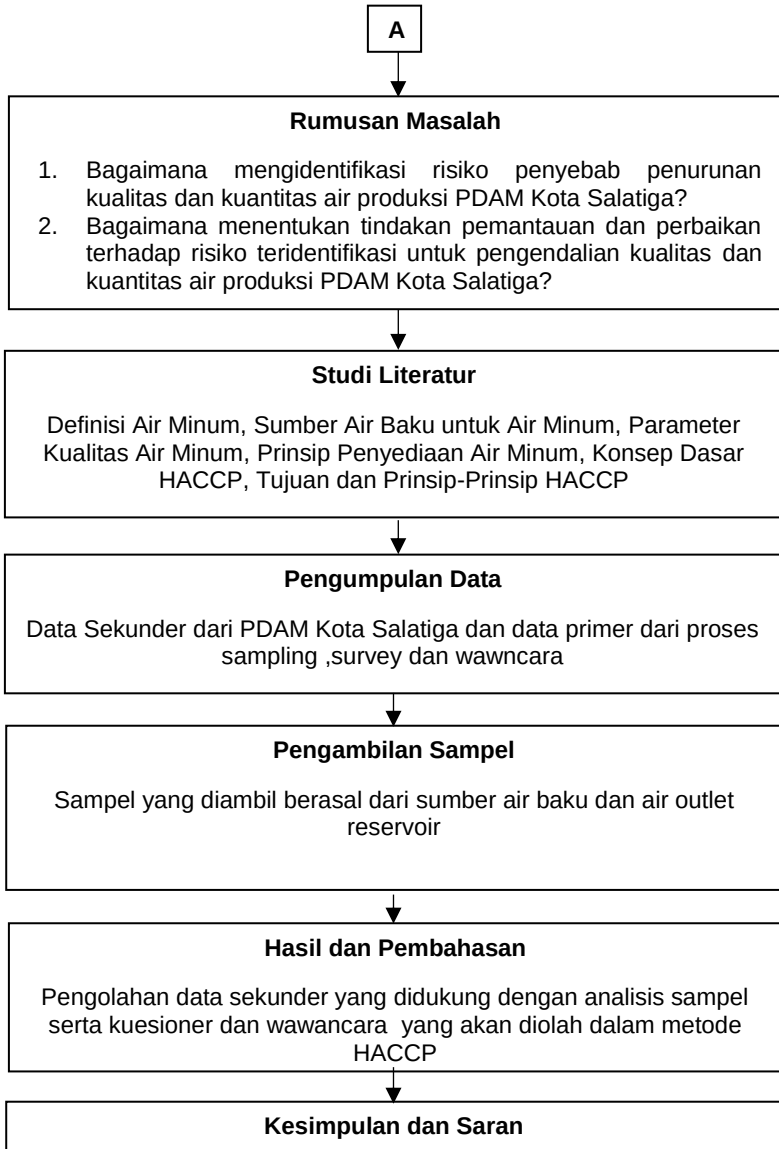
Sis- tem	Mata Air	Kapasitas		Wilayah Pelayanan
		Ter- pasang	Pro- duksi	
		l/dt	l/dt	
2	M.A Kalisombo Timur	15	11,84	Krajan Gladakan Cungkup Turusan Sumopuro Kemiri Blotongan
	M.A Kaligethek	20	19,66	Turusan Perum Domas Perum Bugel Perum Pattimura Canden Setro
	M.A Kalitaman	25	18,29	Gumuk Rejo Ngentak Canden Karang Pete Tanggul Rejo
	M.A Kaligojek	20	19,90	Perum Taman Mutiar Nanggulan Tangsi Bambu Kalinyamat Kalioso Benoyo Pancuran
	Sumur Bulu	2	1,34	Magersari Bulu
	Sumur Cebongan I	8	3,68	Pendem Nggandu
3	Sumur Cebongan II	8	3,17	Argomas Cebongan
	Sumur Randuacir	3	0,16	Perum Praja Mulya
3	Sumur Sukowati	15	9,36	Klaseman Kalicacing Sraten

Sis-tem	Mata Air	Kapasitas		Wilayah Pelayanan
		Ter-pasang	Pro-duksi	
		l/dt	l/dt	
4	Sumur Kradenan I	7	4,83	Kradenan
	Sumur Kradenan II	7	1,28	Tegalsari Sidoharjo Tingkir Lor
5	Sumur Tegalsari I	7	6,65	Kalibening
	Sumur Tegalsari II	11	6,74	Gunung Sari Dayaan Gendongan
6	Sumur Noborejo	4	0,32	Noborejo Cebongan Klampeyan Isepisep
7	Sumur Ngemplak I	5	3,71	Gamol
	Sumur Ngemplak II	5	2,21	Grogol Kecandran Ngemplak
8	Sumur Guwo	3	0,2	Perum Tegalrejo
9	Sumur Kecandran	4	2,29	Praja Mukti
10	Sumur Ngronggo	2	0,17	Ngronggo
Total		351,00	280,33	

3.2 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 sebelumnya. Kerangka penelitian disajikan pada Gambar 3.5 sebagai berikut:





Gambar 3. 5 Metode Penelitian

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian berisi tentang langkah-langkah yang dilakukan saat penelitian sesuai dengan kerangka penelitian. Tujuan dari pembuatan tahapan penelitian adalah untuk memudahkan pemahaman dan penjelasan melalui deskripsi setiap tahap penelitian. Berikut tahapan yang dilakukan pada penelitian ini.

3.3.1 Ide Penelitian

PDAM Kota Salatiga menggunakan sumber air baku yang berasal dari mata air. Dari penangkapan mata air kemudian akan diberi pengolahan sederhana yaitu hanya dilakukan injeksi klor. Sesuai uji laboratorium yang telah dilakukan oleh Dinas Kesehatan Kota Salatiga setelah proses pengolahan tersebut, terdapat beberapa parameter yang belum memenuhi baku mutu yaitu pH dan Total Koliform. Besarnya nilai pH memiliki potensi risiko untuk menyebabkan pembentukan kerak pada sistem perpipaan, selain itu juga terdapat pipa pipa yang sudah tua dan keropos (IUWASH, 2015). Pipa yang rusak termasuk pada pipa transmisi tersebut dapat menyebabkan kebocoran dan kontaminasi pada air yang akan diproduksi atau hasil dari produksi. Selain permasalahan dari hasil uji laboratorium juga terdapat permasalahan dari hasil wawancara dengan pihak PDAM Kota Salatiga yang akan dijelaskan lebih lanjut pada bab selanjutnya.

Hal-hal tersebut dapat mengakibatkan potensi-potensi risiko yang dalam metode HACCP disebut dengan 'bahaya' yang akan menurunkan kualitas dan kuantitas air produksi PDAM Kota Salatiga. Berdasarkan permasalahan tersebut diperlukan metode sistematis untuk mengurangi atau mengeliminasi bahaya-bahaya yang teridentifikasi sehingga kualitas air produksi PDAM Kota Salatiga sesuai dengan standar yang berlaku dan kuantitas selalu mencukupi kebutuhan konsumen.

3.3.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan data yang berkaitan dengan penelitian sehingga dapat memperkuat dasar teori. Studi literatur bisa digunakan sebagai acuan dalam melaksanakan kegiatan penelitian. Sumber literatur yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *text book*, jurnal/ artikel ilmiah, laporan penelitian, dan tugas akhir terdahulu yang

berhubungan dengan penelitian. Penelitian ini menggunakan studi literatur mengenai air minum, sumber air baku untuk air minum, parameter kualitas air minum, prinsip penyediaan air minum, konsep dasar HACCP, serta tujuan dan prinsip-prinsip dasar HACCP.

3.3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan sebagai acuan yang akan digunakan dalam penentuan parameter penelitian. Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah :

a. Data Primer

Data primer yang diambil meliputi proses sampling air yang ditentukan berdasarkan Permenkes Nomor 736 tahun 2010 yang bisa diterapkan pada pengambilan sampel hasil produksi. Penentuan disajikan pada Tabel 3.2 sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Peraturan Penentuan Sampling

Parameter	Frekuensi Pengujian	Jumlah Sampel/parameter/jaringan distribusi		
		Jumlah penduduk yang dilayani		
		<5.000	5.000-100.000	>100.000
Fisik	Satu bulan sekali	1	1 per 5000 penduduk	1 per 10.000 penduduk ditambah 10 sampel tambahan
Mikrobiologi	Satu bulan sekali	1	1 per 5.000 penduduk	1 per 10.000 penduduk ditambah 10 sampel tambahan
Sisa Klor	Satu bulan sekali	1	1 per 5.000 penduduk	1 per 10000 penduduk ditambah 10 sampel tambahan

Kimia Wajib	Tiga bulan sekali	1	1 per 5.000 penduduk	1 per 10.000 penduduk
Kimia Tambahan	Tiga bulan sekali	1	1 per 5.000 penduduk	1 per 10.000 penduduk

Berdasarkan Tabel tersebut, Kota Salatiga memiliki jumlah penduduk terlayani sebesar 160.365 jiwa, berarti diharuskan untuk mengambil sejumlah sampel 1 per 10.000 jiwa. Sehingga diperoleh 17 titik pengambilan sampel ditambah 7 titik tambahan oleh PDAM Kota Salatiga, jadi diperoleh total 24 titik pengambilan sampel. 24 titik ini untuk analisis parameter kekeruhan, Fe, Mn, pH, dan total koliform. Daftar titik pengambilan sampel disajikan pada Tabel 3.3 sebagai berikut:

Tabel 3. 3 Lokasi Titik Pengambilan Sampel oleh PDAM

No	Titik Sampling
1	Mata Air Senjoyo 1 (1921)
2	Mata Air Senjoyo 2 (1973)
3	Mata Air Senjoyo 3 (1990)
4	Mata Air Kaligojek
5	Mata Air Kalisombo
6	Mata Air Kalitaman
7	Sumur Sukowati
8	Sumur Cebongan
9	Sumur Tegalsari
10	Sumur Kradenan
11	Sumur Bulu
12	Sumur Noborejo
13	Reservoir Ngaglik
14	Reservoir Kaligetek
15	Reservoir Warak

No	Titik Sampling
17	Outlet Sumur Tegalsari
18	Outlet Sumur Kradenan
19	Outlet Sumur Cebongan
20	Outlet Pengolahan IPA Sukowati
21	Outlet Kaligetek
22	Outlet Ngaglik
23	Outlet Kalisombo
24	Outlet Kalitaman
25	Outlet Warak
26	Outlet Bulu
27	Outlet Noborejo

Dari hasil analisis laboratorium PDAM Kota Salatiga terdapat beberapa titik yang belum memenuhi baku mutu. Titik tersebut yang akan diambil sampel untuk dianalisis oleh penulis. Terdapat 7 titik pengambilan sampel yang mewakili untuk menganalisis parameter *Total Dissolved Solids (TDS)* dan kesadahan total. Titik pengambilan sampel PDAM Kota Salatiga dapat dilihat pada Gambar 3.6. 7 titik pengambilan sampel tersebut disajikan pada Tabel 3.4 sebagai berikut:

Tabel 3. 4 Titik Pengambilan Sampel (Data Primer)

No	Titik Sampling
1	Mata Air Senjoyo 1 (1921)
2	Mata Air Senjoyo 2 (1973)
3	Mata Air Senjoyo 3 (1990)
4	Reservoir Ngaglik
5	Reservoir Kaligetek
6	Reservoir Warak



Gambar 3. 6 Titik Pengambilan Sampel Primer di Jaringan Transmisi Produksi Air PDAM Kota Salatiga

Selain sampling air juga dilakukan survey terhadap petugas dan karyawan PDAM Kota Salatiga bagian teknik meliputi Sub. Bagian Perencanaan dan Pengembangan, Sub. Bagian Transmisi dan Distribusi, serta Sub. Bagian Sumber dan Laboratorium. Dilakukan pula survey terhadap pelanggan PDAM Kota Salatiga. Kuesioner disajikan pada Lampiran A, Lampiran B dan Lampiran C.

b. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh langsung dari PDAM Kota Salatiga meliputi:

- Data sumber air baku yang digunakan
- Data kualitas air
- Data pengolahan yang dilakukan
- Data perawatan unit pengolahan yang dilakukan
- Data kondisi fisik dan spesifikasi unit produksi
- Data keluhan pelanggan
- Data upaya perbaikan yang telah dilakukan
- Kajian-kajian yang pernah dilakukan

3.3.4 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini mengaplikasikan metode HACCP yang akan dijelaskan secara rinci pada Sub Bab 3.4

3.3.5 Kesimpulan dan Saran

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

3.4 Tahapan Aplikasi Metode HACCP

Rencana HACCP PDAM Kota Salatiga dibuat berdasarkan SNI CAC/RCP 1:2011 dengan urutan tahapan metode sebagai berikut:

3.4.1 Membuat Deskripsi Produk

Deskripsi produk dilakukan dengan mengidentifikasi informasi yang dibutuhkan dalam metode HACCP. Deskripsi produk air PDAM Kota Salatiga akan menjelaskan:

- Karakteristik air produk PDAM sesuai dengan baku mutu kualitas air minum Permenkes Nomor 492 Tahun 2010 meliputi karakteristik air pada sumber air baku, setelah proses pengolahan, dan setelah reservoir.
- Kondisi teknologi yang digunakan, meliputi unit penangkap air dan unit pengolahan yang beroperasi
- Kondisi penyimpanan, meliputi kondisi reservoir yang beroperasi
- Kondisi transmisi sebelum ke reservoir, meliputi kondisi sistem perpipaan

3.4.2 Mengidentifikasi Tujuan Penggunaan

Identifikasi tujuan penggunaan dilakukan dengan mengidentifikasi kegunaan dan manfaat yang diharapkan dari air produksi PDAM oleh pelanggan. Identifikasi tujuan penggunaan dalam penelitian ini akan menjelaskan:

- Kondisi kualitas, debit dan tekanan air yang harus dipenuhi saat sampai ke pelanggan
- Ketepatan penggunaan oleh pelanggan, misalnya apakah air hasil produksi PDAM aman untuk langsung dikonsumsi atau tidak.
- Usulan modifikasi terhadap proses produksi yang digunakan apabila air belum sesuai dengan baku mutu air minum. Data ini akan berfungsi dalam proses HACCP selanjutnya.

3.4.3 Menyusun Diagram Alir

Penyusunan diagram alir dilakukan dengan membuat seluruh tahapan seluruh proses yang terjadi dalam memproduksi air PDAM yaitu meliputi proses penangkapan air, proses pengolahan, hingga sampai ke reservoir.

3.4.4 Menganalisis Semua Potensi Bahaya

Analisis potensi bahaya yang menyebabkan penurunan kualitas air produksi PDAM dilakukan dengan urutan sebagai berikut :

1. Mendaftarkan potensi bahaya
Dalam mendaftarkan potensi bahaya yang terjadi digunakan pertanyaan-pertanyaan yang berhubungan dengan masing-masing tahapan proses dalam diagram alir, berikut pertanyaan-pertanyaan yang digunakan :
 - a. Potensi bahaya apa yang bisa terjadi dalam hubungannya dengan keamanan produk
 - b. Apa penyebab atau faktor-faktor yang dapat mengakibatkan potensi bahaya yang teridentifikasi atau yang dapat meningkatkan potensi bahaya tersebut hingga ke tingkat yang tidak dapat diterima
 - c. Apa resiko yang terkait dengan potensi bahaya yang teridentifikasi
 - d. Upaya apa yang harus diterapkan untuk mengontrol potensi bahaya yang telah diidentifikasi atau untuk menghilangkan keberadaan potensi bahaya tersebut hingga ke tingkat yang dapat diterima.
2. Kajian Informasi
Data yang dikumpulkan pada tahap 3.3.1 yaitu 'Membuat Deskripsi Produk' dan Tahap 3.3.2 yaitu 'Mengidentifikasi Tujuan Penggunaan' akan dikaji peraturan yang berlaku saat ini yaitu Permenkes Nomor 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum
3. Identifikasi dan analisis potensi bahaya
Identifikasi dan analisis ini terdapat dua tahapan yaitu :
 - a. Mengkaji bahan yang masuk
 - b. Mengevaluasi tahapan-tahapan proses akan adanya potensi bahaya
4. Penentuan Risiko
Penentuan risiko dilaksanakan dengan meliputi :
 - a. Penilaian Kualitatif

- b. Penilaian Kuantitatif
- 5. Kajian tentang potensi bahaya yang teridentifikasi dan cara pengendaliannya
 - o Mengkaji upaya pengendalian yang sudah dilakukan, melakukan pengecekan ulang untuk mengetahui apakah potensi bahaya tersebut telah dikendalikan secara efektif.
 - o Memodifikasi prosedur, instruksi kerja dan peralatan bila mana perlu

3.4.5 Menetapkan *Critical Control Point* (CCP)

Penetapan *Critical Control Point* atau CCP akan mengeliminasi bahaya-bahaya yang telah diidentifikasi sebelumnya menjadi beberapa titik, prosedur atau tahapan dimana terlewatnya pengendalian dapat mengakibatkan risiko yang tidak dapat diterima terhadap keamanan air yang diterima oleh pelanggan. Dalam menetapkan CCP pada penelitian ini menggunakan metode *Fishbone Analysis* untuk analisis risiko dan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk penilaian risiko.

3.4.6 Menetapkan Batas Kritis untuk Masing-Masing CCP

Batas kritis masing-masing CCP ditentukan dengan melihat referensi yaitu dari kajian-kajian yang telah dilakukan PDAM Kota Salatiga, Peraturan Menteri Kesehatan no. 492 Tahun 2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum no. 27 Tahun 2016 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) pada Bab V tentang Pengelolaan SPAM, Bab VI tentang Pemeliharaan dan Rehabilitasi SPAM dan Bab VII tentang Pemantauan dan Evaluasi Penyelenggaraan Pengembangan SPAM. Batas kritis lainnya akan disesuaikan pada setiap risiko.

3.4.7 Menetapkan Prosedur Monitoring untuk Masing-Masing CCP yang Teridentifikasi

- Prosedur monitoring ditentukan dengan memperhatikan :
- o Prosedur standar seperti SNI, ISO atau peraturan perundang-undangan yang berlaku
 - o Sifat dan prinsip monitoring, metode atau teknik yang digunakan

- Frekuensi monitoring, lokasi dilakukannya monitoring
- Alat yang digunakan dalam monitoring bila ada
- Tanggunng jawab monitoring dan interpretasi hasil

3.4.8 Menetapkan Tindakan Perbaikan

Tindakan perbaikan ditetapkan dengan mengidentifikasi prosedur yang dapat mengatasi penyimpangan. Tindakan perbaikan ini harus meliputi:

- Menyesuaikan dengan prosedur standar seperti SNI, ISO atau peraturan perundang-undangan yang berlaku
- Tindakan perbaikan pada proses agar dapat segera kembali ke batas yang disyaratkan
- Tindakan yang berbeda untuk menghindari terulangnya penyimpangan, sesuai prinsip ISO 9001

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Produk

PDAM Kota Salatiga bekerja sama dengan Dinas Kesehatan Kota Salatiga ada beberapa parameter yang dianalisis diantaranya parameter fisik meliputi bau, rasa, suhu dan kekeruhan, parameter kimia meliputi Besi (Fe), Klorida (Cl), Mangan (Mn), Nitrat, Nitrit dan pH, serta parameter biologis meliputi total koliform. Pada penelitian ini hanya dilakukan identifikasi pada parameter kekeruhan, Fe, Mn, pH, dan total koliform, serta parameter yang belum dianalisis oleh pihak PDAM Kota Salatiga yaitu kesadahan total dan *Total Dissolved Solids* (TDS) pada 10 titik yang sudah ditentukan sebelumnya pada Bab III Metode Penelitian. Parameter kekeruhan, Fe, Mn, pH, dan total koliform menggunakan data sekunder yang diperoleh dari PDAM Kota Salatiga. Sedangkan untuk parameter kesadahan total dan TDS dilakukan pengambilan data primer melalui proses pengambilan sampel.

PDAM Kota Salatiga memiliki 21 sumber air baku yang terdiri dari 6 mata air dan 15 sumur dalam. Hasil analisis kualitas dari beberapa titik sampling ini dapat digunakan sebagai deskripsi produk yang mana merupakan air yang akan dikonsumsi oleh pelanggan PDAM Kota Salatiga. Berikut hasil analisis sampel per 25 Februari 2019.

4.1.1 Analisis Kekeruhan

Analisis kekeruhan dilakukan menggunakan metode turbidimetri dengan baku mutu dari Peraturan Menteri Kesehatan No.492/ MENKES/PER/IV/2010 maksimum 5 NTU. Hasil analisis disajikan pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Hasil Analisis Parameter Kekeruhan

No	Titik Sampling	Baku Mutu	Hasil Uji
		NTU	NTU
1	Mata Air Senjoyo 1 (1921)	5	0,01
2	Mata Air Senjoyo 2 (1973)	5	0,02

No	Titik Sampling	Baku Mutu	Hasil Uji
		NTU	NTU
3	Mata Air Senjoyo 3 (1990)	5	0,68
4	Mata Air Kaligojek	5	0
5	Mata Air Kalisombo	5	0
6	Mata Air Kalitaman	5	0
7	Sumur Sukowati	5	0,15
8	Sumur Cebongan	5	0
9	Sumur Tegalsari	5	0
10	Sumur Kradenan	5	0
11	Sumur Bulu	5	0
12	Sumur Noborejo	5	0
13	Reservoir Ngaglik	5	0,01
14	Reservoir Kaligetek	5	0,01
15	Reservoir Warak	5	0
17	Outlet Sumur Tegalsari	5	0
18	Outlet Sumur Kradenan	5	0
19	Outlet Sumur Cebongan	5	0
20	Outlet Pengolahan IPA Sukowati	5	0,34
21	Outlet Kaligetek	5	0,02
22	Outlet Ngaglik	5	0
23	Outlet Kalisombo	5	0
24	Outlet Kalitaman	5	0,05
25	Outlet Warak	5	0
26	Outlet Bulu	5	0
27	Outlet Noborejo	5	0

Berdasarkan hasil uji laboratorium oleh PDAM Kota Salatiga, semua titik yang mewakili seluruh sistem sudah memenuhi baku mutu parameter kekeruhan yaitu di bawah 5 NTU dengan nilai tertinggi 0,68 dan nilai terendahnya adalah 0.

4.1.2 Analisis Fe

Analisis kandungan Fe dilakukan menggunakan metode kolorimetri dengan baku mutu dari Peraturan Menteri Kesehatan No.492/ MENKES/PER/IV/2010 maksimum 0,3 mg/l. Hasil analisis disajikan pada Tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Hasil Analisis Parameter Fe

No	Titik Sampling	Baku Mutu	Hasil Uji
		mg/l	mg/l
1	Mata Air Senjoyo 1 (1921)	0,3	0
2	Mata Air Senjoyo 2 (1973)	0,3	0
3	Mata Air Senjoyo 3 (1990)	0,3	0
4	Mata Air Kaligojek	0,3	0
5	Mata Air Kalisombo	0,3	0
6	Mata Air Kalitaman	0,3	0
7	Sumur Sukowati	0,3	0,15
8	Sumur Cebongan	0,3	0
9	Sumur Tegalsari	0,3	0
10	Sumur Kradenan	0,3	0
11	Sumur Bulu	0,3	0
12	Sumur Noborejo	0,3	0
13	Reservoir Ngaglik	0,3	0
14	Reservoir Kaligetek	0,3	0
15	Reservoir Warak	0,3	0
17	Outlet Sumur Tegalsari	0,3	0
18	Outlet Sumur Kradenan	0,3	0

No	Titik Sampling	Baku Mutu	Hasil Uji
		mg/l	mg/l
19	Outlet Sumur Cebongan	0,3	0
20	Outlet Pengolahan IPA Sukowati	0,3	0,7
21	Outlet Kaligetek	0,3	0
22	Outlet Ngaglik	0,3	0
23	Outlet Kalisombo	0,3	0
24	Outlet Kalitaman	0,3	0
25	Outlet Warak	0,3	0
26	Outlet Bulu	0,3	0
27	Outlet Noborejo	0,3	0

Berdasarkan hasil uji laboratorium oleh PDAM Kota Salatiga semua titik yang mewakili seluruh sistem sudah memenuhi baku mutu parameter Fe yaitu di bawah 0,3 mg/L dengan nilai tertinggi pada Outlet Pengolahan IPA Sukowati yaitu 0,15 mg/L.

4.1.3 Analisis Mn

Analisis kandungan Mn dilakukan menggunakan metode kolorimetri dengan baku mutu dari Peraturan Menteri Kesehatan No.492/ MENKES/PER/IV/2010 maksimum 0,4 mg/l. Hasil analisis disajikan pada Tabel 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Hasil Analisis Parameter Mn

No	Titik Sampling	Baku Mutu	Hasil Uji
		mg/l	mg/l
1	Mata Air Senjoyo 1 (1921)	0,4	0
2	Mata Air Senjoyo 2 (1973)	0,4	0
3	Mata Air Senjoyo 3 (1990)	0,4	0
4	Mata Air Kaligojek	0,4	0
5	Mata Air Kalisombo	0,4	0

No	Titik Sampling	Baku Mutu	Hasil Uji
		mg/l	mg/l
6	Mata Air Kalitaman	0,4	0
7	Sumur Sukowati	0,4	0,13
8	Sumur Cebongan	0,4	0
9	Sumur Tegalsari	0,4	0
10	Sumur Kradenan	0,4	0
11	Sumur Bulu	0,4	0
12	Sumur Noborejo	0,4	0
13	Reservoir Ngaglik	0,4	0
14	Reservoir Kaligetek	0,4	0
15	Reservoir Warak	0,4	0
17	Outlet Sumur Tegalsari	0,4	0
18	Outlet Sumur Kradenan	0,4	0
19	Outlet Sumur Cebongan	0,4	0
20	Outlet Pengolahan IPA Sukowati	0,4	0,08
21	Outlet Kaligetek	0,4	0
22	Outlet Ngaglik	0,4	0
23	Outlet Kalisombo	0,4	0
24	Outlet Kalitaman	0,4	0
25	Outlet Warak	0,4	0
26	Outlet Bulu	0,4	0
27	Outlet Noborejo	0,4	0

Berdasarkan hasil uji laboratorium oleh PDAM Kota Salatiga semua titik yang mewakili seluruh sistem sudah memenuhi baku mutu parameter Mn yaitu di bawah 0,4 mg/L dengan nilai tertinggi pada Sumur Sukowati yaitu 0,13 mg/L.

4.1.4 Analisis pH

Analisis pH dilakukan menggunakan alat pH meter dengan baku mutu dari Peraturan Menteri Kesehatan No.492/ MENKES/PER/IV/2010 dalam rentang 6,5-8,5. Hasil analisis disajikan pada Tabel 4.4 sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Hasil Analisis Parameter pH

No	Titik Sampling	Baku Mutu	Hasil Uji
1	Mata Air Senjoyo 1 (1921)	6,5 - 8,5	8,55
2	Mata Air Senjoyo 2 (1973)	6,5 - 8,5	8,67
3	Mata Air Senjoyo 3 (1990)	6,5 - 8,5	8,56
4	Mata Air Kaligojek	6,5 - 8,5	8,63
5	Mata Air Kalisombo	6,5 - 8,5	8,16
6	Mata Air Kalitaman	6,5 - 8,5	7,68
7	Sumur Sukowati	6,5 - 8,5	8,7
8	Sumur Cebongan	6,5 - 8,5	8,65
9	Sumur Tegalsari	6,5 - 8,5	8,69
10	Sumur Kradenan	6,5 - 8,5	8,61
11	Sumur Bulu	6,5 - 8,5	7,72
12	Sumur Noborejo	6,5 - 8,5	7,68
13	Reservoir Ngaglik	6,5 - 8,5	8,61
14	Reservoir Kaligetek	6,5 - 8,5	8,51
15	Reservoir Warak	6,5 - 8,5	8,08
17	Outlet Sumur Tegalsari	6,5 - 8,5	8,6
18	Outlet Sumur Kradenan	6,5 - 8,5	8,56
19	Outlet Sumur Cebongan	6,5 - 8,5	8,63
20	Outlet Pengolahan IPA Sukowati	6,5 - 8,5	8,67
21	Outlet Kaligetek	6,5 - 8,5	8,22
22	Outlet Ngaglik	6,5 - 8,5	8,73

No	Titik Sampling	Baku Mutu	Hasil Uji
23	Outlet Kalisombo	6,5 - 8,5	8,08
24	Outlet Kalitaman	6,5 - 8,5	7,8
25	Outlet Warak	6,5 - 8,5	7,76
26	Outlet Bulu	6,5 - 8,5	7,72
27	Outlet Noborejo	6,5 - 8,5	7,68

Berdasarkan hasil uji laboratorium oleh PDAM Kota Salatiga pada semua titik yang mewakili seluruh sistem, ada titik yang belum memenuhi baku mutu parameter pH yaitu di antara nilai 6,5 – 8,5 dengan nilai tertinggi 8,73 dan nilai terendahnya 7,72. Hasil ini mengindikasikan tingginya kandungan basa alkali yang berada di air dan juga akan berpengaruh pada kesadahan air.

4.1.5 Analisis TDS

Parameter TDS ini adalah parameter yang belum diuji oleh pihak PDAM Kota Salatiga. Penulis menentukan titik pengambilan sampel berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 736 Tahun 2010 tentang Pengawasan Kualitas Air Minum. Dari peraturan tersebut diperoleh 6 titik sampel sebagaimana telah dijelaskan pada Bab III Metode Penelitian. Dilakukan analisis TDS ini untuk memeriksa apakah ada faktor parameter TDS yang mempengaruhi tingginya pH yang sudah dianalisis sebelumnya. Sampel lalu dianalisis menggunakan metode gravimetri dengan baku mutu dari Peraturan Menteri Kesehatan No.492/ MENKES/PER/IV/2010 maksimum 1,5 mg/l. Hasil analisis disajikan pada Tabel 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4. 5 H Hasil Analisis Parameter TDS

No	Titik Sampling	Baku Mutu	Hasil Uji
		mg/l	mg/l
1	Mata Air Senjoyo 1 (1921)	500	150
2	Mata Air Senjoyo 2 (1973)	500	150
3	Mata Air Senjoyo 3 (1990)	500	149
4	Reservoir Ngaglik	500	146
5	Reservoir Kaligetek	500	161
6	Reservoir Warak	500	149

Berdasarkan hasil uji laboratorium oleh penulis di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang semua titik yang mewakili seluruh sistem sudah memenuhi baku mutu parameter TDS yaitu di bawah 500 mg/L dengan nilai tertinggi 161 mg/L dan nilai terendah 146 mg/L. Dari hasil analisis tersebut berarti tidak ada pengaruh TDS atas tingginya pH.

4.1.6 Analisis Kesadahan

Parameter kesadahan total ini adalah salah satu parameter yang belum diuji oleh pihak PDAM Kota Salatiga. Penulis menentukan titik pengambilan sampel berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 736 Tahun 2010 tentang Pengawasan Kualitas Air Minum. Dari peraturan tersebut diperoleh 6 titik sampel sebagaimana telah dijelaskan pada Bab III Metode Penelitian. Dilakukan analisis kesadahan total ini untuk memeriksa apakah ada faktor parameter TDS yang mempengaruhi tingginya pH yang sudah dianalisis sebelumnya. Sampel lalu dianalisis menggunakan metode titrimetri dengan baku mutu dari Peraturan Menteri Kesehatan No.492/MENKES/PER/IV/2010 maksimum 500 mg/l. Hasil analisis disajikan pada Tabel 4.6:

Tabel 4. 6 Hasil Analisis Parameter Kesadahan Total

No	Titik Sampling	Baku Mutu	Hasil Uji
		mg/l	mg/l
1	Mata Air Senjoyo 1 (1921)	500	178,57
2	Mata Air Senjoyo 2 (1973)	500	228,57
3	Mata Air Senjoyo 3 (1990)	500	200
4	Reservoir Ngaglik	500	171,43
5	Reservoir Kaligetek	500	264,29
6	Reservoir Warak	500	200

Berdasarkan hasil uji laboratorium oleh penulis di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang semua titik yang mewakili seluruh sistem sudah memenuhi baku mutu parameter kesadahan yaitu di bawah 500 mg/L dengan nilai tertinggi 264,29 mg/L dan nilai terendah 171,43 mg/L. Walau masih memenuhi baku mutu namun angka kesadahan ini dapat berpotensi menyebabkan kerak pada pipa yang berakibat pada kerusakan pipa. Berdasarkan hasil ini pula diketahui bahwa angka pH pada pengujian sebelumnya yang tinggi bukan diakibatkan oleh kesadahan.

4.1.7 Analisis Total Koliform

Analisis total koliform dilakukan menggunakan metode MPN dengan baku mutu dari Peraturan Menteri Kesehatan No.492/ MENKES/PER/IV/2010 maksimum 0/100 ml sampel. Hasil analisis disajikan pada Tabel 4.7 sebagai berikut:

Tabel 4. 7 Hasil Analisis Parameter Total Koliform

No	Titik Sampling	Baku Mutu	Hasil Uji
		0/100 mL	0/100 mL
1	Mata Air Senjoyo 1 (1921)	0	0
2	Mata Air Senjoyo 2 (1973)	0	12
3	Mata Air Senjoyo 3 (1990)	0	0
4	Mata Air Kaligojek	0	38
5	Mata Air Kalisombo	0	0
6	Mata Air Kalitaman	0	0
7	Sumur Sukowati	0	15
8	Sumur Cebongan	0	0
9	Sumur Tegalsari	0	0
10	Sumur Kradenan	0	0
11	Sumur Bulu	0	0
12	Sumur Noborejo	0	0
13	Reservoir Ngaglik	0	0
14	Reservoir Kaligetek	0	0
15	Reservoir Warak	0	0
17	Outlet Sumur Tegalsari	0	0
18	Outlet Sumur Kradenan	0	2,2
19	Outlet Sumur Cebongan	0	0
20	Outlet Pengolahan IPA Sukowati	0	0
21	Outlet Kaligetek	0	0
22	Outlet Ngaglik	0	0
23	Outlet Kalisombo	0	0
24	Outlet Kalitaman	0	0
25	Outlet Warak	0	0
26	Outlet Bulu	0	0
27	Outlet Noborejo	0	0

Berdasarkan hasil uji laboratorium oleh PDAM Kota Salatiga pada semua titik yang mewakili seluruh sistem, ada titik yang belum memenuhi baku mutu parameter total koliform yaitu 0/100 mL sampel dengan nilai tertinggi 38/100 mL di titik Mata Air Kaligojek dan nilai terendahnya 0. Hasil ini mengindikasikan masih adanya kontaminasi dalam produksi air PDAM Kota Salatiga atau kurangnya dosis klor yang dibubuhkan.

4.2 Identifikasi Tujuan Penggunaan Produk

Berdasarkan hasil wawancara terhadap pelanggan PDAM Kota Salatiga, pelanggan menggunakan air untuk kebutuhan sehari-hari pada umumnya yaitu mandi cuci kakus, memasak dan menyiram tanaman. Tidak ditemukan adanya konsumsi air secara langsung oleh pelanggan tanpa dimasak terlebih dahulu. Pelanggan PDAM meminum air PDAM dengan dimasak terlebih dahulu. Perilaku mengonsumsi air PDAM ini perlu diwaspadai karena kualitas air dari sumber air baku sudah memiliki pH di atas baku mutu. Hal ini berpotensi menjadi sebuah risiko yang berdampak pada kesehatan jika sampai ke konsumen. Selain itu terdapat beberapa titik yang masih memiliki total koliform tidak pada nilai 0. Hal ini menjadi risiko teridentifikasi yang akan dimasukkan pada tahapan analisis potensi risiko.

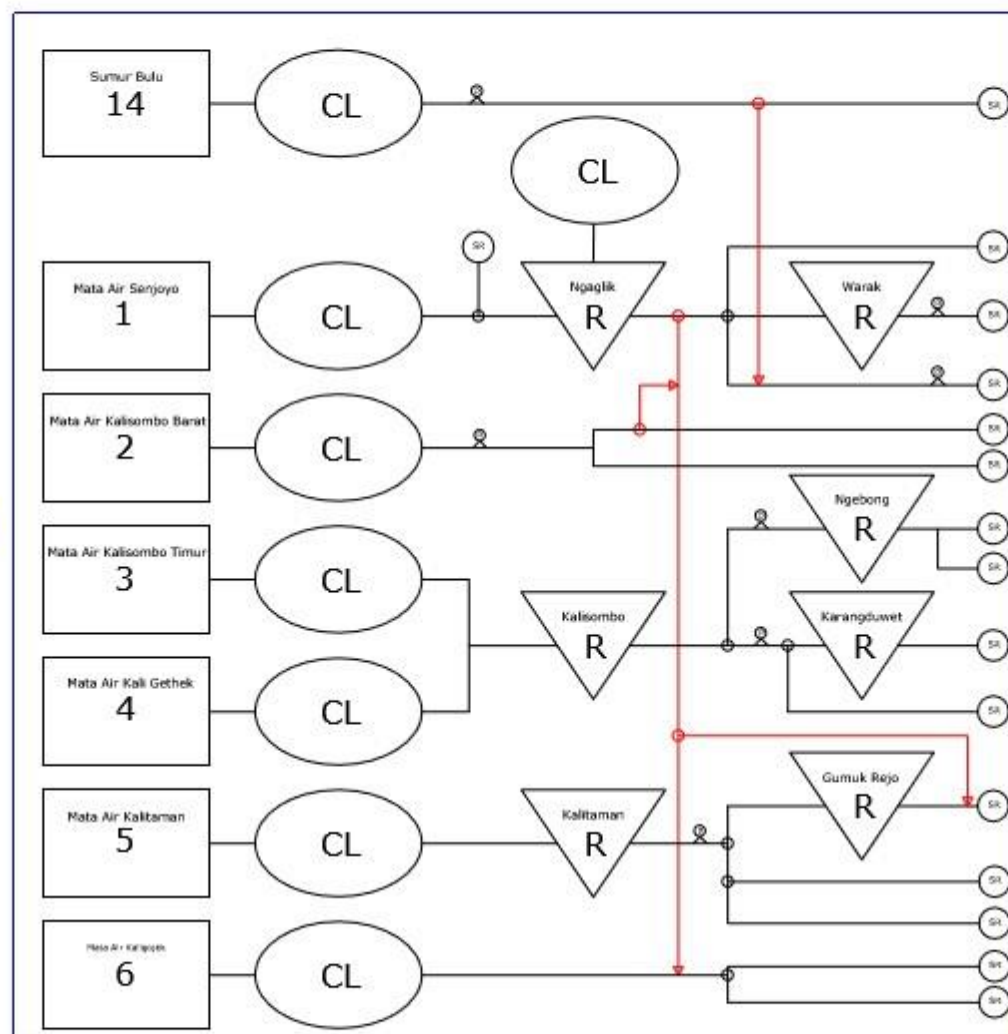
4.3 Diagram Alir PDAM Kota Salatiga

PDAM Kota Salatiga menggunakan 21 sumber air baku dalam memenuhi kebutuhan air minum masyarakat Kota Salatiga. Berdasarkan data dari PDAM Kota Salatiga terdapat 21 sistem. Untuk memudahkan analisis risiko dilakukan pengelompokkan antara sistem yang saling terkoneksi sehingga diperoleh 10 sistem secara garis besar. Sistem 1 menggunakan air baku dari 6 mata air. Sistem 2 menggunakan air baku dari dua sumur dalam. Sedangkan sistem 3 sampai 10 masing-masing memiliki sumber dari sumur dalam. Semua sistem ini hanya membutuhkan klorinasi, kecuali satu sistem yaitu yang bersumber dari Sumur Dalam Sukowati yang menggunakan Instalasi Pengolahan Air Paket yang terdiri dari sedimentasi, filtrasi, aerasi, dan klorinasi. Setelah dilakukan klorinasi ada air yang langsung didistribusikan ataupun ditampung ke reservoir terlebih dahulu. Pengalirannya menggunakan dua mekanisme yaitu gravitasi dan pemompaan. Diagram alir tiap sistem disajikan pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.

4.4 Verifikasi Diagram Alir

Berdasarkan hasil wawancara kepada petugas dan karyawan PDAM Kota Salatiga serta hasil pengamatan langsung di lapangan, disarankan kepada pihak PDAM Kota Salatiga untuk melakukan pemeriksaan ulang terhadap pelaksanaan *Standard Operating Procedure* atau SOP teknis di setiap sistem. Terdapat diagram alir produksi yang masih beberapa pelaksanaannya tidak sesuai standar ataupun dilewati oleh pekerja. Contoh yang paling sering terjadi adalah pada proses pekerjaan perpipaan. Misal pada proses perbaikan, pekerja terkadang tidak menutup aliran yang mengalir ke pipa setelahnya yang menyebabkan kualitas air yang mengalir ke sambungan rumah pada sistem terdekat menjadi buruk. Untuk penjelasan lebih lanjut dijelaskan di Sub Bab selanjutnya yaitu analisis risiko potensial.

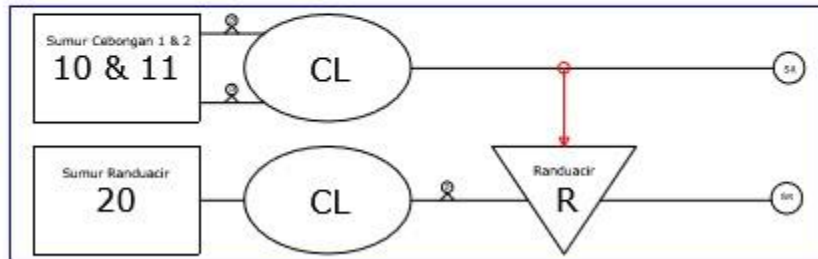
Sistem 1



 ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember	DEPARTEMEN Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihutan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya	JUDUL TUGAS AKHIR Aplikasi Metode Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) untuk Pengendalian Kualitas dan Kuantitas Air Produksi PDAM Kota Salatiga	NAMA MAHASISWA Abdullah Shabri Wibowo 0321154000001 DOSEN PEMBIMBING Dr. Abiek Moenirati, M.Kes. 19570502 196903 2 502	JUDUL GAMBAR Diagram Air NOMOR GAMBAR	KETERANGAN □ Sumber Air Baku ○ Klorinasi ▽ Reservoir ⊗ Pompa SR Sambungan Rumah → Koneksi di dalam sistem → Koneksi antar sistem
--	---	---	--	--	--

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

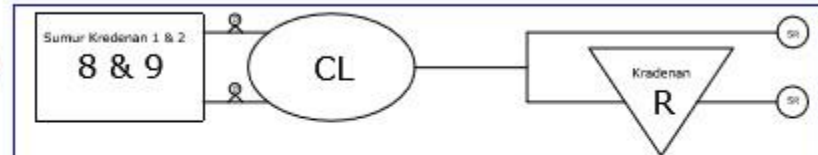
Sistem 2



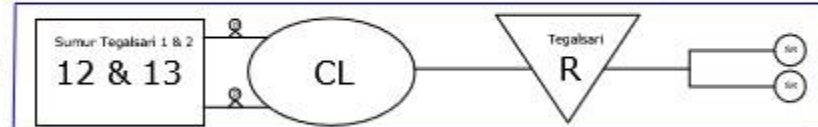
Sistem 3



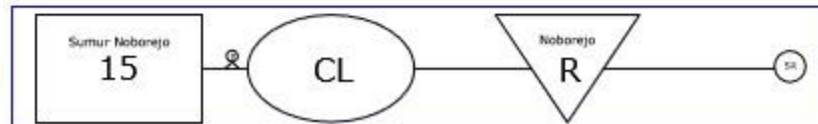
Sistem 4



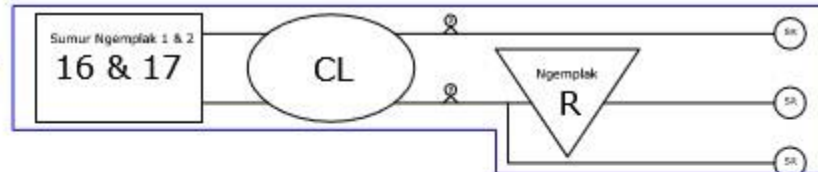
Sistem 5



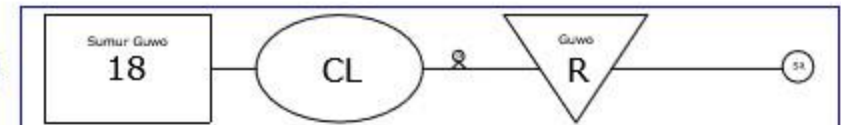
Sistem 6



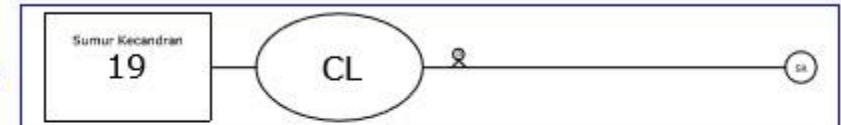
Sistem 7



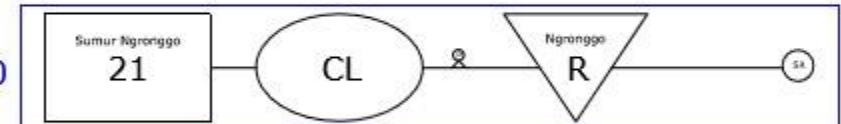
Sistem 8



Sistem 9



Sistem 10



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

4.5 Analisis Risiko Potensial

Analisis risiko potensial menggunakan metode diagram *fishbone* lalu diolah kembali dengan metode FMEA. Risiko yang akan diolah ke dalam diagram *fishbone* sudah diidentifikasi sebelumnya melalui hasil analisis laboratorium yang dijelaskan pada tahap deskripsi produk, dari hasil wawancara dan kuesioner serta pengamatan langsung di lapangan. Kuesioner yang digunakan untuk menganalisis aspek keseluruhan di PDAM Kota Salatiga dari aspek pekerja, aspek bangunan dan teknologi, aspek bahan baku, aspek manajemen dan peraturan serta aspek lingkungan eksternal disajikan pada Lampiran A dan Lampiran B. Sedangkan untuk mengetahui gambaran kondisi konsumen PDAM Kota Salatiga digunakan kuesioner pada Lampiran C. Walaupun lingkup penelitian ini tidak sampai titik pendistribusian, namun kondisi konsumen tersebut dapat membantu dalam menganalisis permasalahan. Untuk dokumentasi hasil pengamatan langsung disajikan pada Lampiran F.

Diagram *fishbone* digunakan untuk mempermudah dalam menganalisis risiko dan dampak yang diberikan pada proses produksi. Selain itu diagram *fishbone* membantu untuk menentukan nilai *Risk Priority Number (RPN)* pada tahapan metode FMEA yang akan dilakukan nantinya. Adapun aspek yang diidentifikasi dalam diagram *fishbone* adalah sebagai berikut:

- a. *Man* :
Faktor pekerja yang berhubungan dengan proses produksi air, meliputi pekerja kasar lapangan ataupun karyawan PDAM Kota Salatiga
- b. *Machine* :
Aset bangunan dan teknologi yang berpengaruh dalam proses produksi air, meliputi bangunan penangkap air baku, bangunan *reservoir* dan jaringan perpipaan.
- c. *Material* :
Sumber air baku yang digunakan, meliputi kualitas dan kuantitas air baku.
- d. *Method* :
Peraturan ataupun keputusan manajemen dalam mengendalikan kualitas dan kuantitas air hingga sampai ke pelanggan, meliputi SOP dan aturan-aturan lain yang ditentukan oleh PDAM.

e. *Environment*:

Faktor eksternal yang berhubungan dengan proses produk air, meliputi kondisi lingkungan di sekitar imbuhan mata air, dan pencegahan terjadinya *illegal tapping*.

Risiko dikelompokkan berdasarkan pengaruh terhadap kualitas air dan kuantitas air. Dalam penjelasan tiap risiko disebutkan pada sistem mana yang memiliki permasalahan tersebut. Permasalahan yang terjadi pada 10 sistem PDAM Kota Salatiga sebagian besar sama karena kondisi medan, karakteristik air baku, dan pekerja yang menanganinya sama. Berikut penjelasan tiap risiko yang tertera pada diagram *fishbone* pada Lampiran E.

4.5.1 *Fishbone* Kualitas Air

4.5.1.1 Aspek Pekerja (*Man*)

1. Pelatihan pekerja kasar lapangan

Berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner dengan Kepala Sub Bagian Transmisi dan Distribusi, belum terdapat pelatihan secara berkala kepada pekerja perbaikan dan rehabilitasi pipa. Sebagai gantinya hanya dilakukan briefing saat hari pekerjaan. Berdasarkan rekam jejak, hasil pekerjaan memang sudah baik karena pekerjaan dilaksanakan berdasarkan pengalaman para pekerja. Namun sering terjadi miskomunikasi ataupun tidak sesuai arahan PDAM yang menyebabkan pekerjaan kurang optimal. Apabila terdapat pelatihan ataupun pencerdasan berkala kepada pekerja, pekerjaan dapat optimal dan mengurangi risiko kesalahan pekerjaan perpipaan yang mengakibatkan. Hal ini berpengaruh pada kualitas air produksi.

2. Pendidikan pekerja kasar lapangan

Berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner dengan Kepala Sub Bagian Transmisi dan Distribusi, para pekerja yang mengerjakan pekerjaan perpipaan langsung di lapangan adalah pekerja pihak ketiga yang bekerjasama dengan pihak PDAM. Para pekerja tersebut rata-rata memiliki tingkat pendidikan tamat SD. Pihak PDAM hanya menyampaikan instruksi ke mandor atau penanggung jawab pekerja tentang pekerjaan, lalu dari mandor yang akan meneruskan ke para pekerja, maka ada

kemungkinan kesalahan penyampaian informasi disini. Walaupun tingkat pendidikan yang rendah namun risiko ini dapat tertutupi karena adanya pengalaman pekerja.

3. Evaluasi berkala pekerja kasar lapangan

Berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner dengan Kepala Sub Bagian Transmisi dan Distribusi, belum terdapat evaluasi rutin para pekerja kasar lapangan yang seharusnya dilakukan untuk mengetahui tingkat kinerja, kemampuan, dan wawasan dalam pekerjaan. Walaupun pada tingkat pekerja kasar evaluasi tetap dibutuhkan. Dengan adanya evaluasi berkala kinerja pekerja dapat dikontrol sehingga pekerjaan lebih optimal. Kinerja yang baik akan meminimalisir kesalahan pekerjaan yang akan mempengaruhi pada kualitas air.

4. Waktu Pekerjaan

Berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner dengan Kepala Sub Bagian Transmisi dan Distribusi pekerjaan perpipaan rehabilitasi ataupun perbaikan ada yang dilaksanakan saat ini hari yang mengakibatkan kelelahan dan akibatnya pekerjaan tidak optimal. Hal yang ditimbulkan dapat berupa pemasangan perpipaan yang kurang baik sehingga rawan akan kontaminasi.

5. Frekuensi monitoring pekerjaan oleh pihak PDAM langsung

Berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner dengan Kepala Sub Bagian Transmisi dan Distribusi, belum dilakukannya monitoring rutin setiap pekerjaan oleh pihak PDAM langsung, terkadang baru dilakukan pemeriksaan setelah ada laporan masalah di lapangan dari mandor atau penanggung jawab pekerja. Monitoring pekerjaan perlu dilakukan untuk mengontrol kondisi pekerjaan di lapangan dan menghindari kesalahan kerja.

6. Evaluasi karyawan PDAM bagian teknik

Berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner dengan Kepala Sub Bagian Transmisi dan Distribusi, untuk para karyawan PDAM bagian teknik saat ini baru hanya dilakukan pertemuan internal dengan intensitas 2 kali dalam sebulan yang dipimpin oleh kepala bagian

teknik, namun terkadang beberapa waktu tidak dilakukan karena belum dibutuhkan. Evaluasi karyawan perlu dilakukan berkala untuk mengukur kinerja, karena pada bagian teknik lah yang bisa mengontrol kualitas air.

7. Pelaksanaan workshop berkala karyawan PDAM bagian teknik

Berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner dengan Kepala Sub Bagian Transmisi dan Distribusi, belum terdapat pelaksanaan workshop secara berkala untuk karyawan PDAM bagian teknik, hanya secara eventual jika dirasa perlu. Bagian teknik merupakan bagian yang bertugas mengontrol kualitas air hingga ke pelanggan. Maka sari itu pelaksanaan pelatihan ataupun *workshop* diperlukan untuk melatih kematangan dan wawasan pekerja secara berkala sehingga kualitas air dapat dikendalikan dengan baik.

4.5.1.2 Aspek Aset Bangunan dan Teknologi (*Machine*)

1. Kelayakan kondisi bangunan penangkap mata air

Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Sub Bagian Perencanaan dan Pengembangan, bangunan penangkap mata air sudah sangat tua, yang tertua dari tahun 1921. Kondisi penangkap mata air tersebut juga terlihat kotor, terkadang terdapat kotoran yang jatuh ke air karena atap bangunan yang tidak pernah dibersihkan. Juga terdapat bangunan penangkap yang tidak terlindungi sehingga sampah dedaunan kering bisa masuk. Hal ini dapat berpengaruh pada kualitas air. Foto kondisi eksisting dapat dilihat pada Lampiran F.

2. Pemantauan berkala kondisi fisik bangunan penangkap mata air

Belum terdapat pemeriksaan kondisi kekuatan fisik secara berkala, terutama bangunan yang tua. Sesuai Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 27 Tahun 2016 evaluasi kondisi fisik bangunan harus dilakukan minimal 3-6 bulan sekali, dan usia pakai yang sudah mencapai 20 tahun harus dilakukan rehabilitasi untuk mencegah kerusakan bangunan. Hal ini diperlukan mengingat bangunan penangkap mata air di PDAM Salatiga banyak

yang sudah dibangun dari tahun 1990, 1973 bahkan yang tertua adalah tahun 1921 yaitu Mata Air Senjoyo 1. Bangunan yang tua dan banyak terdapat retakan akan mempengaruhi efektifitas kinerja bangunan penangkap mata air dan juga kualitas air yang disadap apabila ada kontaminasi atau kotoran yang masuk akibat runtuh-runtuhan.

3. Frekuensi pengurasan ground reservoir

Berdasarkan hasil wawancara sudah dilakukan pengurasan setiap tahun sekali. Namun berdasarkan pengamatan langsung ke lapangan kondisi ground reservoir sudah sangat banyak sekali endapan.

4. Kelayakan kondisi ground reservoir

Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Sub. Bagian Perencanaan dan Pengembangan, *ground reservoir* diindikasikan banyak sekali retakan dan tumbuh lumut yang menyebabkan kontaminasi yang berpengaruh pada kualitas air. Foto kondisi eksisting ground reservoir dapat dilihat pada Lampiran F.

5. Pemeriksaan berkala kondisi ground reservoir

Belum ada pemeriksaan berkala terhadap kondisi bangunan reservoir, karena kasus yang sering terjadi adalah keretakan atau terdapat akar tanaman yang menerobos masuk ke dalam ground reservoir, hal ini berpengaruh terhadap kualitas air yang akan didistribusikan dari reservoir.

6. Kelayakan kondisi perpipaan reservoir

Berdasarkan hasil pengamatan, perpipaan di dalam reservoir sudah banyak yang berkarat. Foto kondisi eksisting perpipaan reservoir dapat dilihat pada Lampiran F.

7. Kelayakan kondisi perpipaan transmisi

Banyak ditemukan kerak di pipa-pipa besi yang diindikasikan karena faktor kesadahan air yang tinggi dan umur pipa yang tua. Kondisi perpipaan seperti ini rentan akan kerusakan yang dapat menyebabkan kehilangan air. Foto kondisi eksisting perpipaan transmisi dapat dilihat pada Lampiran F.

8. Pemeriksaan berkala kondisi perpipaan

Belum terdapat pemeriksaan berkala kondisi perpipaan yang terindikasi rentan terjadi kerusakan. Pemeriksaan dilakukan apabila sudah terjadi keluhan pelanggan airnya mati ataupun kualitasnya buruk akibat kerusakan pipa. Hal ini berfungsi sebagai tindakan pencegahan agar tidak terjadi kerusakan lebih dulu. Pemantauan perpipaan transmisi dilakukan dengan menggunakan peta jaringan pipa dan perlengkapannya dilengkapi dengan jenis pipa, diameter pipa, dan umur pipa (waktu pemasangan pipa). Peta perpipaan transmisi harus disesuaikan dengan perubahan yang terjadi atau harus selalu diperbarui.

9. Pemeriksaan berkala medan penanaman pipa

Rentan terjadi kerusakan pipa di medan yang dilalui kendaraan berat seperti jalan provinsi atau sedang ada pembangunan karena pergeseran tanah. Pemeriksaan tidak perlu rutin, namun tetap harus dilakukan secara berkala sesuai Permen PU no 27 tahun 2016.

4.5.1.3 Aspek Bahan Baku (*Material*)

1. Kualitas air baku

Sumber air baku mata air berdasarkan hasil analisis sebagian besar memiliki pH lebih dr 8,5 dan ada titik yang memiliki total koliform tidak memenuhi baku mutu. Khusus untuk sumber air aku Sumur Sukowati memiliki total koliform sebesar 15/100 mL. Hal ini disebabkan oleh letak sumur yang dekat dengan pemukiman warga padat penduduk. Diindikasikan bahwa terdapat bakteri koliform yang berasal dari *septic tank* warga yang sampai ke sumur. Hal ini dapat terjadi karena Sumur Sukowati merupakan sumur dalam namun bukan merupakan sumur artesis, jadi tidak terdapat lapisan kedap atau *impermeable* sehingga masih dimungkinkan terjadi rembesan dari *septic tank* yang bocor menuju ke *aquifer*. Sedangkan untuk Mata Air Kaligojek dapat disebabkan oleh lingkungan mata air yang tidak steril karena masih adanya aktifitas warga di sekitar mata air.

4.5.1.4 Aspek Manajemen dan Peraturan (*Method*)

1. Parameter pengujian kualitas air
 - Parameter kualitas air minum yang diuji hanya total koliform, bau, rasa, suhu, kekeruhan, besi, klorida, mangan, nitrat, nitrit, dan pH namun tidak menguji parameter kesadahan, yang mana merupakan penyebab timbulnya kerak pada pipa, sulitnya timbulnya busa pada deterjen karena air PDAM digunakan hampir seluruh pelanggan untuk kebutuhan mencuci.
 - Tidak menguji parameter TDS, yang mana berpengaruh terhadap konsumen, karena berdasar hasil survey, 80% pelanggan menggunakan air PDAM untuk kebutuhan air minum dengan dimasak terlebih dahulu.
 - Tidak dilakukan pengujian sisa klor yang ada di outlet reservoir dan terdapat pula sistem yang parameter total koliform tidak memenuhi baku mutu.
2. Titik sampel pengujian kualitas air
 - Terdapat sumber air baku yang belum diuji secara berkala, seperti pada sistem 7, 8, 9 dan 10.
 - Tidak adanya pengujian kualitas pada bulan Januari 2019 pada titik yang sama dengan Oktober 2018, karena terdapat penggantian titik uji sampel, seharusnya tetap diuji terlebih dahulu karena ada kemungkinan perubahan kualitas akibat perubahan musim, karena pada bulan Januari sudah memasuki musim penghujan.
 - Belum menguji kualitas air di 12 sumber air baku dimana terdapat 21 sumber air baku keseluruhan.
3. Frekuensi pengujian kualitas air
 - Tidak adanya pengujian kualitas pada bulan April 2018, sesuai Permenkes 736 th 2010 harus dilakukan pengujian parameter fisik kimia dengan jangka waktu 3 bulan sekali.
Belum ada pengujian kualitas air setelah dilakukan perbaikan perpipaan transmisi.
4. Pendataan hasil pengujian kualitas air

- Data analisis kualitas air tidak diolah kembali menjadi lebih tertata secara time series, hanya diarsip, sehingga sulit untuk mengetahui track record kualitas tiap pengujian.
 - Pengujian sampel air yang dilakukan oleh Dinas Kesehatan Kota Salatiga, penamaan titik pengambilan sampelnya tidak sinkron dengan apa yang dimaksud oleh PDAM, hal ini akan menimbulkan kesalahan input data atau bias informasi.
5. Pelaksanaan SOP
- Pekerja pihak ketiga banyak yang tidak mengerti SOP resmi PDAM, hanya mengandalkan *briefing* dari mandor atau penanggung jawab pekerja yang sebelumnya sudah diarahkan oleh PDAM, rentan bias informasi disini, karena dari wawancara Kasubag Transmisi dan Distribusi sering kali pekerjaan tidak efektif atau ada kesalahan sehingga hasil perbaikan tidak optimal sebagaimana yang seharusnya.
6. Kontrolling SOP
- Belum terdapat sistem monitoring dan evaluasi berkala pelaksanaan SOP di semua unit penangkap air baku
 - Belum terdapat sistem monitoring dan evaluasi berkala pelaksanaan SOP di unit pompa
 - Evaluasi SOP harus berkala sesuai ISO 14001:2015
 - Belum terdapat sistem monitoring dan evaluasi berkala pelaksanaan SOP di sistem perpipaan transmisi, dari pengoperasian, pemantauan, ataupun perbaikan perpipaan.

4.5.1.5 Aspek Lingkungan Eksternal (*Environment*)

1. Kondisi lingkungan di sekitar mata air
 Perlu dilakukan sosialisasi kepada masyarakat di sekitar imbuhan mata air untuk tidak melakukan pencemaran lingkungan, seperti menimbun sampah basah, membuang limbah cair ke tanah yang dikhawatirkan dapat mempengaruhi mata air yang muncul.

4.5.2 Fishbone Kuantitas Air

4.5.2.1 Aspek Pekerja (Man)

1. Pelatihan pekerja kasar lapangan

Kondisi eksisting saat ini pihak PDAM Kota Salatiga hanya dilakukan briefing saat hari pekerjaan. Informasi ini berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner dengan Kepala Sub Bagian Transmisi dan Distribusi, belum terdapat pelatihan secara berkala kepada pekerja perbaikan dan rehabilitasi pipa transmisi. Berdasarkan rekam jejak, hasil pekerjaan memang sudah baik karena pekerjaan dilaksanakan berdasarkan pengalaman para pekerja. Namun sering terjadi miskomunikasi ataupun tidak sesuai arahan PDAM yang menyebabkan pekerjaan kurang optimal. Apabila terdapat pelatihan ataupun pencerdasan berkala kepada pekerja, pekerjaan dapat optimal dan mengurangi risiko kesalahan pekerjaan perpipaan yang mengakibatkan kebocoran. Hal ini berpengaruh pada kuantitas air produksi.

2. Pendidikan pekerja kasar lapangan

Kondisi eksisting saat ini para pekerja yang mengerjakan pekerjaan perpipaan langsung di lapangan adalah pekerja pihak ketiga yang bekerjasama dengan pihak PDAM. Para pekerja tersebut rata-rata memiliki tingkat pendidikan tamat SD. Pihak PDAM hanya menyampaikan instruksi ke mandor atau penanggung jawab pekerja tentang pekerjaan, lalu dari mandor yang akan meneruskan ke para pekerja, maka ada kemungkinan kesalahan penyampaian informasi disini. Walaupun tingkat pendidikan yang rendah namun risiko ini dapat tertutupi karena adanya pengalaman pekerja. Informasi ini berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner dengan Kepala Sub Bagian Transmisi dan Distribusi

3. Evaluasi berkala pekerja kasar lapangan

Berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner dengan Kepala Sub Bagian Transmisi dan Distribusi, belum terdapat evaluasi rutin para pekerja kasar lapangan yang seharusnya dilakukan untuk mengetahui tingkat kinerja, kemampuan, dan wawasan dalam pekerjaan. Walaupun pada tingkat pekerja kasar evaluasi tetap

dibutuhkan. Dengan adanya evaluasi berkala kinerja pekerja dapat dikontrol sehingga pekerjaan lebih optimal. Kinerja yang baik akan meminimalisir kesalahan pekerjaan misal kesalahan pemasangan perpipaan dan berakibat pada keocoran yang akan mempengaruhi pada kuantitas air.

4. Waktu Pekerjaan

Berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner dengan Kepala Sub Bagian Transmisi dan Distribusi pekerjaan perpipaan rehabilitasi ataupun perbaikan ada yang dilaksanakan saat ini yang mengakibatkan kelelahan dan akibatnya pekerjaan tidak optimal. Hal yang ditimbulkan dapat berupa pemasangan perpipaan yang kurang baik sehingga rawan akan kebocoran.

5. Frekuensi monitoring pekerjaan oleh pihak PDAM langsung

Berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner dengan Kepala Sub Bagian Transmisi dan Distribusi, belum dilakukannya monitoring rutin setiap pekerjaan oleh pihak PDAM langsung, terkadang baru dilakukan pemeriksaan setelah ada laporan masalah di lapangan dari mandor atau penanggung jawab pekerja. Monitoring pekerjaan perlu dilakukan untuk mengontrol kondisi pekerjaan di lapangan dan menghindari kesalahan kerja.

6. Evaluasi karyawan PDAM bagian teknik

Berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner dengan Kepala Sub Bagian Transmisi dan Distribusi, untuk para karyawan PDAM bagian teknik saat ini baru hanya dilakukan pertemuan internal dengan intensitas 2 kali dalam sebulan yang dipimpin oleh kepala bagian teknik, namun terkadang beberapa waktu tidak dilakukan karena belum dibutuhkan. Evaluasi karyawan perlu dilakukan berkala untuk mengukur kinerja, karena pada bagian teknik lah yang bisa mengontrol kuantitas air.

7. Pelaksanaan workshop berkala karyawan PDAM bagian teknik

Berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner dengan Kepala Sub Bagian Transmisi dan Distribusi, belum terdapat pelaksanaan workshop secara berkala

untuk karyawan PDAM bagian teknik, hanya secara eventual jika dirasa perlu. Bagian teknik merupakan bagian yang bertugas mengontrol kualitas dan kuantitas air hingga ke pelanggan. Maka sari itu pelaksanaan pelatihan ataupun *workshop* diperlukan untuk melatih kematangan dan wawasan pekerja secara berkala sehingga kuantitas air dapat dikendalikan dengan baik.

4.5.2.2 Aspek Aset Bangunan dan Teknologi (*Machine*)

1. Pemantauan berkala kondisi fisik bangunan penangkap mata air

Belum terdapat pemeriksaan kondisi kekuatan fisik secara berkala, terutama bangunan yang tua. Sesuai Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 27 Tahun 2016 evaluasi kondisi fisik bangunan harus dilakukan minimal 3-6 bulan sekali, dan usia pakai yang sudah mencapai 20 tahun harus dilakukan rehabilitasi untuk mencegah kerusakan bangunan. Hal ini diperlukan mengingat bangunan penangkap mata air di PDAM Salatiga banyak yang sudah dibangun dari tahun 1990, 1973 bahkan yang tertua adalah tahun 1921 yaitu Mata Air Senjoyo 1. Bangunan yang tua dan banyak terdapat retakan akan berakibat pada kebocoran yang akan berpengaruh pada kuantitas air. Foto kondisi eksisting bangunan penangkap mata air dapat dilihat pada Lampiran F.

2. Kelayakan kondisi ground reservoir

Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Sub. Bagian Perencanaan dan Pengembangan ground reservoir diindikasikan banyak sekali retakan yang menyebabkan kebocoran sehingga meningkatkan kehilangan air. Foto kondisi eksisting ground reservoir dapat dilihat pada Lampiran F.

3. Pemeriksaan berkala kondisi ground reservoir

Belum ada pemeriksaan berkala terhadap kondisi bangunan reservoir, karena kasus yang sering terjadi adalah kebocoran, keretakan, atau terdapat akar tanaman yang menerobos masuk ke dalam ground reservoir, hal ini berpengaruh terhadap kuantitas air yang akan didistribusikan dari reservoir.

4. Kelayakan kondisi perpipaan reservoir
Berdasarkan hasil pengamatan, perpipaan di dalam reservoir sudah banyak yang berkarat. Apabila dibiarkan pipa yang berkarat akan keropos dan mengakibatkan kebocoran. Foto kondisi eksisting perpipaan reservoir dapat dilihat pada Lampiran F.
5. Pemeriksaan rutin kondisi pompa
Pengecekan pompa hanya dilakukan apabila ada indikasi kerusakan, belum ada pemeliharaan secara rutin. Hal ini dapat menyebabkan proses transmisi sebagai bagian dari proses produksi air terganggu yang akan berakibat pada kurangnya kuantitas air yang sampai ke konsumen.
6. Kelayakan kondisi perpipaan transmisi.
Banyak ditemukan kerak di pipa-pipa besi yang diindikasikan karena faktor kesadahan air yang tinggi dan umur pipa yang tua. Kondisi perpipaan seperti ini rentan akan kerusakan yang dapat menyebabkan kehilangan air. Foto kondisi eksisting perpipaan transmisi dapat dilihat pada Lampiran F.
7. Pemeriksaan berkala kondisi perpipaan
Belum terdapat pemeriksaan berkala kondisi perpipaan yang terindikasi rentan terjadi kerusakan. Pemeriksaan dilakukan apabila sudah terjadi keluhan pelanggan airnya mati ataupun kualitasnya buruk akibat kerusakan pipa. Hal ini berfungsi sebagai tindakan pencegahan agar tidak terjadi kerusakan lebih dulu. Pemantauan perpipaan transmisi dilakukan dengan menggunakan peta jaringan pipa dan perlengkapannya dilengkapi dengan jenis pipa, diameter pipa, dan umur pipa (waktu pemasangan pipa). Peta perpipaan transmisi harus disesuaikan dengan perubahan yang terjadi atau harus selalu diperbarui.
8. Pemeriksaan berkala medan penanaman pipa
Rentan terjadi kerusakan pipa di medan yang dilalui kendaraan berat seperti jalan provinsi atau sedang ada pembangunan karena pergeseran tanah. Pemeriksaan tidak perlu rutin, namun tetap harus

dilakukan secara berkala sesuai Permen PU no 27 tahun 2016.

4.5.2.3 Aspek Bahan Baku (*Material*)

1. Kuantitas air baku

Berdasarkan kajian *Indonesia Urban Water Sanitation and Hygiene (IUWASH)* debit mata air akan berkurang tiap tahun dan diproyeksikan pada tahun 2030 kuantitasnya tidak mencukupi kebutuhan air masyarakat kota Salatiga apabila kondisinya sama seperti ini dan tidak ada perlakuan untuk mengurangi jumlah kehilangan air dan revitalisasi sumber air baku.

4.5.2.4 Aspek Manajemen dan Peraturan (*Method*)

1. Pelaksanaan SOP

- Pekerja pihak ketiga banyak yang tidak mengerti SOP resmi PDAM, hanya mengandalkan *briefing* dari mandor atau penanggung jawab pekerja yang sebelumnya sudah diarahkan oleh PDAM, rentan kesalahan penyampaian informasi disini, karena dari wawancara Kasubag Transmisi dan Distribusi sering kali pekerjaan tidak efektif atau ada kesalahan sehingga hasil perbaikan tidak optimal sebagaimana yang seharusnya.

2. Kontrolling SOP

- Belum terdapat sistem monitoring dan evaluasi berkala pelaksanaan SOP di semua unit penangkap air baku
- Belum terdapat sistem monitoring dan evaluasi berkala pelaksanaan SOP di unit pompa
- Evaluasi SOP harus berkala sesuai ISO 14001:2015
- Belum terdapat sistem monitoring dan evaluasi berkala pelaksanaan SOP di sistem perpipaan transmisi, dari pengoperasian, pemantauan, ataupun perbaikan.

4.5.2.5 Aspek Lingkungan Eksternal (*Environment*)

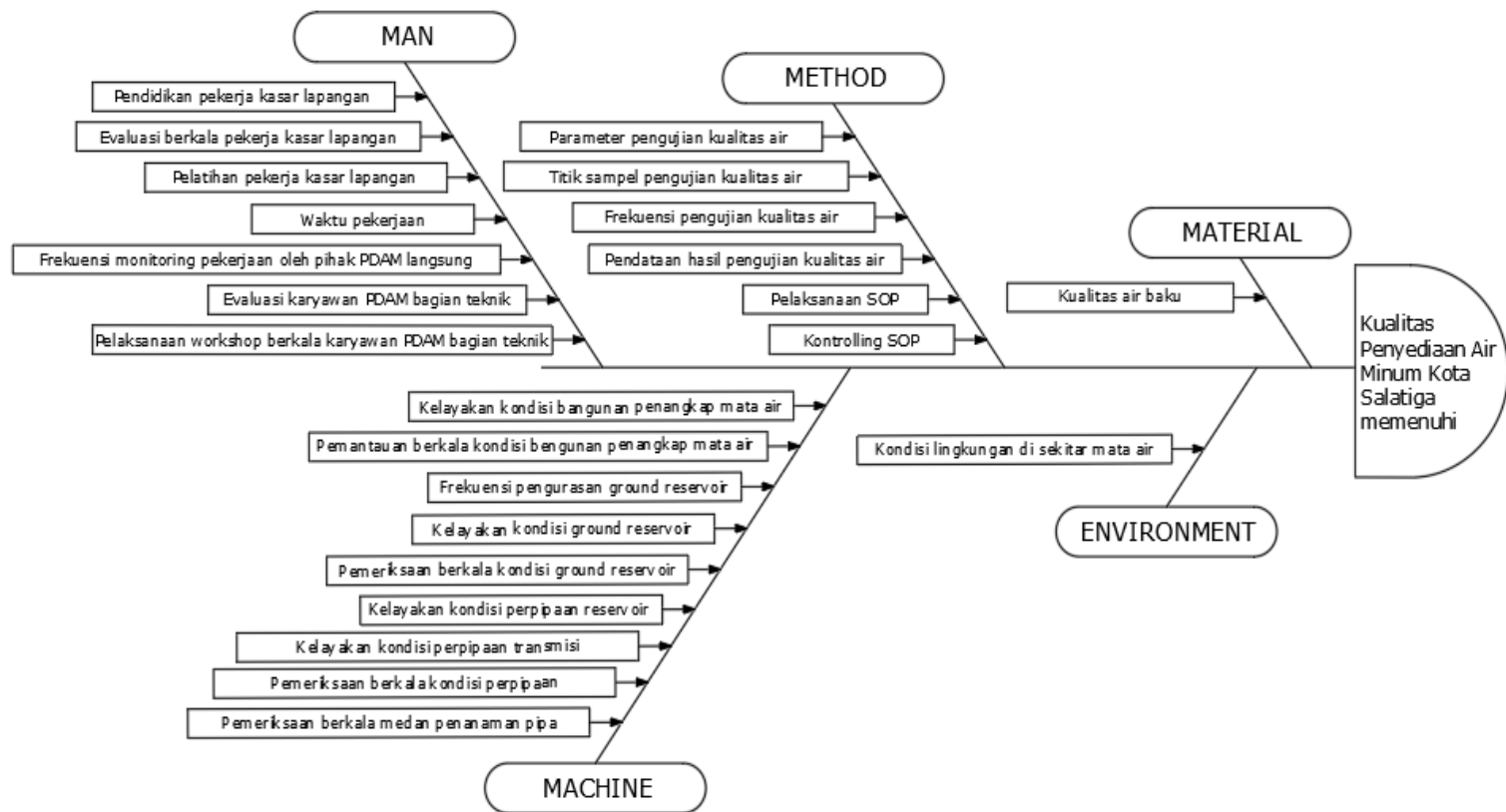
1. Illegal Tapping

Terdapat illegal tapping oleh masyarakat, lebih marak terjadi saat musim kemarau. Dari pihak PDAM Kota Salatiga sendiri belum memiliki data terkait illegal tapping yang terjadi. Namun hal ini terdeteksi dari pengurangan debit yang terdeteksi.

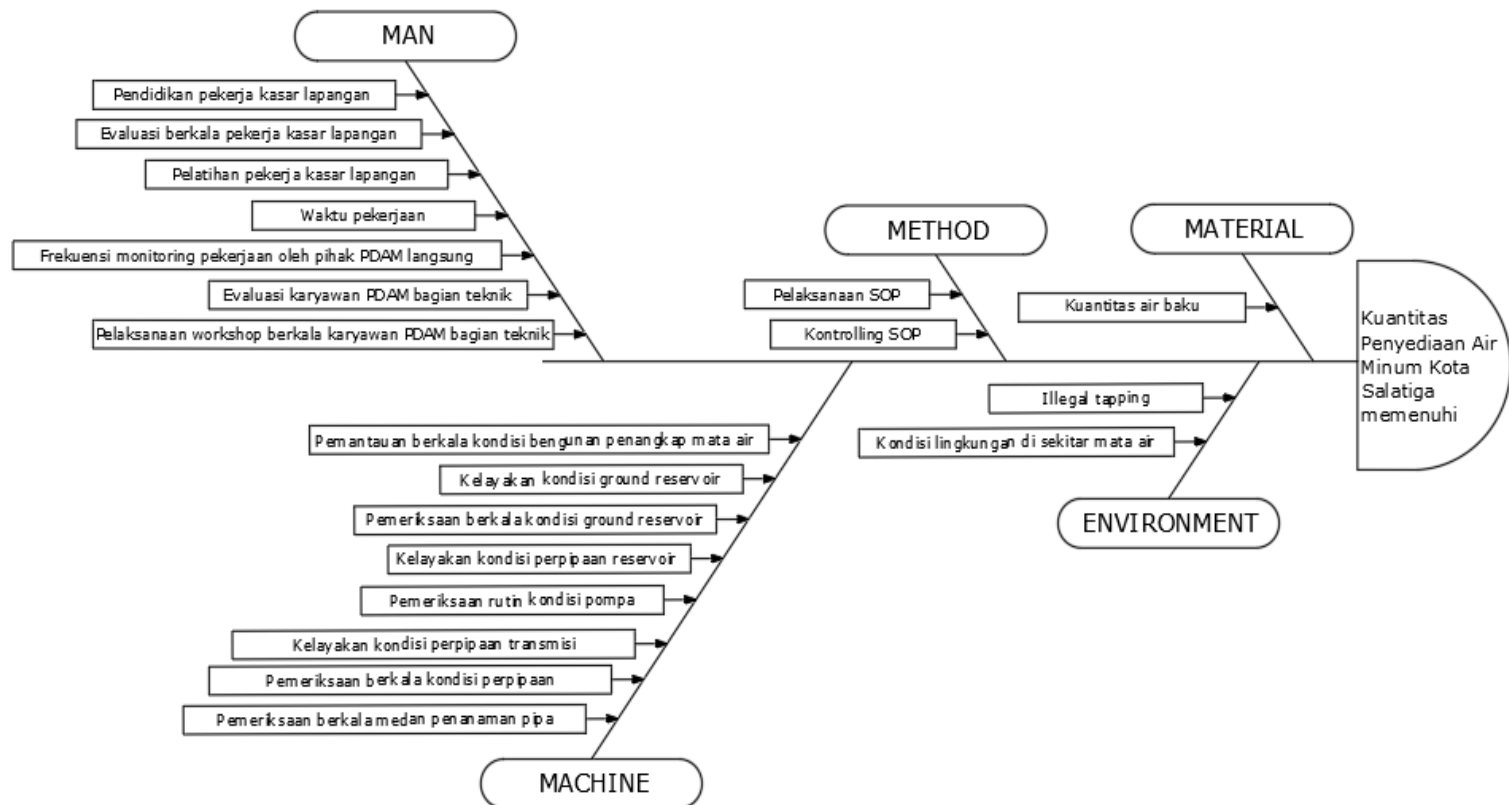
2. Kondisi lingkungan di sekitar mata air

Perlu dilakukan sosialisasi kepada masyarakat di sekitar imbuhan mata air untuk tidak melakukan pencemaran lingkungan, seperti menimbun sampah basah, membuang limbah cair ke tanah yang dikhawatirkan dapat mempengaruhi mata air yang muncul

Dari risiko-risiko potensial tersebut kemudian masing-masing diolah pada diagram *fishbone*. Contoh diagram *fishbone* untuk segi kualitas dan kuantitas disajikan pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4. Untuk diagram *fishbone* secara lengkap 10 sistem PDAM Kota Salatiga dapat dilihat pada Lampiran E.



Gambar 4. 3 Diagram Fishbone Risiko Potensial Kualitas Air PDAM Kota Salatiga



Gambar 4. 4 Diagram Fishbone Risiko Potensial Kuantitas Air PDAM Kota Salatiga

4.6 Penentuan Titik Kendali Kritis

Penentuan *Critical Control Point (CCP)* atau Titik Kendali Kritis dalam penelitian ini menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Metode ini dapat digunakan untuk memberikan penilaian dengan skala tertentu dari risiko-risiko yang telah teridentifikasi sebelumnya pada tahap analisis risiko potensial dengan diagram *fishbone*. Penerapan metode FMEA untuk menentukan CCP adalah sebagai berikut:

4.6.1 Penentuan Bobot Kepentingan Risiko

Dalam analisis FMEA terlebih dahulu dilakukan penentuan bobot kepentingan risiko. Bobot disini berupa nilai yang diberikan kepada risiko yang terjadi yang nantinya akan berfungsi dalam pengambilan tindakan prioritas dalam perbaikan atau pencegahan. Pemberian bobot berdasarkan hasil diskusi dan pembobotan besaran dampak yang akan dihasilkan dari risiko tersebut bersama pihak PDAM Kota Salatiga yang sudah sangat mengerti kondisi lapangan. Bobot ini digunakan untuk risiko-risiko yang sama di seluruh 10 sistem PDAM Kota Salatiga. Bobot ini penting pada tahap penentuan *Risk Priority Number (RPN)* untuk menentukan prioritas tindakan perbaikan atau pencegahan jika ditemui nilai yang sama antara dua risiko potensial atau lebih. Penentuan bobot risiko disajikan pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9 sebagai berikut:

Tabel 4. 8 Pembobotan Faktor Risiko

Faktor	Bobot
<i>Man</i>	0,15
<i>Machine</i>	0,3
<i>Material</i>	0,25
<i>Methods</i>	0,2
<i>Environment</i>	0,1

Tabel 4. 9 Pembobotan Risiko Potensial

<i>Man</i>	Bobot
Pelatihan pekerja kasar lapangan	0,3
Pendidikan pekerja kasar lapangan	0,05
Evaluasi berkala pekerja kasar lapangan	0,15
Waktu Pekerjaan	0,02

Frekuensi monitoring pekerjaan oleh pihak PDAM langsung	0,1
Evaluasi karyawan PDAM bagian teknik	0,2
Pelaksanaan workshop berkala karyawan PDAM bagian teknik	0,18
	1
Machine	Bobot
Kelayakan kondisi bangunan penangkap mata air	0,03
Pemantauan berkala kondisi fisik bangunan penangkap mata air	0,02
Frekuensi pengurasan ground reservoir	0,11
Kelayakan kondisi ground reservoir	0,18
Pemeriksaan berkala kondisi ground reservoir	0,12
Kelayakan kondisi perpipaan reservoir	0,08
Pemeriksaan rutin kondisi pompa	0,05
Kelayakan kondisi perpipaan transmisi	0,22
Pemeriksaan berkala kondisi perpipaan	0,15
Pemeriksaan berkala medan penanaman pipa	0,04
	1
Material	Bobot
Kualitas air baku	0,55
Kuantitas air baku	0,45
	1
Method	Bobot
Parameter pengujian kualitas air	0,27
Titik sampel pengujian kualitas air	0,2
Frekuensi pengujian kualitas air	0,3
Pendataan hasil pengujian kualitas air	0,05
Pelaksanaan SOP	0,1
Kontrolling SOP	0,08
	1
Environment	Bobot
Illegal tapping	0,3
Kondisi lingkungan di sekitar mata air	0,7
	1

4.6.2 Penentuan Nilai *Severity*

Severity adalah penilaian terhadap dampak dan gangguan yang ditimbulkan dari potensi risiko bila terjadi pada proses produksi, kemudian disesuaikan dengan definisi *severity* untuk setiap jenis risiko. Dalam penilaian *severity* sebelumnya dibuat skala kondisi lingkungan dari nilai 5 sangat baik hingga nilai 1 sangat buruk. Penentuan nilai setiap risiko dilakukan melalui wawancara, kuesioner dan pengamatan langsung. Kriteria skala kondisi lingkungan disesuaikan untuk setiap jenis risiko. Garis besar skala kondisi lingkungan disajikan pada Tabel 4.10 sebagai berikut:

Tabel 4. 10 Skala Kondisi Lingkungan

Skala Kondisi Lingkungan				
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 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 malampaui standar baku mutu

Setelah terdapat nilai skala kondisi lingkungan, selanjutnya adalah melakukan perhitungan rentang nilai *severity* dengan contoh sebagai berikut:

- Nilai ideal kondisi lingkungan = 5
- Nilai eksisting kondisi lingkungan = 2

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

Apabila telah didapatkan range nilai maka dapat ditentukan *rating* terhadap *severity* dari masing-masing risiko dengan menyesuaikan dengan tabel *severity* yang dibuat. Pembuatan tabel *severity* ini disesuaikan dengan Tabel 2.2 pada tinjauan pustaka, dimana pembagian *rating* dibagi hanya menjadi 5, ini dikarenakan adanya proses penyesuaian dengan kondisi penilaian risiko di institusi PDAM yang risikonya tidak terlalu kompleks, namun tidak merubah konsep penilaian *severity* itu sendiri. Nilai *Severity* yang nantinya diperoleh akan digunakan untuk seluruh 10 sistem apabila memiliki risiko-risiko yang sama. Hal ini dikarenakan aspek-aspek yang mempengaruhi kualitas dan kuantitas tiap sistem tidak berbeda. Acuan penentuan nilai *severity* disajikan pada Tabel 4.11 sebagai berikut:

Tabel 4. 11 Nilai Severity

Range Nilai	Severity of effect for FMEA	Rating
≤20%	Risiko tidak memiliki pengaruh	1
21-40%	Risiko berpengaruh pada hasil produksi namun masih memenuhi baku mutu dan tetap aman bagi konsumen	2
41-60%	Risiko berpengaruh pada hasil produksi, ada beberapa parameter yang tidak memenuhi baku mutu, berpotensi mempengaruhi kesehatan konsumen atau jumlah kebutuhan air sehari-hari	3
61-80%	Risiko berpengaruh pada hasil produksi, tidak memenuhi baku mutu, berbahaya bagi kesehatan, mempengaruhi jumlah kebutuhan air sehari-hari ,namun konsumen tidak merasakan	4
≥81%	Risiko menyebabkan hasil produksi berbahaya bagi kesehatan, mempengaruhi jumlah kebutuhan sehari-hari secara signifikan dan menimbulkan keluhan konsumen yang besar	5

4.6.2.1 Penentuan Nilai Kondisi Lingkungan Aspek Pekerja (Man)

1. Pelatihan Pekerja Kasar Lapangan

Nilai kondisi lingkungan untuk risiko pelatihan pekerja kasar lapangan berada pada skala buruk dengan nilai 2. Dari hasil wawancara dan kuesioner kepada Kepala Sub. Bagian Transmisi dan Distribusi PDAM Kota Salatiga diketahui bahwa PDAM Kota Salatiga belum pernah melaksanakan pelatihan guna memperbaiki ataupun meningkatkan kemampuan kerja dari para pekerja kasar di lapangan, namun hanya dilakukan pengarahannya sehari-hari dari pihak PDAM. Kondisi ini dapat berpotensi menimbulkan kesalahan saat pekerjaan perpipaan di lapangan yang secara otomatis akan berpengaruh pada kualitas dan kuantitas air produksi PDAM Kota Salatiga apabila terdapat pipa yang bocor ataupun terkontaminasi akibat kesalahan pekerjaan. Nilai kondisi lingkungan Pelatihan pekerja kasar lapangan disajikan pada Tabel 4.12 sebagai berikut:

Tabel 4. 12 Nilai Kondisi Lingkungan Pelatihan Pekerja Kasar Lapangan

Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Terdapat pelatihan berkala dan terjadwal	Terdapat pelatihan namun tidak berkala	Pernah dilakukan pelatihan	Tidak ada pelatihan, hanya dalam bentuk briefing sehari-hari	Tidak terdapat pelatihan sama sekali dan tidak terdapat briefing

2. Pendidikan Pekerja Kasar Lapangan

Nilai kondisi lingkungan untuk risiko pendidikan pekerja kasar lapangan berada pada skala baik dengan nilai 4. Dari hasil wawancara dengan Kepala Sub. Bagian Transmisi dan Distribusi PDAM Kota Salatiga rata-rata pendidikan para pekerja kasar lapangan cukup rendah yaitu tamat SD. Namun dari latar belakang pendidikan tersebut rekam jejak hasil pekerjaan cukup baik karena para pekerja sudah sangat berpengalaman dan mengerti akan sistem perpipaan. Nilai kondisi lingkungan risiko pendidikan pekerja kasar lapangan disajikan pada tabel 4.13 sebagai berikut:

Tabel 4. 13 Nilai Kondisi Lingkungan Pendidikan Pekerja Kasar Lapangan

Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Sesuai kriteria PDAM, ahli dalam sistem perpipaan dan sangat berpengalaman	Berpengalaman dan mengerti tentang sistem perpipaan	Berpengalaman dan cukup mengerti tentang sistem perpipaan	Kurang berpengalaman dan kurang mengerti tentang sistem perpipaan	Pekerja baru yang tidak mengerti sama sekali sistem perpipaan

3. Evaluasi Berkala Pekerja Kasar Lapangan

Nilai kondisi lingkungan untuk risiko untuk evaluasi berkala pekerja kasar lapangan berada pada skala buruk dengan nilai 2. Dari hasil wawancara dengan Kepala Sub. Bagian Transmisi dan Distribusi PDAM Kota Salatiga belum ada evaluasi secara berkala terhadap kinerja para pekerja kasar, namun hanya dalam bentuk teguran apabila telah terjadi kesalahan dalam pekerjaan. Kondisi ini dapat berpotensi menyebabkan hasil pekerjaan yang tidak optimal dan akan sering terjadi kesalahan yang berulang seperti kebocoran akibat kesalahan pemasangan yang secara otomatis akan mempengaruhi kualitas air yang mana akan terjadi kontaminasi dan kuantitas air dari kebocoran misal pada pipa transmisi. Nilai kondisi lingkungan risiko untuk evaluasi berkala pekerja kasar lapangan disajikan pada Tabel 4.14:

Tabel 4. 14 Nilai Kondisi Lingkungan Evaluasi Berkala Pekerja Kasar Lapangan

Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Terdapat evaluasi berkala dan selalu dijalankan	Terdapat evaluasi namun tidak berkala	Terdapat evaluasi hanya dilakukan apabila terdapat kesalahan yang fatal	Tidak terdapat evaluasi berkala, hanya teguran apabila terdapat kesalahan	Tidak pernah dilakukan evaluasi sama sekali dan tidak terdapat teguran apabila terdapat kesalahan

4. Waktu Pekerjaan

Nilai kondisi lingkungan untuk risiko waktu pekerjaan berada pada skala baik dengan nilai 4. Dari hasil wawancara dengan Kepala Sub. Bagian Transmisi dan Distribusi PDAM Kota Salatiga waktu kerja para pekerja telah sesuai dengan yang ditetapkan oleh PDAM, hanya ada penambahan waktu kerja apabila ada pekerjaan penting yang hanya bisa dilakukan waktu dini hari saat pemakaian minimum. Dari waktu kerja yang sudah efektif hasil pekerjaan juga akan baik dan akan meminimalkan kesalahan pekerjaan perpipaan yang berakibat pada kebocoran ataupun kontaminasi. Nilai kondisi lingkungan risiko waktu pekerjaan disajikan pada Tabel 4.15 sebagai berikut:

Tabel 4. 15 Nilai Kondisi Lingkungan Waktu Pekerjaan

Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Waktu sesuai kebutuhan PDAM, selalu sesuai porsi pekerja dan pekerjaan sangat efektif	Waktu sesuai kebutuhan PDAM, sesuai porsi pekerja, pekerjaan cukup efektif	Waktu sesuai kebutuhan PDAM namun terkadang melebihi porsi pekerja	Waktu sering diluar jam kerja. Tidak sesuai porsi pekerja dan menimbulkan kelelahan	Waktu selalu diluar jam kerja, intensitas tinggi, dan menimbulkan kelelahan yang berat

5. Frekuensi Monitoring oleh Pihak PDAM Langsung

Nilai kondisi lingkungan untuk risiko frekuensi monitoring oleh pihak PDAM langsung berada pada skala baik dengan nilai 4. Dari hasil wawancara dengan Kepala Sub. Bagian Transmisi dan Distribusi PDAM Kota Salatiga, monitoring langsung dilakukan pada pekerjaan perpipaan yang vital. Kebanyakan pekerjaan dipercayakan pada penanggung jawab atau mandor pekerja. Namun biasanya tetap dilakukan monitoring secara tidak langsung melalui alat komunikasi. Monitoring yang baik akan meminimalkan kesalahan pekerjaan seperti kesalahan pemasangan pipa yang mengakibatkan kebocoran dan kontaminasi. Hal ini akan berpengaruh pada kuantitas dan kualitas air yang diproduksi. Nilai kondisi lingkungan risiko frekuensi monitoring oleh pihak PDAM langsung disajikan pada Tabel 4.16 sebagai berikut:

Tabel 4. 16 Nilai Kondisi Lingkungan Frekuensi Monitoring oleh Pihak PDAM Langsung

Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Selalu dilakukan monitoring setiap pekerjaan	Dilakukan monitoring untuk pekerjaan yang penting	Dilakukan monitoring namun tidak langsung ke lapangan	Tidak terdapat monitoring, hanya laporan hasil pekerjaan	Tidak terdapat monitoring sama sekali

6. Evaluasi Karyawan PDAM Bagian Teknik

Nilai kondisi lingkungan untuk risiko evaluasi karyawan PDAM bagian teknik berada pada skala baik dengan nilai 4. Dari hasil wawancara dengan Kepala Bagian Teknik PDAM Kota Salatiga, terdapat evaluasi karyawan PDAM bagian teknik namun belum dilakukan secara berkala. Sesuai ISO 14001 evaluasi pekerja harus dilakukan secara berkala yang jangka waktunya ditentukan oleh pihak perusahaan sendiri sesuai kebutuhan. Evaluasi yang baik dapat memperbaiki performa kinerja dan secara otomatis pekerjaan-pekerjaan di bawahnya pun akan baik. Hal ini berpengaruh pada kualitas dan kuantitas air yang

dimonitoring oleh bagian teknik. Nilai kondisi lingkungan risiko evaluasi karyawan PDAM bagian teknik disajikan pada Tabel 4.17 sebagai berikut:

Tabel 4. 17 Nilai Kondisi Lingkungan Evaluasi Karyawan PDAM Bagian Teknik

Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Terdapat evaluasi berkala dan selalu dijalankan	Terdapat evaluasi namun tidak berkala	Terdapat evaluasi hanya dilakukan apabila terdapat kesalahan yang fatal	Tidak terdapat evaluasi berkala, hanya teguran apabila terdapat kesalahan	Tidak pernah dilakukan evaluasi sama sekali dan tidak terdapat teguran apabila terdapat kesalahan

7. Pelaksanaan *Workshop* Berkala Karyawan PDAM Bagian Teknik

Nilai kondisi lingkungan untuk risiko pelaksanaan *workshop* berkala karyawan PDAM bagian teknik berada pada skala baik dengan nilai 4, Dari hasil wawancara dengan Kepala Bagian Teknik PDAM Kota Salatiga pelaksanaan *workshop* ataupun pelatihan berkala karyawan PDAM bagian teknik sudah dilakukan secara berkala untuk posisi yang vital. Pelaksanaan *workshop* pelatihan akan meningkatkan kemampuan kinerja termasuk mengendalikan kualitas dan kuantitas air produksi. Nilai kondisi lingkungan risiko pelaksanaan *workshop* berkala karyawan PDAM bagian teknik disajikan pada Tabel 4.18:

Tabel 4. 18 Nilai Kondisi Lingkungan Pelaksanaan Workshop Berkala Karyawan PDAM Bagian Teknik

Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Pemfasilitasan workshop ataupun pelatihan kepada karyawan secara berkala dan materi yang selalu baru	Terdapat workshop ataupun pelatihan berkala namun hanya untuk karyawan di bagian yang dirasa penting	Terdapat workshop ataupun pelatihan jika hanya dirasa dibutuhkan	Tidak terdapat workshop atau pelatihan kecuali jika telah diperintahkan	Tidak pernah ada workshop sama sekali

4.6.2.2 Penentuan Nilai Kondisi Lingkungan Aspek Aset Bangunan dan Teknologi (*Machine*)

1. Kelayakan Kodisi Bangunan Penangkap Mata Air

Nilai kondisi lingkungan untuk risiko kelayakan kondisi bangunan penangkap mata air berada pada skala buruk dengan nilai 2. Dari hasil pengamatan langsung terdapat bangunan mata air yang sudah sangat tua dan terlihat sangat kotor, sehingga kotoran sering jatuh ke atas permukaan air. Terdapat pula bangunan yang tidak terlindungi sehingga sampah-sampah seperti daun kering bisa masuk. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 27 Tahun 2016 kondisi bangunan penangkap mata air harus selalu terlindungi dan dijaga kebersihannya. Bangunan yang tidak terawat dapat menyebabkan banyak kotoran yang masuk sehingga kualitas air menurun. Nilai kondisi lingkungan risiko kelayakan kondisi bangunan penangkap mata air disajikan pada Tabel 4.19:

Tabel 4. 19 Nilai Kondisi Lingkungan Kelayakan Kodisi Bangunan Penangkap Mata Air

Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Sangat baik dan terawat	Baik dan terawat	Cukup baik namun berpotensi terdapat kontaminasi	Tidak baik, banyak terjadi kontaminasi, namun bisa dilakukan perawatan	Tidak layak, harus dilakukan rehabilitasi

2. Pemantauan Berkala Kondisi Fisik Bangunan Penangkap Mata Air

Nilai kondisi lingkungan untuk risiko pemantauan berkala kondisi fisik bangunan penangkap mata air berada pada skala sedang dengan nilai 3. Dari hasil wawancara dengan Kepala Sub Bagian Perencanaan dan Pengembangan serta pengamatan langsung, pemantauan dilakukan jika hanya dibutuhkan. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 27 Tahun 2016 bangunan penangkap mata air harus dilakukan pemantauan dan evaluasi setidaknya 3 hingga 6 bulan sekali. Pemantauan berkala dapat meminimalisir kerusakan bangunan yang dapat menyebabkan kontaminasi ataupun penurunan efektifitas penyadapan air. Nilai kondisi lingkungan untuk risiko pemantauan berkala kondisi fisik bangunan penangkap mata air disajikan pada tebl 4.20 sebagai berikut:

Tabel 4. 20 Nilai Kondisi Lingkungan Pemantauan Berkala Kondisi Fisik Bangunan Penangkap Mata Air

Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Selalu dilakukan pemantauan berkala minimal 3 bulan sekali	Terdapat pemantauan minimal 6 bulan sekali	Terdapat pemantauan namun tidak berkala, jika dirasa dibutuhkan	Baru dilakukan pemantauan jika sudah terjadi kesalahan	Tidak terdapat pemantauan sama sekali

3. Frekuensi Pengurasan *Ground Reservoir*

Nilai kondisi lingkungan untuk risiko frekuensi pengurasan *ground reservoir* berada pada skala baik dengan nilai 2. Dari hasil wawancara dengan Kepala Sub Bagian Perencanaan dan Pengembangan PDAM Kota Salatiga, *ground reservoir* dikuras setiap 12 bulan sekali, dimana hal ini sudah sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 27 Tahun 2016 yang mengharuskan pengurasan *reservoir* dilakukan minimal 8 hingga 12 bulan sekali untuk mencegah banyaknya endapan dan kotoran yang akan berpengaruh pada hasil produksi. Nilai kondisi lingkungan risiko frekuensi pengurasan *ground reservoir* disajikan pada tabel 4.21 sebagai berikut:

Tabel 4. 21 Nilai Kondisi Lingkungan Frekuensi Pengurasan *Ground Reservoir*

Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Pengurasan 8 bulan sekali	Pengurasan 12 bulan sekali	Pengurasan jika hanya sudah terlihat banyak endapan	Tidak ada pengurasan hingga ada keluhan pelanggan	Tidak pernah dikuras lebih dari 5 tahun

4. Kelayakan Kondisi *Ground Reservoir*

Nilai kondisi lingkungan untuk risiko kelayakan kondisi *ground reservoir* berada pada skala buruk dengan nilai 2. Dari hasil pengamatan langsung kondisi *ground reservoir* terdapat lumut dan retakan di dinding. Selain itu saat dilakukan pengamatan banyak sekali endapan di dasar *ground reservoir*. Diindikasikan pula banyak sekali kebocoran yang tidak terdeteksi. Hal ini ikut menyebabkan tingkat kehilangan air PDAM Kota Salatiga yang masih cukup tinggi di angka 23%. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 27 Tahun 2016 *reservoir* harus selalu bersih dari lumut dan retakan pada dinding untuk menghindari kebocoran dan kontaminasi benda asing dari luar *reservoir*. Nilai kondisi lingkungan risiko kelayakan kondisi *ground reservoir* disajikan pada Tabel 4.22 sebagai berikut:

Tabel 4. 22 Nilai Kondisi Lingkungan Kelayakan Kondisi *Ground Reservoir*

Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Kondisi sangat baik, kualitas air memenuhi baku mutu	Kondisi baik, tidak terdapat retakan dan lumut	Kondisi baik, namun ada sedikit lumut, retakan dan kebocoran	Terdapat lumut, retakan dan kebocoran yang tidak terdeteksi	Terdapat banyak lumut, retakan serta kebocoran yang signifikan

5. Pemeriksaan Berkala Kondisi *Ground Reservoir*

Nilai kondisi lingkungan untuk risiko pemeriksaan berkala kondisi *ground reservoir* berada pada skala baik dengan nilai 4. Dari hasil wawancara dengan Kepala Bagian Perencanaan dan Pengembangan pemeriksaan berkala kondisi *ground reservoir* dilakukan satu bulan sekali untuk memeriksa kualitas air namun belum pada kondisi fisik secara keseluruhan. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 27 Tahun 2016 pemeriksaan *reservoir* harus dilakukan secara berkala maksimal 1 bulan sekali,

agar kondisi dan kualitas air di dalamnya dapat dikontrol. Nilai kondisi lingkungan risiko pemeriksaan berkala kondisi *ground reservoir* disajikan pada Tabel 4.23 sebagai berikut:

Tabel 4. 23 Nilai Kondisi Lingkungan Pemeriksaan Berkala Kondisi *Ground Reservoir*

Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Selalu dilakukan pemantauan berkala minimal 1 minggu sekali	Terdapat pemantauan minimal 1 bulan sekali	Terdapat pemantauan minimal 3 bulan sekali	Terdapat pemantauan namun tidak berkala, jika dirasa dibutuhkan	Tidak terdapat pemantauan sama sekali hingga terjadi kesalahan

6. Kondisi Perpipaan *Reservoir*

Nilai kondisi lingkungan untuk risiko kondisi perpipaan *reservoir* berada pada skala sedang dengan nilai 3. Berdasarkan pengamatan langsung kondisi perpipaan *reservoir* masih layak fungsi namun terdapat banyak karat yang akan berpotensi menimbulkan kekeroposan pada pipa sehingga air berpotensi akan terkontaminasi. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 27 Tahun 2016 semua perpipaan harus bebas dari korosi dengan melakukan perawatan pipa dan pemeriksaan teratur terhadap kualitas air yang diindikasikan memiliki kandungan yang menyebabkan korosi pada pipa. Sebagai contoh kandungan besi di dalam air untuk korosi di permukaan dalam pipa dan kelembaban udara yang menyebabkan korosi di permukaan luar pipa. Nilai kondisi lingkungan risiko kondisi perpipaan *reservoir* disajikan pada Tabel 4.24 sebagai berikut:

Tabel 4. 24 Nilai Kondisi Lingkungan Kondisi Perpipaan *Reservoir*

Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Kondisi sangat baik, kualitas air selalu memenuhi baku mutu	Kondisi baik, tidak ada korosi, tidak mempengaruhi kualitas air	Kondisi baik, namun ada sedikit korosi, berpotensi mempengaruhi kualitas air	Terdapat korosi, kualitas air terpegaruhdan indikasi kebocoran yang tidak terdeteksi	Terdapat banyak korosi, kualitas air menurun serta kebocoran yang signifikan

7. Pemeriksaan Rutin Kondisi Pompa

Nilai kondisi lingkungan untuk risiko pemeriksaan rutin kondisi pompa berada pada skala sedang dengan nilai 3. Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Sub. Bagian Perencanaan dan Pengembangan belum ada perawatan dan pemeriksaan rutin pompa, namun akan baru dilaksanakan perawatan apabila terdapat indikasi kerusakan, yang dideteksi dari debit pompa yang menurun suara bising yang tidak semestinya pada pompa. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 27 Tahun 2016 unit pompa harus dilaksanakan perawatan rutin dalam jangka waktu harian, mingguan, ataupun paling lama bulanan. Pemeliharaan rutin ini dapat membuat usia pompa lebih tahan lama dan mempertahankan efektifitas kerja pompa, sehingga debit air yang diteruskan ke jaringan distribusi juga sesuai kebutuhan konsumen. Nilai kondisi lingkungan risiko pemeriksaan rutin kondisi pompa disajikan pada Tabel 4.25 sebagai berikut:

Tabel 4. 25 Nilai Kondisi Lingkungan Pemeriksaan Rutin Kondisi Pompa
Skala Kondisi Lingkungan

5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Setiap hari sekali	Setiap minggu sekali	Hanya jika ada indikasi kerusakan	Hanya jika sudah terjadi kerusakan	Tidak terdapat pemeriksaan

7. Kelayakan Kondisi Perpipaan Transmisi

Nilai kondisi lingkungan untuk risiko kelayakan kondisi perpipaan transmisi berada pada skala sedang dengan nilai 3. Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Sub Bagian Transmisi dan Distribusi kondisi perpipaan PDAM Kota Salatiga terdapat kerak yang akan berpotensi menimbulkan kerusakan pipa dan penurunan debit produksi. Pipa yang terbentuk kerak akan menyebabkan luas permukaan dalam pipa mengecil sedangkan tekanan yang dialirkan tetap sama. Hal ini akan berpotensi membuat pipa pecah dan mengakibatkan kehilangan air.

Pembentukan kerak berhubungan dengan nilai kesadahan yang sudah dianalisis sebelumnya. Nilai kesadahan air PDAM Kota Salatiga memiliki angka di bawah baku mutu, namun relatif tinggi pada angka 200-300 mg/L. Nilai kesadahan ini apabila terakumulasi akan tetap menyebabkan kerak pada pipa. Potensi timbulnya kerak akan meningkat apabila tidak terdapat pemeliharaan kondisi pipa secara berkala. Nilai kondisi lingkungan kelayakan kondisi perpipaan transmisi dan disajikan pada Tabel 4.26 sebagai berikut:

Tabel 4. 26 Nilai Kondisi Lingkungan Kelayakan Kondisi Perpipaan Transmisi

Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Tidak terdapat kerak, dan kualitas air selalu memenuhi baku mutu	Tidak terdapat kerak, namun berpotensi mempengaruhi kualitas	Terdapat sedikit kerak, berpotensi menimbulkan kerusakan pipa, masih memenuhi baku mutu tetapi berpotensi kualitas menurun	Terdapat kerak, ada parameter yang tidak memenuhi baku mutu	Terdapat kerak yang tebal, kualitas air menurun tidak memenuhi baku mutu

8. Pemeriksaan Berkala Kondisi Perpipaan

Nilai kondisi lingkungan untuk risiko pemeriksaan berkala kondisi perpipaan tiap sistem berada pada skala buruk dengan nilai 2. Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Sub. Bagian Transmisi dan Distribusi PDAM Kota Salatiga pemeriksaan berkala kondisi perpipaan dilakukan hanya jika terjadi indikasi kerusakan. Diketahuinya adanya kerusakan bersumber dari keluhan pelanggan akan air yang mati ataupun kecilnya debit yang keluar. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 27 Tahun 2016 pemeliharaan perpipaan harus dilakukan berkala pada perpipaan transmisi. Pemeliharaan rutin yang dimaksud disini memiliki jangka waktu yang lebih cepat daripada pemeliharaan berkala. Pemeliharaan yang teratur akan membuat kondisi pipa selalu baik dan menghindari akan terjadinya kontaminasi atau kehilangan air akibat kebocoran pipa. Nilai kondisi lingkungan risiko pemeriksaan berkala kondisi perpipaan tiap sistem disajikan pada Tabel 4.27 sebagai berikut:

Tabel 4. 27 Nilai Kondisi Lingkungan Pemeriksaan Berkala Kondisi Perpipaan

Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Setiap hari sekali	Setiap minggu sekali	Setiap bulan sekali	Hanya jika ada indikasi kerusakan	Hanya jika sudah terjadi kerusakan ataupun kebocoran

9. Pemeriksaan Berkala Medan Penanaman Pipa

Nilai kondisi lingkungan untuk risiko pemeriksaan berkala medan penanaman pipa berada pada skala buruk dengan nilai 2. Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Sub. Bagian Transmisi dan Distribusi, pemeriksaan berkala medan penanaman pipa baru dilaksanakan apabila sudah ada indikasi gangguan yang akan menimbulkan kerusakan, misal pembangunan gedung, pembangunan ruas jalan baru, dan kegiatan lain yang bersinggungan dengan perpipaan PDAM. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 27 Tahun 2016 perpipaan transmisi harus diperhatikan kondisi penanaman, rembesan-rembesan, dan timbunan-timbunan lain seperti sampah, puing-puing dan lainnya. Nilai kondisi lingkungan risiko pemeriksaan berkala medan penanaman pipa disajikan pada Tabel 4.28 sebagai berikut:

Tabel 4. 28 Nilai Kondisi Lingkungan Pemeriksaan Berkala Medan Penanaman Pipa

Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Setiap hari sekali	Setiap minggu sekali	Setiap bulan sekali	Hanya jika ada indikasi gangguan yang menimbulkan kerusakan	Hanya jika medan mengakibatkan terjadi kerusakan

4.6.2.3 Penentuan Nilai Kondisi Lingkungan Aspek Bahan Baku (*Material*)

1. Kualitas Air Baku

Niai kondisi lingkungan untuk risiko kualitas air baku berada pada skala sedang dengan nilai 3. Berdasarkan data dari PDAM terdapat 15 titik yang pH nya tidak memenuhi baku mutu, yaitu Mata Air Senjoyo 1 (1921), Mata Air Senjoyo 2 (1973), Mata Air Senjoyo 3 (1990), Mata Air Kaligojek, Sumur Sukowati, Sumur Cebongan, Sumur Tegalsari, Sumur Kradenan, Reservoir Ngaglik, Reservoir Kaligetek, Outlet Sumur Tegalsari, Outlet Sumur Kradenan, Outlet Sumur Cebongan, Outlet Pengolahan IPA Sukowati, Outlet Ngaglik. Sedangkan untuk parameter total koliform ada 5 titik tidak memenuhi yaitu pada titik Mata Air Senjoyo 2 dengan hasil uji 12/100 mL sampel, Mata Air Kaligojek dengan hasil uji 38/100 mL sampel, Sumur Sukowati dengan hasil uji 15/100 mL sampel, Outlet Pengolahan IPA Sukowati dengan hasil uji 15/100 mL sampel, Outlet Sumur Kradenan dengan hasil uji 2,2/100 mL sampel. Parameter pH yang tinggi berhubungan dengan kesadahan yang cukup tinggi pula, yaitu pada kisaran 200-300 mg/L yang telah dianalisis sebelumnya. pH yang tinggi disebabkan oleh ion-ion alkali seperti Ca dan Mg yang juga berpengaruh pada tingkat kesadahan. Sedangkan total koliform ini diindikasikan ada kontaminasi pada perpipaan yang rusak dan *ground reservoir* yang kurang perawatan.

Tabel 4. 29 Niai Kondisi Lingkungan Kualitas Air Baku

Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Semua parameter memenuhi baku mutu	Terdapat 1 parameter yang tidak memenuhi baku mutu	Terdapat 2-3 parameter yang tidak memenuhi baku mutu	Terdapat 3-5 parameter yang tidak memenuhi baku mutu	Terdapat lebih dari 5 parameter yang tidak memenuhi baku mutu

2. Kuantitas Air Baku

Nilai kondisi lingkungan untuk risiko kuantitas air baku berada skala baik dengan nilai 4. Walaupun saat ini kuantitasnya mencukupi, namun berdasarkan kajian oleh *Indonesia Urban Water and Sanitation Hygiene (IUWASH)* kondisi air baku saat ini memiliki debit yang trennya mengecil tiap tahunnya. Diproyeksikan tahun 2030 kuantitas air baku tidak akan mencukupi sedangkan jumlah penduduk terus meningkat. Nilai kondisi lingkungan risiko kuantitas air baku disajikan pada Tabel 4.30 sebagai berikut:

Tabel 4. 30 Nilai Kondisi Lingkungan Kuantitas Air Baku

Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Kapasitas total produksi selalu memenuhi kebutuhan masyarakat sepanjang tahun	Debit air baku mengecil, masih bisa memenuhi kebutuhan masyarakat, namun berpotensi kekurangan dalam jangka waktu ke depan	Debit air baku mengecil serta sulit memenuhi kebutuhan masyarakat di musim kemarau	Kapasitas total produksi kurang memenuhi kebutuhan masyarakat musim kemarau maupun penghujan	Kapasitas total produksi tidak bisa memenuhi kebutuhan masyarakat

4.6.2.3 Penentuan Nilai Kondisi Lingkungan Aspek Manajemen dan Peraturan (*Method*)

1. Parameter Pengujian Kualitas Air

Nilai kondisi lingkungan untuk risiko parameter pengujian kualitas air berada pada skala sedang dengan nilai 3. Berdasarkan wawancara dengan Kepala Sub Bagian Sumber dan Laboratorium, parameter pengujian ditentukan oleh pihak PDAM sesuai kebutuhan. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan No. 736 Tahun 2010 harus dilakukan pengujian terhadap parameter fisik setiap satu bulan sekali, mikrobiologi setiap satu bulan sekali, dan kimia wajib setiap enam bulan sekali. PDAM Kota Salatiga sudah

sesuai peraturan dengan menganalisis parameter fisik dan mikrobiologi setiap satu bulan sekali namun untuk parameter kimia wajib hanya beberapa parameter yang diuji yaitu Fe, Cl, Mn, Nitrat, Nitrat dan pH. Sedangkan dari analisis pH yang menunjukkan hasil yang tinggi perlu diteliti ulang pada parameter yang berhubungan seperti kesadahan. Karena menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 27 Tahun 2016 pada unit *reservoir* juga perlu dilakukan pengujian kesadahan yang saat ini belum dilakukan oleh PDAM Kota Salatiga. Nilai kondisi lingkungan risiko parameter pengujian kualitas air disajikan pada Tabel 4.31 sebagai berikut:

Tabel 4. 31 Nilai Kondisi Lingkungan Parameter Pengujian Kualitas Air
Skala Kondisi Lingkungan

5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Dilakukan semua pengujian parameter wajib	Hanya parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan	Hanya parameter tertentu yang ditentukan	Hanya parameter yang dirasa sudah baik	Tidak dilakukan pengujian hingga ada keluhan atau penyakit yang ditimbulkan

2. Titik Sampel Pengujian Kualitas Air

Nilai kondisi lingkungan untuk risiko titik sampel pengujian kualitas air berada pada skala baik dengan nilai 4. Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Sub Bagian Sumber dan Laboratorium penentuan titik pengambilan sampel pada proses produksi berdasarkan pada dimana saja lokasi sumber air baku serta inlet outlet dan di dalam reservoir. Namun masih terdapat sistem yang belum dilakukan pengujian secara berkala yaitu sistem 7, 8, 9 dan 10 . Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 27 Tahun 2016 pengujian kualitas air tetap harus dilakukan di seluruh sumber air baku serta sebelum dan setelah proses produksi atau pengolahan sebelum didistribusikan. Penentuan titik pengambilan sampel yang baik dapat menginterpretasikan kualitas air secara keseluruhan pada sistem

tersebut. Nilai kondisi lingkungan risiko titik sampel pengujian kualitas air disajikan pada Tabel 4.32 sebagai berikut:

Tabel 4. 32 Nilai Kondisi Lingkungan Titik Sampel Pengujian Kualitas Air

Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Menguji sumber air baku dan keseluruhan proses produksi	Menguji sumber air baku, inlet dan outlet reservoir	Hanya menguji sumber air baku dan outlet reservoir	Hanya menguji di dalam reservoir	Tidak melakukan pengujian

3. Frekuensi Pengujian Kualitas Air

Nilai kondisi lingkungan frekuensi pengujian kualitas air berada pada skala baik dengan nilai 4. Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Sub Bagian Sumber dan Laboratorium frekuensi pengujian kualitas air sudah sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan No. 736 Tahun 2010 yaitu untuk pengujian parameter fisik dan mikrobiologi setiap satu bulan sekali, seta parameter kimia wajib setiap enam bulan sekali. Namun belum dilakukan pengujian setelah ada perbaikan pada sistem perpipaan untuk mendeteksi secara dini apabila ada kontaminasi setelah perbaikan dilakukan. Nilai kondisi lingkungan frekuensi pengujian kualitas air disajikan pada Tabel 4.33 sebagai berikut:

Tabel 4. 33 Nilai Kondisi Lingkungan Frekuensi Pengujian Kualitas Air

Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Sesuai Permenkes no. 736 tahun 2010, dan apabila ada perbaikan sistem	Sesuai Permenkes no. 736 tahun 2010	Pengujian dilakukan hanya apabila hasil waktu sebelumnya buruk	Tidak dilakukan pengujian apabila hasil waktu sebelum sudah baik	Tidak terdapat pengujian hingga ada keluhan atau penyakit yang ditimbulkan

4. Pendataan Hasil Pengujian Kualitas Air

Nilai kondisi lingkungan untuk risiko pendataan hasil pengujian kualitas air berada pada skala sedang dengan nilai 3. Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Bagian Umum, pendataan data uji kualitas air dari Laboratorium Dinas Kesehatan Kota Salatiga selalu dilakukan pengarsipan namun ada beberapa data pengujian kualitas air tiap bulan yang hilang. Selain itu data tersebut belum ada pengolahan kembali menjadi data *time series* yang mudah diakses dan digunakan. Pengolahan data secara *time series* dapat mempermudah melihat rekam jejak perubahan kualitas air, sehingga dapat membantu menentukan pengendalian kualitas yang tepat. Nilai kondisi lingkungan risiko pendataan hasil pengujian kualitas air disajikan pada Tabel 4.34 sebagai berikut:

Tabel 4. 34 Nilai Kondisi Lingkungan Pendataan Hasil Pengujian Kualitas Air

Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Data terolah dengan baik, sesuai SOP, dan tidak ada data yang hilang	Data belum diolah, namun diarsip dan tidak ada yang hilang	Data diarsip namun ada beberapa data yang hilang	Data diarsip namun ada banyak data yang hilang	Tidak ada pengarsipan data

5. Pelaksanaan SOP

Nilai kondisi lingkungan untuk risiko pelaksanaan *Standard Operating Procedure (SOP)* berada pada skala baik dengan nilai 4. Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Bagian Umum PDAM Kota Salatiga, sudah terdapat SOP dan sudah sering dijalankan. Menurut ISO 14001 tentang sistem manajemen lingkungan, penerapan SOP sangat penting bagi sebuah perusahaan untuk menjamin berjalannya setiap proses dengan baik termasuk pendistribusian air ke konsumen. Penerapan SOP yang baik akan menghasilkan kualitas air produksi yang baik pula. Nilai kondisi lingkungan risiko pelaksanaan *Standard Operating Procedure (SOP)* disajikan pada Tabel 4.35 sebagai berikut:

Tabel 4. 35 Nilai Kondisi Lingkungan Pelaksanaan SOP

Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Ada, selalu menerapkan SOP	Ada, sering dialankan	Ada, kadang dijalankan	Ada, tidak dijalankan	Tidak ada

6. Kontrolling SOP

Nilai kondisi lingkungan untuk risiko kontrol SOP berada pada skala sedang dengan nilai 3. Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Bagian Umum, sudah terdapat evaluasi namun hanya dilakukan apabila ada kesalahan yang terjadi pada proses yang dibawah oleh SOP tersebut. Menurut ISO 14001 tentang sistem manajemen lingkungan, sebuah perusahaan harus menentukan jangka waktu yang spesifik untuk evaluasi SOP. Evaluasi SOP berfungsi untuk melihat apakah SOP masih efektif untuk mengatur proses-proses yang dilaksanakan PDAM Kota Salatiga termasuk pada proses distribusi. Nilai kondisi lingkungan risiko kontrol SOP disajikan pada Tabel 4.36 sebagai berikut:

Tabel 4. 36 Nilai Kondisi Lingkungan Kontrolling SOP

Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Evaluasi dan monitoring SOP berkala	Terdapat evaluasi namun tidak berkala	Terdapat evaluasi hanya dilakukan apabila terdapat kesalahan yang fatal	Tidak terdapat evaluasi berkala, hanya dalam bentuk catatan apabila ada kesalahan penerapan SOP	Tidak pernah dilakukan evaluasi

4.6.2.4 Penentuan Nilai Kondisi Lingkungan Aspek Lingkungan Eksternal (*Environment*)

1. *Illegal Tapping*

Nilai kondisi lingkungan untuk risiko *illegal tapping* berada pada skala sedang dengan nilai 3. Berdasarkan hasil wawancara dengan Kepala Sub Bagian Perencanaan dan Pengembangan, terdapat *illegal tapping* di perpipaan transmisi, namun dapat relatif cepat terdeteksi dan dapat langsung ditangani. *Illegal tapping* termasuk ke dalam kehilangan air PDAM Kota Salatiga yang saat ini angkanya masih mencapai 23%. Nilai kondisi lingkungan risiko *illegal tapping* disajikan pada Tabel 4.37 sebagai berikut:

Tabel 4. 37 Nilai Kondisi Lingkungan *Illegal Tapping*

Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Tidak terdapat <i>illegal tapping</i>	Tidak terdapat <i>illegal tapping</i> namun berpotensi ada pada musim kemarau	Terdapat sedikit <i>illegal tapping</i> namun langsung ditangani	Terdapat <i>illegal tapping</i> namun penanganan belum cepat	<i>Illegal tapping</i> hingga mempengaruhi kebutuhan konsumen secara signifikan

2. Kondisi Lingkungan di Sekitar Mata Air

Nilai kondisi lingkungan akan kondisi lingkungan di sekitar mata air berada pada skala buruk dengan nilai 2. Berdasarkan hasil wawancara masyarakat di sekitar imbuhan mata air dan wawancara dengan Kepala Bagian Teknik PDAM Kota Salatiga, sebagian masyarakat memiliki pengetahuan yang minim terhadap pentingnya menjaga lingkungan di sekitar imbuhan mata air, seperti tidak membuang limbah ataupun sampah di sekitar daerah imbuhan mata air ataupun tidak menebang pohon di lingkungan mata air, Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum lingkungan imbuhan mata air harus dilakukan pemeliharaan oleh masyarakat sekitar ataupun instansi terkait dalam hal ini PDAM yang juga perlu melakukan sosialisai kepada masyarakat. Nilai kondisi lingkungan akan kondisi lingkungan di sekitar mata air disajikan pada Tabel 4.38 sebagai berikut:

Tabel 4. 38 Nilai Kondisi Lingkungan di Sekitar Mata Air

Skala Kondisi Lingkungan				
5	4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Sedang	Buruk	Sangat buruk
Masyarakat selalu merawat daerah imbuhan mata air	Masyarakat mengerti akan kondisi daerah imbuhan mata air	Masyarakat mengerti namun tidak merawat ataupun mencemari	Masyarakat tidak mengerti dan terkadang mencemari	Masyarakat tidak peduli dan sering terjadi pencemaran

Berdasarkan nilai kondisi lingkungan yang diperoleh lalu dapat dihitung persentase *severity* tiap risiko dan disesuaikan dengan range nilai *severity* yang sebelumnya telah ditetapkan pada pada Tabel 4.10. Hasil perhitungan nilai *severity* risiko potensial distribusi air PDAM Kota Salatiga disajikan pada tabel 4.39 sebagai berikut:

Tabel 4. 39 Hasil Perhitungan Severity

No	Risiko Potensial	Kondisi Lingkungan	Kondisi Ideal	Persentase	Severity
Man					
1	Pelatihan pekerja kasar lapangan	2	5	60	3
2	Pendidikan pekerja kasar lapangan	4	5	20	1
3	Evaluasi berkala pekerja kasar lapangan	2	5	60	3
4	Waktu Pekerjaan	4	5	20	1
5	Frekuensi monitoring pekerjaan oleh pihak PDAM langsung	4	5	20	1
6	Evaluasi karyawan PDAM bagian teknik	4	5	20	1
7	Pelaksanaan workshop berkala karyawan PDAM bagian teknik	4	5	20	1
Machine					
1	Kelayakan kondisi bangunan penangkap mata air	2	5	60	3
2	Pemantauan berkala kondisi fisik bangunan penangkap mata air	3	5	40	2
3	Frekuensi pengurasan ground reservoir	4	5	20	1
4	Kelayakan kondisi ground reservoir	2	5	60	3
5	Pemeriksaan berkala kondisi ground reservoir	4	5	20	1
6	Kelayakan kondisi perpipaan reservoir	3	5	40	2
7	Pemeriksaan rutin kondisi pompa	3	5	40	2
8	Kelayakan kondisi perpipaan transmisi	3	5	40	2
9	Pemeriksaan berkala kondisi perpipaan	2	5	60	3
10	Pemeriksaan berkala medan penanaman pipa	2	5	60	3
Material					
1	Kualitas air baku	3	5	40	2
2	Kuantitas air baku	4	5	20	1
Method					

No	Risiko Potensial	Kondisi Lingkungan	Kondisi Ideal	Persentase	Severity
1	Parameter pengujian kualitas air	3	5	40	2
2	Titik sampel pengujian kualitas air	4	5	20	1
3	Frekuensi pengujian kualitas air	4	5	20	1
4	Pendataan hasil pengujian kualitas air	3	5	40	2
5	Pelaksanaan SOP	4	5	20	1
6	Kontrolling SOP	3	5	40	2
Environment					
1	Illegal tapping	3	5	40	2
2	Kondisi lingkungan di sekitar mata air	2	5	60	3

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut diketahui bahwa terdapat 7 risiko potensial dengan nilai *severity* terbesar yaitu dengan nilai 3. Nilai 3 tersebut memiliki arti bahwa risiko berpengaruh pada hasil produksi, ada beberapa parameter yang tidak memenuhi baku mutu, dan berpotensi mempengaruhi kesehatan konsumen ataupun jumlah kebutuhan air sehari-hari. Terdapat pula 10 risiko potensial yang memiliki nilai 2, Nilai 2 tersebut memiliki arti bahwa risiko berpengaruh pada hasil produksi namun masih memenuhi baku mutu dan tetap aman bagi konsumen. Untuk nilai *severity* terendah, terdapat 10 risiko potensial yang berada pada angka 1. Nilai 1 tersebut memiliki arti bahwa risiko tidak memiliki pengaruh yang signifikan pada hasil produksi.

4.6.3 Penentuan Nilai Occurrence

Nilai *Occurrence* merupakan suatu tingkat frekuensi kejadian dari dampak yang disebabkan dari sebuah risiko. *Occurrence* digambarkan sebagai berapa kali kejadian dalam satuan waktu. Penilaian *occurrence* didapatkan dari hasil kuisioner dan wawancara 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. Tabel *occurrence* diadaptasi dari Tabel 2.3 pada bab

tinjauan pustaka yang disesuaikan dengan kondisi PDAM saat ini. Tabel nilai *occurrence* disajikan pada Tabel 4.40 sebagai berikut:

Tabel 4. 40 Tabel Nilai *Occurrence*

Occurrence	Probability of Failure	Rating
Tidak pernah	Kegagalan mustahil/terkecil yang diharapkan	1
Jarang	Kegagalan dapat diatasi dan tidak mempengaruhi proses lanjutan	2
Cukup sering	Kegagalan mempengaruhi proses lanjutan tetapi tidak dalam jumlah besar atau berdampak signifikan	3
Sering	Kegagalan mempengaruhi proses lanjutan dan memiliki dampak besar	4
Sangat sering	Kegagalan tidak dapat dihindari	5

4.6.3.1 Penentuan Nilai *Occurrence* Aspek Pekerja (*Man*)

Berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner dengan pihak PDAM Kota Salatiga dapat diketahui frekuensi terjadinya berbagai risiko pada aspek *man* yang disajikan pada Tabel 4.41 sebagai berikut:

Tabel 4. 41 Nilai *Occurrence* Risiko Aspek *Man*

No	Man Risiko Potensial	Frekuensi Terjadi Risiko dalam Setahun				
		1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
1	Pelatihan pekerja kasar lapangan					
2	Pendidikan pekerja kasar lapangan					
3	Evaluasi berkala pekerja kasar lapangan					
4	Waktu Pekerjaan					
5	Frekuensi monitoring pekerjaan oleh pihak PDAM langsung					
6	Evaluasi karyawan PDAM bagian teknik					
7	Pelaksanaan workshop berkala karyawan PDAM bagian teknik					

Berdasarkan penilaian nilai *occurrence*, diketahui dari faktor man risiko potensial yang paling tinggi adalah evaluasi berkala pekerja kasar lapangan yang memiliki nilai 4. Hal ini dikarenakan sering tidak dilakukannya evaluasi dan akan berakibat tidak optimalnya kinerja pekerja dan terulangnya kesalahan pekerjaan yang pernah dilakukan.

4.6.3.2 Penentuan Nilai *Occurence* Aspek Aset Bangunan dan Teknologi (*Machine*)

Berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner dengan pihak PDAM Kota Salatiga dapat diketahui frekuensi terjadinya berbagai risiko pada aspek *machine* yang disajikan pada Tabel 4.42 sebagai berikut:

Tabel 4. 42 Nilai *Occurrence* Risiko Aspek *Machine*

<i>Machine</i>		Frekuensi Terjadi Risiko dalam Setahun				
No	Risiko Potensial	1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
1	Kelayakan kondisi bangunan penangkap mata air					
2	Pemantauan berkala kondisi fisik bangunan penangkap mata air					
3	Frekuensi pengurasan ground reservoir					
4	Kelayakan kondisi ground reservoir					
5	Pemeriksaan berkala kondisi ground reservoir					
6	Kelayakan kondisi perpipaan reservoir					
7	Pemeriksaan rutin kondisi pompa					
8	Kelayakan kondisi perpipaan transmisi					
9	Pemeriksaan bekala kondisi perpipaan					
10	Pemeriksaan berkala medan penanaman pipa					

Berdasarkan penilaian nilai *occurrence*, diketahui dari faktor *machine* risiko potensial yang paling tinggi adalah kelayakan kondisi *ground reservoir* yang memiliki nilai 5. Hal ini dikarenakan kondisi *ground reservoir* yang sudah tidak baik tetap tidak tersentuh sampai terjadi permasalahan dari penurunan kualitas air hingga kuantitas air yang menurun akibat kebocoran. Permasalahan ini perlu penanganan serius.

4.6.3.3 Penentuan Nilai *Occurence* Aspek Bahan Baku (*Material*)

Berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner dengan pihak PDAM Kota Salatiga dapat diketahui frekuensi terjadinya berbagai risiko pada aspek *material* yang disajikan pada Tabel 4.43 sebagai berikut:

Tabel 4. 43 Nilai *Occurrence* Risiko Aspek *Material*

No	Material Risiko Potensial	Frekuensi Terjadi Risiko dalam Setahun				
		1 ≤ 1	2 2	3 3	4 4	5 ≥ 5
1	Kualitas air baku					
2	Kuantitas air baku					

Berdasarkan penilaian nilai *occurrence*, diketahui dari faktor *material* risiko potensial yang paling tinggi adalah kualitas air baku yang memiliki nilai 5. Hal ini dikarenakan kualitas air baku yang memiliki kemungkinan berubah seiring berjalannya waktu sehingga mengakibatkan pengolahan menjadi tidak optimal dan air hasil pengolahan tidak memenuhi baku mutu.

4.6.3.4 Penentuan Nilai *Occurence* Aspek Manajemen dan Peraturan (*Method*)

Berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner dengan pihak PDAM Kota Salatiga dapat diketahui frekuensi terjadinya berbagai risiko pada aspek *method* yang disajikan pada Tabel 4.44 sebagai berikut:

Tabel 4. 44 Nilai *Occurrence* Risiko Aspek *Method*

No	Metode	Frekuensi Terjadi Risiko dalam Setahun				
		1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
1	Parameter pengujian kualitas air					
2	Titik sampel pengujian kualitas air					
3	Frekuensi pengujian kualitas air					
4	Pendataan hasil pengujian kualitas air					
5	Pelaksanaan SOP					
6	Kontrolling SOP					

Berdasarkan penilaian nilai *occurrence*, diketahui dari faktor *method* risiko potensial yang paling tinggi adalah parameter pengujian kualitas air yang memiliki nilai 5. Hal ini dikarenakan pengujian yang dilakukan tidak seluruhnya dari parameter wajib dan permasalahan ini terjadi sepanjang tahun.

4.6.3.5 Penentuan Nilai *Occurrence* Aspek Lingkungan Eksternal (*Environment*)

Berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner dengan pihak PDAM Kota Salatiga dapat diketahui frekuensi terjadinya berbagai risiko pada aspek *environment* yang disajikan pada Tabel 4.45 sebagai berikut:

Tabel 4. 45 Nilai *Occurrence* Risiko Aspek *Environment*

No	Lingkungan	Frekuensi Terjadi Risiko dalam Setahun				
		1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
1	Illegal tapping					
2	Kondisi lingkungan di sekitar mata air					

Berdasarkan penilaian nilai *occurrence*, diketahui dari faktor *environment* risiko potensial yang paling tinggi adalah kondisi lingkungan di sekitar mata air yang memiliki nilai 3. Hal ini

dikarenakan kondisi lingkungan di sekitar mata air berpotensi untuk tercemar akibat limbah dari rumah tangga ataupun dari limbah pupuk pertanian.

4.6.4 Penentuan Nilai *Detection*

Nilai *Detection* adalah suatu pengukuran yang menyangkut kemampuan jenis pengendalian untuk mendeteksi risiko. Dalam penilaian *detection* diambil nilai sesuai dengan hasil dari *occurrence*. Hal ini dikarenakan apabila nilai peluang risiko semakin besar maka semakin kecil kemampuan dalam mendeteksi atau mengontrol risiko (Wahyuningsih, 2018).

4.6.4.1 Penentuan Nilai *Detection* Aspek Pekerja (*Man*)

Berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner dengan pihak PDAM Kota Salatiga dapat diketahui tingkat dapat terdeteksiya berbagai risiko pada aspek *man* yang disajikan pada Tabel 4.46 sebagai berikut:

Tabel 4. 46 Nilai <i>Detection</i> Risiko Aspek <i>Man</i>						
No	Man Risiko Potensial	Tingkat Deteksi Risiko				
		1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
1	Pelatihan pekerja kasar lapangan					
2	Pendidikan pekerja kasar lapangan					
3	Evaluasi berkala pekerja kasar lapangan					
4	Waktu Pekerjaan					
5	Frekuensi monitoring pekerjaan oleh pihak PDAM langsung					
6	Evaluasi karyawan PDAM bagian teknik					
7	Pelaksanaan workshop berkala karyawan PDAM bagian teknik					

Berdasarkan penilaian nilai *detection*, diketahui dari faktor *man* risiko potensial yang paling tinggi adalah evaluasi berkala pekerja kasar lapangan yang memiliki nilai 4. Hal ini dikarenakan sering tidak dilakukannya evaluasi dan akan berakibat tidak optimalnya

kinerja pekerja dan terulangnya kesalahan pekerjaan yang pernah dilakukan.

4.6.4.2 Penentuan Nilai *Detection* Aset Bangunan dan Teknologi (*Machine*)

Berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner dengan pihak PDAM Kota Salatiga dapat diketahui tingkat dapat terdeteksiya berbagai risiko pada aspek *machine* yang disajikan pada Tabel 4.47 sebagai berikut:

Tabel 4. 47 Nilai *Detection* Risiko Aspek *Machine*

No	Machine Risiko Potensial	Tingkat Deteksi Risiko				
		1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
1	Kelayakan kondisi bangunan penangkap mata air					
2	Pemantauan berkala kondisi fisik bangunan penangkap mata air					
3	Frekuensi pengurasan ground reservoir					
4	Kelayakan kondisi ground reservoir					
5	Pemeriksaan berkala kondisi ground reservoir					
6	Kelayakan kondisi perpipaan reservoir					
7	Pemeriksaan rutin kondisi pompa					
8	Kelayakan kondisi perpipaan transmisi					
9	Pemeriksaan bekala kondisi perpipaan					
10	Pemeriksaan berkala medan penanaman pipa					

Berdasarkan penilaian nilai *detection*, diketahui dari faktor *machine* risiko potensial yang paling tinggi adalah kelayakan kondisi *ground reservoir* yang memiliki nilai 5. Hal ini dikarenakan

kondisi *ground reservoir* yang sudah tidak baik tetap tidak tersentuh sampai terjadi permasalahan dari penurunan kualitas air hingga kuantitas air yang menurun akibat kebocoran. Permasalahan ini perlu penanganan serius.

4.6.4.3 Penentuan Nilai *Detection* Aspek Bahan Baku (*Material*)

Berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner dengan pihak PDAM Kota Salatiga dapat diketahui tingkat dapat terdeteksiya berbagai risiko pada aspek *material* yang disajikan pada Tabel 4.48 sebagai berikut:

Tabel 4. 48 Nilai *Detection* Risiko Aspek *Material*

<i>Material</i>		Tingkat Deteksi Risiko				
No	Risiko Potensial	1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
1	Kualitas air baku					
2	Kuantitas air baku					

Berdasarkan penilaian nilai *detection*, diketahui dari faktor *material* risiko potensial yang paling tinggi adalah kualitas air baku yang memiliki nilai 5. Hal ini dikarenakan kualitas air baku yang memiliki kemungkinan berubah seiring berjalannya waktu sehingga mengakibatkan pengolahan menjadi tidak optimal dan air hasil pengolahan tidak memenuhi baku mutu.

4.6.4.4 Penentuan Nilai *Detection* Aspek Manajemen dan Peraturan (*Method*)

Berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner dengan pihak PDAM Kota Salatiga dapat diketahui tingkat dapat terdeteksiya berbagai risiko pada aspek *method* yang disajikan pada Tabel 4.49 sebagai berikut:

Tabel 4. 49 Nilai *Detection* Risiko Aspek *Method*

Method		Tingkat Deteksi Risiko				
No	Risiko Potensial	1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
1	Parameter pengujian kualitas air					
2	Titik sampel pengujian kualitas air					
3	Frekuensi pengujian kualitas air					
4	Pendataan hasil pengujian kualitas air					
5	Pelaksanaan SOP					
6	Kontrolling SOP					

Berdasarkan penilaian nilai *detection* diketahui dari faktor *method* risiko potensial yang paling tinggi adalah parameter pengujian kualitas air yang memiliki nilai 5. Hal ini dikarenakan pengujian yang dilakukan tidak seluruhnya dari parameter wajib dan permasalahan ini terjadi sepanjang tahun serta rendahnya pendeteksian permasalahan karena sudah dianggap benar dari awal.

4.6.4.5 Penentuan Nilai *Detection* Aspek Lingkungan Eksternal (*Environment*)

Berdasarkan hasil wawancara dan kuesioner dengan pihak PDAM Kota Salatiga dapat diketahui tingkat dapat terdeteksiya berbagai risiko pada aspek *environment* yang disajikan pada Tabel 4.50 sebagai berikut:

Tabel 4. 50 Nilai *Detection* Risiko Aspek *Environment*

Environment		Tingkat Deteksi Risiko				
No	Risiko Potensial	1	2	3	4	5
		≤ 1	2	3	4	≥ 5
1	Illegal tapping					
2	Kondisi lingkungan di sekitar mata air					

Berdasarkan penilaian nilai *detection*, diketahui dari faktor *environment* risiko potensial yang paling tinggi adalah kondisi lingkungan di sekitar mata air yang memiliki nilai 3. Hal ini dikarenakan kondisi lingkungan di sekitar mata air berpotensi untuk tercemar akibat limbah dari rumah tangga ataupun dari limbah pupuk pertanian dan rendah pula tingkat terdeteksinya pencemaran.

4.6.5 Penentuan Nilai *Risk Priority Number (RPN)*

Nilai RPN diperoleh berdasarkan hasil perkalian dari masing-masing nilai yaitu *severity* (S), *occurrence* (O), dan *detection* (D). Nilai yang dihasilkan tersebut akan diurutkan dari yang terbesar hingga terkecil sehingga dapat diketahui prioritas penanganan risiko yang perlu dilakukan terlebih dahulu. Hasil perhitungan RPN ini sekaligus menjadi penentuan *Critical Control Point* (CCP) atau Titik Kendali Kritis dalam metode HACCP. Titik Kendali Kritis ini digunakan untuk seluruh 10 sistem di PDAM Kota Salatiga. Hasil penentuan nilai RPN disajikan pada Tabel 4.51 sebagai berikut:

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Tabel 4. 51 Nilai *Risk Priority Number* Risiko pada Faktor Kualitas PDAM Kota Salatiga

Faktor	No	Risiko	S	O	D	RPN	Prioritas	Bobot	Bobot Faktor
Man	1	Pelatihan pekerja kasar lapangan	3	3	3	27	9	0,3	0,15
	2	Pendidikan pekerja kasar lapangan	1	1	1	1	26	0,05	0,15
	3	Evaluasi berkala pekerja kasar lapangan	3	4	4	48	3	0,15	0,15
	4	Waktu Pekerjaan	1	1	1	1	27	0,02	0,15
	5	Frekuensi monitoring pekerjaan oleh pihak PDAM langsung	1	3	3	9	13	0,1	0,15
	6	Evaluasi karyawan PDAM bagian teknik	1	2	2	4	17	0,2	0,15
	7	Pelaksanaan workshop berkala karyawan PDAM bagian teknik	1	2	2	4	18	0,18	0,15
Machine	8	Pemantauan berkala kondisi fisik bangunan penangkap mata air	2	4	4	32	7	0,02	0,3
	9	Kelayakan kondisi ground reservoir	3	5	5	75	1	0,18	0,3
	10	Pemeriksaan berkala kondisi ground reservoir	1	4	4	16	11	0,12	0,3
	11	Kelayakan kondisi perpipaan reservoir	2	2	2	8	15	0,08	0,3
	12	Pemeriksaan rutin kondisi pompa	2	3	3	18	10	0,05	0,3
	13	Kelayakan kondisi perpipaan transmisi	2	4	4	32	5	0,22	0,3
	14	Pemeriksaan bekala kondisi perpipaan	3	4	4	48	2	0,15	0,3
	15	Pemeriksaan berkala medan penanaman pipa	3	4	4	48	4	0,04	0,3
Material	16	Kuantitas air baku	1	2	2	4	16	0,45	0,25

Faktor	No	Risiko	S	O	D	RPN	Prioritas	Bobot	Bobot Faktor
Methods	17	Pelaksanaan SOP	1	4	4	16	12	0,1	0,2
	18	Kontrolling SOP	2	4	4	32	6	0,08	0,2
Environment	19	Illegal tapping	2	2	2	8	14	0,3	0,1
	20	Kondisi lingkungan di sekitar mata air	3	3	3	27	8	0,7	0,1

Tabel 4. 52 Nilai *Risk Priority Number* Risiko pada Faktor Kuantitas PDAM Kota Salatiga

Faktor	No	Risiko	S	O	D	RPN	Prioritas	Bobot	Bobot Faktor
Man	1	Pelatihan pekerja kasar lapangan	3	3	3	27	9	0,3	0,15
	2	Pendidikan pekerja kasar lapangan	1	1	1	1	19	0,05	0,15
	3	Evaluasi berkala pekerja kasar lapangan	3	4	4	48	3	0,15	0,15
	4	Waktu Pekerjaan	1	1	1	1	20	0,02	0,15
	5	Frekuensi monitoring pekerjaan oleh pihak PDAM langsung	1	3	3	9	13	0,1	0,15
	6	Evaluasi karyawan PDAM bagian teknik	1	2	2	4	17	0,2	0,15
	7	Pelaksanaan workshop berkala karyawan PDAM bagian teknik	1	2	2	4	18	0,18	0,15
Machine	8	Pemantauan berkala kondisi fisik bangunan penangkap mata air	2	4	4	32	7	0,02	0,3
	9	Kelayakan kondisi ground reservoir	3	5	5	75	1	0,18	0,3
	10	Pemeriksaan berkala kondisi ground reservoir	1	4	4	16	11	0,12	0,3

Faktor	No	Risiko	S	O	D	RPN	Prioritas	Bobot	Bobot Faktor
	11	Kelayakan kondisi perpipaan reservoir	2	2	2	8	15	0,08	0,3
	12	Pemeriksaan rutin kondisi pompa	2	3	3	18	10	0,05	0,3
	13	Kelayakan kondisi perpipaan transmisi	2	4	4	32	5	0,22	0,3
	14	Pemeriksaan berkala kondisi perpipaan	3	4	4	48	2	0,15	0,3
	15	Pemeriksaan berkala medan penanaman pipa	3	4	4	48	4	0,04	0,3
Material	16	Kuantitas air baku	1	2	2	4	16	0,45	0,25
Methods	17	Pelaksanaan SOP	1	4	4	16	12	0,1	0,2
	18	Kontrolling SOP	2	4	4	32	6	0,08	0,2
Environment	19	Illegal tapping	2	2	2	8	14	0,3	0,1
	20	Kondisi lingkungan di sekitar mata air	3	3	3	27	8	0,7	0,1

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Berdasarkan perhitungan nilai RPN terdapat risiko yang hanya memiliki nilai RPN di bawah 4 dan menduduki 3 prioritas paling bawah dalam tingkat penanganan. Ketiga risiko dari faktor kualitas dan faktor kuantitas tersebut memiliki nilai *severity* 1, nilai *occurrence* 1, dan nilai *detection* 1. Hal ini menjadikan ketiga risiko yang mempengaruhi kualitas yaitu pendataan hasil pengujian kualitas air, waktu pekerjaan, dan pendidikan pekerja kasar lapangan tidak termasuk dalam Titik Kendali Kritis. Maka terdapat 21 risiko yang termasuk Titik Kendali Kritis.

Sedangkan untuk risiko yang mempengaruhi kuantitas, 3 prioritas terbawah adalah risiko pelaksanaan workshop berkala karyawan PDAM bagian teknik, risiko pendidikan pekerja kasar lapangan, risiko waktu Pekerjaan. Maka terdapat 17 risiko yang termasuk Titik Kendali Kritis.

4.7 Penentuan Batas Kritis

Berdasarkan Titik Kendali Kritis yang sudah teridentifikasi, kemudian ditetapkan batas kritis untuk setiap risiko tersebut. Batas kritis diperoleh dari peraturan dan standar-standar yang berlaku dan berhubungan dengan aspek dari Titik Kendali Kritis tersebut. Batas kritis berfungsi untuk mengetahui kondisi standar yang harus dipenuhi agar suatu risiko tidak terjadi kembali atau dapat diminimalisir. Dari batas kritis inilah upaya perbaikan dan pencegahan dapat ditentukan. Batas kritis ini berlaku untuk risiko-risiko yang sama di seluruh 10 sistem PDAM Kota Salatiga. Batas Kritis untuk setiap Titik Kendali Kritis tersaji pada Tabel 4.52.

4.8 Penetapan Usulan Tindakan Monitoring dan Perbaikan

Penetapan usulan tindakan monitoring dan perbaikan berdasarkan analisis faktor-faktor penyebab kegagalan, frekuensi kegagalan tersebut terjadi, dan efektifitas pencegahan yang pernah dilakukan yang dilihat pada hasil RPN. Dari analisis tersebut diberikan usulan perbaikan berdasarkan literatur dan peraturan perundang-undangan yang mengatur tentang masalah terkait. Usulan tindakan monitoring dan perbaikan ini berlaku untuk risiko-risiko yang sama pada seluruh 10 sistem PDAM Kota Salatiga. Berikut usulan tindakan monitoring dan perbaikan dari masing-masing permasalahan kualitas dan kuantitas dari prioritas 1 hingga 5:

4.8.1 Faktor Kualitas

1. Permasalahan Kelayakan Kondisi *Ground Reservoir*

Risiko ini dapat diselesaikan dengan melakukan revitalisasi reservoir yang memiliki lumut, retakan dan akar pohon yang menembus dinding dengan pengecoran ulang dan pembersihan. Revitalisasi ini dimaksudkan agar tidak ada kontaminan yang dapat masuk ke reservoir sehingga dapat berpengaruh pada kualitas air yang akan didistribusikan. Setelah dilakukan revitalisasi diharuskan melakukan monitoring berkala kelayakan kondisi *ground reservoir* setiap 3-6 bulan sekali dan pengurusan setiap 8-12 bulan sekali sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 27 Tahun 2016 Bab V tentang Pengelolaan SPAM.

2. Permasalahan Kualitas Air Baku

Risiko ini dapat diselesaikan dengan melakukan pengujian ulang kualitas air baku sesuai parameter pada Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Hal ini bertujuan untuk mengetahui apabila ada perubahan kualitas dari air baku. Hal ini dapat diketahui apabila sebelumnya ada parameter kualitas air yang tidak dianalisis namun saat ini dilakukan pengujian menunjukkan tidak memenuhi baku mutu. Apabila ada perubahan kualitas maka pengolahan juga harus disesuaikan agar diperoleh air olahan yang memenuhi baku mutu. Untuk langkah monitoring pengujian kualitas harus berkala sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan No. 736 Tahun 2010 tentang Pengawasan Kualitas Air Minum.

3. Permasalahan Parameter Pengujian Kualitas Air Baku

Risiko ini dapat diperbaiki dan dimonitoring dengan melakukan pengujian seluruh kualitas tidak hanya dilakukan pada parameter-parameter yang biasa diuji namun seluruh parameter wajib sesuai Permenkes No.492 Tahun 2010 tanpa terkecuali secara berkala. Hal ini bertujuan untuk menghindari parameter yang tidak memenuhi baku mutu dan tidak terolah karena tidak terdeteksi.

4. Permasalahan Pemeriksaan Berkala Kondisi Perpipaan

Risiko ini dapat diselesaikan dan dimonitoring dengan mengharuskan melakukan pemeriksaan kondisi perpipaan minimal 1 kali per minggu tanpa menunggu ada indikasi

kerusakan. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi kontaminasi yang mempengaruhi kualitas dari adanya kerusakan pipa yang tidak terdeteksi.

5. **Permasalahan Evaluasi Berkala Pekerjaan Kasar Lapangan**

Risiko ini dapat diselesaikan dengan membuat program atau agenda khusus untuk evaluasi pekerja kasar secara berkala. Jangka waktu evaluasi ditentukan sendiri oleh PDAM menyesuaikan kebutuhan, namun harus tetap dilakukan. Untuk tindakan monitoring pelaksanaan evaluasi ini harus dicatat dan diarsipkan. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir kesalahan pekerjaan yang akan terulang kembali dan mempengaruhi kualitas air.

4.8.2 Faktor Kuantitas

1. **Permasalahan Kelayakan Kondisi *Ground Reservoir***

Risiko ini dapat diselesaikan dengan melakukan revitalisasi reservoir yang memiliki retakan dan akar pohon yang menembus dinding dengan pengecoran ulang dan pembersihan. Untuk tindakan monitoring setelah dilakukan revitalisasi, yaitu dialakukannya pemeriksaan kelayakan kondisi setiap 3-6 bulan sekali. Hal ini bertujuan agar retakan dan akar pohon yang menembus tidak menciptakan rembesan yang menyebabkan kebocoran dan berpengaruh pada tingkat kehilangan air.

2. **Permasalahan Pemeriksaan Bekal Kondisi Perpipaan**

Risiko ini dapat diselesaikan dan dimonitoring dengan melakukan pemeriksaan kondisi perpipaan minimal 1 kali per minggu tanpa menunggu ada indikasi kerusakan sesuai dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 27 Tahun 2016 Bab V tentang Pengelolaan SPAM. Hal ini bertujuan agar dapat dilakukan pencegahan dimana terdapat kerusakan pipa yang menyebabkan kebocoran sehingga menurunkan debit air serta kehilangan tekanan. Pemeriksaan ini dapat dibantu bersama sistem digital dengan memasang alat di setiap titik yang ditentukan untuk mendeteksi berkurangnya debit dan kehilangan tekanan sehingga dapat dilakukan upaya perbaikan yang lebih cepat.

3. **Permasalahan Evaluasi Berkala Pekerja Kasar Lapangan**

Risiko ini dapat diselesaikan dengan membuat program atau agenda khusus untuk evaluasi pekerja kasar secara berkala. Evaluasi harus tetap dilakukan walaupun jangka evaluasi ditentukan sendiri oleh PDAM sesuai kebutuhan. Hal ini bertujuan agar tidak terulangnya kesalahan pekerjaan yang berkontribusi pada tingkat kehilangan air seperti kebocoran akibat kesalahan pemasangan atau perbaikan perpipaan.

4. **Permasalahan Pemeriksaan Berkala Medan Penanaman Pipa**

Risiko ini dapat diselesaikan dan dimonitoring dengan melakukan pemeriksaan medan penanaman pipa minimal 1 kali per minggu tanpa menunggu adanya indikasi medan yang berubah dan menimbulkan kerusakan. Selain itu pencegahan juga dapat dilakukan dengan selalu memperbarui pemetaan topografi medan penanaman pipa secara berkala. Hal ini bertujuan agar medan penanaman pipa selalu terpantau dan diperbarui sesuai kondisi eksisting yang mungkin berubah karena adanya proyek konstruksi gedung, jalan, ataupun adanya bencana alam. Medan yang berubah dapat menyebabkan kerusakan pipa yang berakibat pada kebocoran.

5. **Permasalahan Kelayakan Kondisi Perpipaan Transmisi**

Risiko ini dapat diselesaikan dengan mengganti pipa yang berkarat dan memiliki kerak yang terlalu tebal dengan pipa baru sesuai Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 27 Tahun 2016, Bab VI tentang Pemeliharaan dan Rehabilitasi SPAM. Karat pada pipa menyebabkan keropos pada pipa besi yang berakibat pada kebocoran. Untuk kerak dapat menyebabkan berkurangnya debit air karena luas permukaan dalam pipa yang mengecil namun tekanan akan meningkat sehingga berpotensi pipa akan pecah jika dibiarkan terus menerus. Pipa yang pecah akan mengakibatkan kebocoran yang berakibat pada naiknya tingkat kehilangan air.

Selengkapnya untuk usulan monitoring dan perbaikan seluruh risiko disajikan pada Tabel 4.53 untuk faktor kualitas dan Tabel 4.54 untuk faktor kuantitas.

Tabel 4. 53 Batas Kritis dan Tindakan Monitoring serta Perbaikan tiap Titik Kendali Kritis Faktor Kualitas

Kelompok Risiko	No	Risiko	S	O	D	RPN	Bobot	Bobot Kelompok Risiko	Batas Kritis	Acuan	Prioritas	Usulan Monitoring dan Perbaikan
Man	1	Pelatihan pekerja kasar lapangan	3	3	3	27	0,3	0,15	Pekerja harus mendapatkan pelatihan agar kompeten	SNI ISO 14001:2015 Klausul 7.2(b) tentang Kompetensi	11	Membuat program atau agenda khusus untuk pelatihan pekerja kasar lapangan agar kinerja lebih optimal.
	2	Evaluasi berkala pekerja kasar lapangan	3	4	4	48	0,15	0,15	Organisasi harus mengevaluasi kinerja lingkungannya dan keefektifan sistem manajemen lingkungannya, yang dimaksud disini juga termasuk evaluasi pekerja	SNI ISO 14001:2015 Klausul 9.1.1 tentang pemantauan, pengukuran, analisis, dan evaluasi	5	Membuat program atau agenda khusus untuk evaluasi pekerja kasar secara berkala.
	3	Frekuensi monitoring pekerjaan oleh pihak PDAM langsung	1	3	3	9	0,1	0,15	Organisasi harus memantau, mengukur, menganalisis, dan mengevaluasi kinerja lingkungan organisasi.	SNI ISO 14001:2015 Klausul 9.1.1 tentang pemantauan, pengukuran, analisis, dan evaluasi	16	Melakukan pengontrolan langsung setiap pekerjaan sekecil apapun lingkup pekerjaannya.
	4	Evaluasi karyawan PDAM bagian teknik	1	2	2	4	0,2	0,15	Organisasi harus mengevaluasi kinerja lingkungannya dan keefektifan sistem manajemen lingkungannya, yang dimaksud disini juga termasuk evaluasi pekerja	SNI ISO 14001:2015 Klausul 9.1.1 tentang pemantauan, pengukuran, analisis, dan evaluasi	19	Melakukan evaluasi karyawan PDAM sesuai kebutuhan instansi namun harus berkala.
	5	Pelaksanaan workshop berkala karyawan PDAM bagian teknik	1	2	2	4	0,18	0,15	Organisasi harus memastikan bahwa personil yang melaksanakan pekerjaan di bawah kendali organisasi kompeten berdasarkan pendidikan, pelatihan, atau pengalaman yang sesuai.	SNI ISO 14001:2015 Klausul 7.2(b) tentang Kompetensi	20	Memberikan fasilitas <i>workshop</i> ataupun pelatihan kepada karyawan PDAM bagian teknik sesuai bidangnya dan secara berkala.
Machine	6	Kelayakan kondisi bangunan penangkap mata air	3	1	1	3	0,03	0,3	Bangunan penangkap harus dijaga kebersihan dari lumut, retakan dan akar pohon.	Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 27 Tahun 2016, Bab VI tentang Pemeliharaan dan Rehabilitasi SPAM	21	Melakukan revitalisasi bangunan penangkap mata air yang memiliki lumut, retakan dengan pengecoran ulang dan pembersihan. Memperkuat bangunan penangkap mata air yang sudah tua.

Kelompok Risiko	No	Risiko	S	O	D	RPN	Bobot	Bobot Kelompok Risiko	Batas Kritis	Acuan	Prioritas	Usulan Monitoring dan Perbaikan
	7	Pemantauan berkala kondisi fisik bangunan penangkap mata air	2	4	4	32	0,02	0,3	Evaluasi 3-6 bulan sekali.	Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 27 Tahun 2016 Bab V tentang Pengelolaan SPAM	9	Melakukan pengontrolan kekuatan dan keseluruhan layak tidaknya bangunan penangkap mata air setiap 3-6 bulan sekali.
	8	Frekuensi pengurasan ground reservoir	1	3	3	9	0,11	0,3	Bangunan reservoir harus dilakukan pengurasan setiap 8-12 bulan sekali	Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 27 Tahun 2016 Bab V tentang Pengelolaan SPAM	15	Melakukan pengurasan reservoir dalam jangka waktu 8 hingga 12 bulan sekali secara berkala dan tidak melewatkan 1 tahun pun.
	9	Kelayakan kondisi ground reservoir	3	5	5	75	0,18	0,3	Bebas dari lumut, retakan dan akar pohon.	Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 27 Tahun 2016, Bab VI tentang Pemeliharaan dan Rehabilitasi SPAM	1	Melakukan revitalisasi reservoir yang memiliki lumut, retakan dan akar pohon yang menembus dinding dengan pengecoran ulang dan pembersihan.
	10	Pemeriksaan berkala kondisi ground reservoir	1	4	4	16	0,12	0,3	Bangunan reservoir harus dilakukan evaluasi tiap 3-6 bulan sekali.	Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 27 Tahun 2016 Bab V tentang Pengelolaan SPAM	12	Melakukan pemeriksaan dalam jangka waktu 3 hingga 6 bulan sekali.
	11	Kelayakan kondisi perpipaan reservoir	2	2	2	8	0,08	0,3	Bebas dari kerak dan korosi, serta kebocoran yang minimal	Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 27 Tahun 2016, Bab VI tentang Pemeliharaan dan Rehabilitasi SPAM	17	Mengganti pipa yang berkarat dan memiliki kerak yang terlalu tebal.
	12	Kelayakan kondisi perpipaan transmisi	2	4	4	32	0,22	0,3	Bebas dari kerak dan korosi, serta kebocoran yang minimal	Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 27 Tahun 2016, Bab VI tentang Pemeliharaan dan Rehabilitasi SPAM	7	Mengganti pipa yang berkarat dan memiliki kerak yang terlalu tebal.

Kelompok Risiko	No	Risiko	S	O	D	RPN	Bobot	Bobot Kelompok Risiko	Batas Kritis	Acuan	Prioritas	Usulan Monitoring dan Perbaikan
	13	Pemeriksaan bekala kondisi perpipaan	3	4	4	48	0,15	0,3	1 kali per minggu	Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 27 Tahun 2016 Bab V tentang Pengelolaan SPAM	4	Melakukan pemeriksaan kondisi perpipaan minimal 1 kali per minggu tanpa menunggu ada indikasi kerusakan.
	14	Pemeriksaan berkala medan penanaman pipa	3	4	4	48	0,04	0,3	1 kali per minggu	Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 27 Tahun 2016 Bab V tentang Pengelolaan SPAM	6	Melakukan pemeriksaan meda penanaman pipa minimal 1 kali per minggu tanpa menunggu adanya indikasi meda yang berubah dan menimbulkan kerusakan. Memperbarui pemetaaan topografi medan penanaman pipa secara berkala.
Material	15	Kualitas air baku	2	5	5	50	0,55	0,25	Total Koliform nilai 0, pH 6,5-8,5	Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum	2	Melakukan pengujian ulang kualitas air baku untuk mendapatkan pengolahan terbaru apabila ada perubahan kualitas dari air baku. Agar nantinya diperoleh air olahan yang memenuhi baku mutu.
Methods	16	Parameter pengujian kualitas air	2	5	5	50	0,27	0,2	Parameter fisik, kimia wajib, dan mikrobiologi pada Permenkes No.492 Tahun 2010 semua harus diuji	Peraturan Menteri Kesehatan No. 736 Tahun 2010 tentang Pengawasan Kualitas Air Minum	3	Melakukan pengujian seluruh parameter wajib sesuai Permenkes No.492 Tahun 2010.
	17	Titik sampel pengujian kualitas air	1	3	3	9	0,2	0,2	Penentuan titik sampel berdasarkan jumlah penduduk terlayani dibagi 10.000	Peraturan Menteri Kesehatan No. 736 Tahun 2010 tentang Pengawasan Kualitas Air Minum	14	Melakukan pengujian kualitas air sesuai Permenkes 736 Tahun 2010 tentang Pengawasan Kualitas Air Minum

Kelompok Risiko	No	Risiko	S	O	D	RPN	Bobot	Bobot Kelompok Risiko	Batas Kritis	Acuan	Prioritas	Usulan Monitoring dan Perbaikan
	18	Frekuensi pengujian kualitas air	1	2	2	4	0,3	0,2	Parameter fisik 1 bulan sekali, parameter mikrobiologis 1 bulan sekali, sisa klor 1 bulan sekali, parameter kimia wajib 6 bulan sekali.	Peraturan Menteri Kesehatan No. 736 Tahun 2010 tentang Pengawasan Kualitas Air Minum	18	Melakukan pengujian kualitas air sesuai Permenkes 736 Tahun 2010 tentang Pengawasan Kualitas Air Minum
	19	Pelaksanaan SOP	1	4	4	16	0,1	0,2	Organisasi harus menetapkan, menerapkan, mengendalikan dan memelihara proses yang diperlukan untuk memenuhi persyaratan sistem manajemen lingkungan, dalam hal ini termasuk pelaksanaan SOP yang berlaku.	SNI ISO 14001 Klausul 8.1 Tentang Perencanaan dan Pengendalian Operasional	13	Selalu melaksanakan SOP sekecil apapun lingkup pekerjaannya tanpa terkecuali.
	20	Kontrolling SOP	2	4	4	32	0,08	0,2	Organisasi harus: a) Menentukan frekuensi dari evaluasi SOP; b) Mengevaluasi SOP dan melaksanakan tindakan jika diperlukan; c) Memelihara pengetahuan dan pemahaman karyawan akan SOP	SNI ISO 14001 Klausul 8.1 Tentang Perencanaan dan Pengendalian Operasional	8	a. Menentukan frekuensi dari evaluasi SOP b. Melakukan evaluasi SOP dan tindakan yang diperlukan c. Memelihara pemahaman karyawan
Environment	21	Kondisi lingkungan di sekitar mata air	3	3	3	27	0,7	0,1	Kondisi di sekitar air baku harus terjaga dari pencemaran	Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 18 Tahun 2016, Bab VII tentang Pemantauan dan Evaluasi SPAM	10	Melakukan pengontrolan berkala terhadap kondisi lingkungan di sekitar mata air. Menganalisis apakah terdapat potensi pencemaran di sekitar mata air.

Tabel 4. 54 Batas Kritis dan Tindakan Monitoring serta Perbaikan tiap Titik Kendali Kritis Faktor Kuantitas

Kelompok Risiko	No	Risiko	S	O	D	RPN	Bobot	Kelompok Risiko	Batas Kritis	Acuan	Prioritas	Usulan Monitoring dan Perbaikan
Man	1	Pelatihan pekerja kasar lapangan	3	3	3	27	0,3	0,15	Pekerja harus mendapatkan pelatihan agar kompeten	SNI ISO 14001:2015 Klausul 7.2(b) tentang Kompetensi	9	Membuat program atau agenda khusus untuk pelatihan pekerja kasar lapangan agar kinerja lebih optimal.
	2	Evaluasi berkala pekerja kasar lapangan	3	4	4	48	0,15	0,15	Organisasi harus mengevaluasi kinerja lingkungannya dan keefektifan sistem manajemen lingkungannya, yang dimaksud disini juga termasuk evaluasi pekerja	SNI ISO 14001:2015 Klausul 9.1.1 tentang pemantauan, pengukuran, analisis, dan evaluasi	3	Membuat program atau agenda khusus untuk evaluasi pekerja kasar secara berkala.
	3	Frekuensi monitoring pekerjaan oleh pihak PDAM langsung	1	3	3	9	0,1	0,15	Organisasi harus memantau, mengukur, menganalisis, dan mengevaluasi kinerja lingkungan organisasi.	SNI ISO 14001:2015 Klausul 9.1.1 tentang pemantauan, pengukuran, analisis, dan evaluasi	13	Melakukan pengontrolan langsung setiap pekerjaan sekecil apapun lingkup pekerjaannya.
	4	Evaluasi karyawan PDAM bagian teknik	1	2	2	4	0,2	0,15	Organisasi harus mengevaluasi kinerja lingkungannya dan keefektifan sistem manajemen lingkungannya, yang dimaksud disini juga termasuk evaluasi pekerja	SNI ISO 14001:2015 Klausul 9.1.1 tentang pemantauan, pengukuran, analisis, dan evaluasi	17	Melakukan evaluasi karyawan PDAM sesuai kebutuhan instansi namun harus berkala.
Machine	5	Pemantauan berkala kondisi fisik bangunan penangkap mata air	2	4	4	32	0,02	0,3	Evaluasi 3-6 bulan sekali.	Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 27 Tahun 2016 Bab V tentang Pengelolaan SPAM	7	Melakukan pengontrolan kekuatan dan keseluruhan layak tidaknya bangunan penangkap mata air setiap 3-6 bulan sekali.
	6	Kelayakan kondisi ground reservoir	3	5	5	75	0,18	0,3	Bebas dari lumut, retakan dan akar pohon.	Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 27 Tahun 2016, Bab VI tentang Pemeliharaan dan Rehabilitasi SPAM	1	Melakukan revitalisasi reservoir yang memiliki lumut, retakan dan akar pohon yang menembus dinding dengan pengecoran ulang dan pembersihan.
	7	Pemeriksaan berkala kondisi ground reservoir	1	4	4	16	0,12	0,3	Bangunan reservoir harus dilakukan evaluasi tiap 3-6 bulan sekali.	Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 27 Tahun 2016 Bab V tentang Pengelolaan SPAM	11	Melakukan pemeriksaan dalam jangka waktu 3 hingga 6 bulan sekali.

	8	Kelayakan kondisi perpipaan reservoir	2	2	2	8	0,08	0,3	Bebas dari kerak dan korosi, serta kebocoran yang minimal	Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 27 Tahun 2016, Bab VI tentang Pemeliharaan dan Rehabilitasi SPAM	15	Mengganti pipa yang berkarat dan memiliki kerak yang terlalu tebal.
	9	Pemeriksaan rutin kondisi pompa	2	3	3	18	0,05	0,3	Pompa harus dilakukan pemeliharaan rutin setiap hari, 1 kali seminggu ataupun maksimal 1 bulan sekali.	Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 27 Tahun 2016 Bab V tentang Pengelolaan SPAM	10	Melakukan pemeliharaan rutin maksimal 1 bulan sekali, 1 minggu sekali atau paling baik yaitu setiap hari, karena pengoperasian pompa dilakukan setiap hari.
	10	Kelayakan kondisi perpipaan transmisi	2	4	4	32	0,22	0,3	Bebas dari kerak dan korosi, serta kebocoran yang minimal	Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 27 Tahun 2016, Bab VI tentang Pemeliharaan dan Rehabilitasi SPAM	5	Mengganti pipa yang berkarat dan memiliki kerak yang terlalu tebal.
	11	Pemeriksaan berkala kondisi perpipaan	3	4	4	48	0,15	0,3	1 kali per minggu	Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 27 Tahun 2016 Bab V tentang Pengelolaan SPAM	2	Melakukan pemeriksaan kondisi perpipaan minimal 1 kali per minggu tanpa menunggu ada indikasi kerusakan.
	12	Pemeriksaan berkala medan penanaman pipa	3	4	4	48	0,04	0,3	1 kali per minggu	Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 27 Tahun 2016 Bab V tentang Pengelolaan SPAM	4	Melakukan pemeriksaan meda penanaman pipa minimal 1 kali per minggu tanpa menunggu adanya indikasi meda yang berubah dan menimbulkan kerusakan. Memperbarui pemetaan topografi medan penanaman pipa secara berkala.
	13	Kuantitas air baku	1	2	2	4	0,45	0,25	Cukup untuk kebutuhan sehari-hari	Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 27 Tahun 2016 Bab V tentang Pengelolaan SPAM	16	Melakukan kajian terarah untuk memproyeksikan debit air baku eksisting dapat digunakan hingga tahun berapa. Mencari alternatif lain sebagai sumber air baku misal Sungai Tuntang dan Danau Rawapening. Meminimalisir kehilangan air yang terjadi dari proses produksi.

Methods	14	Pelaksanaan SOP	1	4	4	16	0,1	0,2	Organisasi harus menetapkan, menerapkan, mengendalikan dan memelihara proses yang diperlukan untuk memenuhi persyaratan sistem manajemen lingkungan, dalam hal ini termasuk pelaksanaan SOP yang berlaku.	SNI ISO 14001 Klausul 8.1 Tentang Perencanaan dan Pengendalian Operasional	12	Selalu melaksanakan SOP sekecil apapun lingkup pekerjaannya tanpa terkecuali.
	15	Kontrolling SOP	2	4	4	32	0,08	0,2	Organisasi harus: a) Menentukan frekuensi dari evaluasi SOP; b) Mengevaluasi SOP dan melaksanakan tindakan jika diperlukan; c) Memelihara pengetahuan dan pemahaman karyawan akan SOP	SNI ISO 14001 Klausul 8.1 Tentang Perencanaan dan Pengendalian Operasional	6	a. Menentukan frekuensi dari evaluasi SOP b. Melakukan evaluasi SOP dan tindakan yang diperlukan c. Memelihara pemahaman karyawan
Environment	16	Illegal tapping	2	2	2	8	0,3	0,1	Kondisi jalur perpipaan harus bebas dari kehilangan air dari kebocoran, rembesan, di setiap sambungan, termasuk dari <i>illegal tapping</i>	Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 27 Tahun 2016, Bab VII tentang Pemantauan dan Evaluasi SPAM	14	Melakukan pendataan <i>illegal tapping</i> yang terjadi dan memberikan sosialisasi kepada masyarakat akan akibat dari illegal tapping dan hukumannya.
	17	Kondisi lingkungan di sekitar mata air	3	3	3	27	0,7	0,1	Kondisi di sekitar air baku harus terjaga dari pencemaran	Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 27 Tahun 2016, Bab VII tentang Pemantauan dan Evaluasi SPAM	8	Melakukan pengontrolan berkala terhadap kondisi lingkungan di sekitar mata air. Menganalisis apakah terdapat potensi pencemaran di sekitar mata air.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Risiko yang paling mempengaruhi kualitas air produksi PDAM Kota Salatiga adalah:
 - a. Aspek *machine* dengan risiko kelayakan kondisi reservoir yang memiliki skor RPN sebesar 75
 - b. Aspek *material* dengan risiko kualitas air baku yang memiliki skor RPN sebesar 50
 - c. Aspek *method* dengan risiko parameter pengujian kualitas air yang memiliki skor RPN sebesar 50

Sedangkan untuk segi kuantitas adalah:

- a. Aspek *machine* dengan risiko kelayakan kondisi reservoir dengan skor RPN sebesar 75
 - b. Aspek *machine* dengan risiko pemeriksaan berkala kondisi perpipaan dengan skor RPN sebesar 48
 - c. Aspek *man* dengan risiko evaluasi berkala pekerja kasar lapangan dengan skor RPN sebesar 48
2. Usulan tindakan monitoring dan perbaikan terhadap 3 risiko prioritas teratas yang mempengaruhi kualitas adalah:
 - a. Melakukan revitalisasi *reservoir*
 - b. Melakukan pengujian ulang kualitas air baku
 - c. Melakukan pengujian sesuai dengan seluruh parameter wajib Permenkes No.492 Tahun 2010.

Sedangkan untuk 3 risiko prioritas teratas yang mempengaruhi kuantitas adalah:

- a. Melakukan revitalisasi *reservoir*.
 - b. Melakukan pemeriksaan kondisi perpipaan minimal 1 kali per minggu tanpa menunggu ada indikasi kerusakan
 - c. Membuat program atau agenda khusus untuk evaluasi pekerja kasar secara berkala

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu melanjutkan analisis risiko hingga titik pendistribusian ke konsumen serta melakukan analisis dampak yang ditimbulkan oleh produk misalkan dengan menggunakan metode *Life Cycle Analysis (LCA)*.
2. Pihak PDAM perlu melakukan pengecekan ulang atau verifikasi terhadap pelaksanaan diagram alir proses dan penataan SOP yang berlaku.
3. Pihak PDAM perlu memberikan sosialisasi kepada masyarakat di sekitar sumber air baku perlu terkait pentingnya menjaga lingkungan agar tidak terjadi pencemaran air baku.

DAFTAR PUSTAKA

- Ayu, H.M. dan Catur, R. 2015. Pemantauan Kualitas Fisiko-Kimia Air di Mata Air Nyolo, Curah Glogo Dan Curah Lang-Lang Desa Ngenep Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang. **Jurnal Biotropika** 3, 2: 1-2
- BPS. 2018. **Salatiga dalam Angka 2018**. Salatiga: Badan Pusat Statistik
- BSN. 2011. **Standar Nasional Indonesia (SNI) CAC/RCP 1:2011 Rekomendasi Nasional Kode Praktis Prinsip Umum Higienie Pangan**. Jakarta: BSN.
- Carbone, T. A., and Tippet, D. D. 2004. Project risk management using the project risk FMEA. **Engineering Management Journal** Vol. 16 No. 4.
- Carlson, C. S. 2004. **Effective FMEAS: Achieving Safe, Reliable, And Economical Products And Processes Using Failure Mode And Effects Analysis**. USA: ReliaSoft Corporation
- Chiozza, M. L., and Ponzetti, C. 2009. **FMEA: A Model For Reducing Medical Errors**. *Clinica Chimica Acta Article Vol. 404 Issue 1 Page 75-78*.
- Codex Alimentarius Commission. 1997. **General Requirements (Food Hygiene)**. Roma: FAO/WHO.
- Dagsuyu, C., Gocmen, E., Narli, M., dan Kokangul, A. 2016. Classical and fuzzy FMEA risk analysis in a sterilization unit. **Journal of Computers and Industrial Engineering** No. 101 page 286-294.
- Immamoto, T. 2008. Perivesical Abscess Caused by Migration of a Fishbone from The Intestinal cat. **International Journal of Urology**. Vol. 9 (405-409).

- IUWASH. 2015. **Kajian Kerentanan dan Rencana Adaptasi Penyediaan Air Minum PDAM Kota Salatiga**. USAID/IUWASH
- Hassan, F. 2016. **Kajian Penerapan Sistem Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) di IPAM Porong PDAM Delta Tirta Sidoarjo**. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Jun, L. dan Huibin, X. 2012. **Reability Analysis Of Aircraft Equipment Based On FMECA**.
- Khan, S., Shahnaz, M., Jehan, N., Rehman, S., Shah, M.T., Din, I. 2013. "Drinking Water Quality and Human Health Risk in Charsadda District, Pakistan". **Spec. Vol. Water Waste Wisdom Wealth**, 60: 93-101
- Masduqi, A., dan Assomadi, A.F. 2012. **Operasi Dan Proses Pengolahan Air**. Surabaya: ITS Press
- Mortimore, S. dan Wallace, C. 1996. **HACCP Guides Practice**. Paris: Polytechnica.
- Muralikrishna, I. V. dan Manickam, V. 2017. Principles and Design of Water Treatment. **Environmental Management** 1, 11: 209–248.
- Nicholas, C.P. 2002. **Handbook of Water and Wastewater Treatment Technologies**. United States of America: Butterworth-Heinemann
- Orriss, G.dan Whitehead, A.J. 2000. "Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) as A Part of An Overall Quality Assurance System in International Food Trade". **Food Control** 11, 20: 145-150.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2010. **Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/Menkes/PER/IV/2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum**.

- Qasim, S.R., Motley, E.M. dan Guang, Z. 2000. **Water Works Engineering-Planning, Design, and Operation**. Prentice-Hall: Upper Saddle River
- Shiklomanov, I. 1993. **Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources**. New York : Oxford University Press
- Soemirat, J. 2000. **Kesehatan Lingkungan**. Bandung : Gadjah Mada University Press
- Sudarmaji. 2005. Analisis Bahaya dan Pengendalian Titik Kritis. **Jurnal Kesehatan Lingkungan** 1, 2:183-190.
- Villarini, M., Cesarotti, V., Alfonsi, L., dan Introna, V. 2017. Optimization Of Photovoltaic Maintenance Plan By Means Of A FMEA Approach Based On Real Data. **Journal of Energy Conversation and Mangement**.
- Wahyuningsih, I., Juli. 2018. **Pengurangan Risiko Kegagalan Kualitas Produksi Air Minum Isi Ulang Kecamatan Gubeng Kota Surabaya Menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)***. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wescoat, J. L. 2001. **Water Resources. International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences**, 16382–16387.
- Winarno, F.G. dan Surono. 2002. **HACCP dan Penerapannya Dalam Industri Pangan**. Bogor: M-Brio Press
- Wiyono, N., Faturrahman, A., Syaquiah, I. 2017. "Sistem Pengolahan Air Minum Sederhana (Portable Water Treatment)". **Konversi**, 6: 1

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN A

Kuisisioner Aspek Keseluruhan PDAM

Kuisisioner ini digunakan untuk studi penelitian Tugas Akhir yang dilaksanakan oleh Mahasiswa S1 Teknik Lingkungan ITS bernama **Abdullah Shabri Wibowo**.

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 :	

1. Aspek Pekerja (Man)

Berilah tanda centang (✓) pada kolom penilaian

Ket: 5 = selalu (**sekali atau lebih dalam 1 hari**)

4 = sering (**sekali atau lebih dalam 1 minggu**)

3 = kadang-kadang (**sekali dalam ≥ 1 bulan**)

2 = jarang (**sekali dalam ≥ 1 tahun**)

1 = tidak pernah (**sama sekali belum pernah melakukan**)

Untuk pertanyaan tertentu terdapat opsi jawaban yang dijelaskan di bawah pertanyaan.

Pertanyaan:

No	Pertanyaan	Jawaban Responden				
		5	4	3	2	1
1	Seberapa sering dilakukan pelatihan pekerja kasar lapangan?					
2	Apa rata-rata pendidikan terakhir pekerja kasar lapangan?					
	5 = Perguruan tinggi					
	4 = SMA					
	3 = SMP					
	2 = SD					

	1 = Tidak sekolah					
	Berapa rata-rata waktu pekerja kasar lapangan?					
	5 = 4 jam per hari					
	4 = 6 jam per hari					
3	3 = 8 jam per hari					
	2= 6 jam per hari dan tambahan pekerjaan dini hari					
	1= 8 jam per hari dan tambahan pekerjaan dini hari					
4	Seberapa sering dilakukan evaluasi pekerja kasar lapangan?					
5	Seberapa sering dilakukan frekuensi monitoring pekerja kasar lapangan?					
6	Seberapa sering dilakukan evaluasi karyawan PDAM bagian teknik?					
7	Seberapa sering dilakukan workshop atau pelatihan untuk karyawan PDAM bagian teknik?					

2. Aspek Aset Bangunan (*Machine*)

Bagian A

Berilah tanda centang (✓) pada kolom penilaian

Ket: 5 = selalu (**sekali atau lebih dalam 1 hari**)

4 = sering (**sekali atau lebih dalam 1 minggu**)

3 = kadang-kadang (**sekali dalam $\geq$ 1 bulan**)

2 = jarang (**sekali dalam $\geq$ 1 tahun**)

1 = tidak pernah (**sama sekali belum pernah melakukan**)

Pertanyaan:

No	Pertanyaan	Jawaban Responden				
		5	4	3	2	1
1	Seberapa sering dilakukan pemantauan kondisi bangunan intake air baku?					
2	Seberapa sering dilakukan pengurusan reservoir?					
3	Seberapa sering dilakukan pemantauan kondisi resevoir?					
4	Seberapa sering dilakukan pemantauan kondisi pompa?					
5	Seberapa sering dilakukan pemantauan kondisi perpipaan?					

No	Pertanyaan	Jawaban Responden				
		5	4	3	2	1
6	Seberapa sering dilakukan pemantauan kondisi medan perpipaan?					

Bagian B

Berilah tanda centang (√) pada kolom penilaian

Ket. 5 = Sangat baik

4 = Baik, hanya perlu perawatan

3 = Sedang, perlu ada sedikit perbaikan

2 = Buruk, perlu ada rehabilitasi sebagian

1 = Sangat buruk, perlu ada rehabilitasi keseluruhan

Pertanyaan:

No	Pertanyaan	Jawaban Responden				
		5	4	3	2	1
1	Bagaimana kelayakan kondisi bangunan intake air baku?					
2	Bagaimana kelayakan kondisi reservoir?					
3	Bagaimana kelayakan kondisi perpipaan reservoir?					
4	Bagaimana kelayakan kondisi perpipaan transmisi?					

3. Aspek Bahan Baku (*Material*)

Berilah tanda centang (√) pada kolom penilaian

Ket.: Opsi jawaban dijelaskan di bawah pertanyaan.

Pertanyaan:

No	Pertanyaan	Jawaban Responden				
		5	4	3	2	1
1	Bagaimana kualitas air baku saat ini? 5= Sangat baik, semua memenuhi baku mutu 4= Baik, ada 1 bau mutu tidak terpenuhi 3=Sedang, ada 2-3 baku mutu tidak terpenuhi 2= Buruk, ada 3-4 baku mutu tidak terpenuhi 1= Sangat buruk, ada >5 baku mutu tidak terpenuhi					

No	Pertanyaan	Jawaban Responden				
		5	4	3	2	1
2	Bagaimana kuantitas air baku saat ini?					
	5= Sangat melimpah					
	4= Banyak					
	3= Cukup					
	2= Kurang					
	1= Sangat kurang					

4. Aspek Manajemen dan Monitoring (*Method*)

Berilah tanda centang (√) pada kolom penilaian

Ket.: Opsi jawaban dijelaskan di bawah pertanyaan.

Pertanyaan:

No	Pertanyaan	Jawaban Responden				
		5	4	3	2	1
1	Apa saja yang menjadi parameter pengujian kualitas air?					
	5= Semua parameter wajib					
	4= Hanya parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan					
	3= Hanya parameter tertentu yang ditentukan					
	2= Hanya parameter yang dirasa sudah baik					
2	1= Tidak dilakukan pengujian hingga ada keluhan atau penyakit yang ditimbulkan					
	Bagaimana penentuan titik sampel untuk pengujian kualitas air minum?					
	5= Menguji sumber air baku dan keseluruhan proses produksi					
	4= Menguji sumber air baku, inlet dan outlet reservoir					
	3= Hanya menguji sumber air baku dan outlet reservoir					
3	2= Hanya menguji di dalam reservoir					
	1= Tidak melakukan pengujian					
	Bagaimana frekuensi pengujian kualitas air?					
	5= Sesuai Permenkes no. 736 tahun 2010, dan apabila ada perbaikan sistem					

No	Pertanyaan	Jawaban Responden				
		5	4	3	2	1
	4= Sesuai Permenkes no. 736 tahun 2010 3= Pengujian dilakukan hanya apabila hasil waktu sebelumnya buruk 2= Tidak dilakukan pengujian apabila hasil waktu sebelum sudah baik 1= Tidak terdapat pengujian hingga ada keluhan atau penyakit yang ditimbulkan					
4	Bagaimana pendataan hasil pengujian kualitas air? 5= Data terolah dengan baik, sesuai SOP, dan tidak ada data yang hilang 4= Data belum diolah, namun diarsip dan tidak ada yang hilang 3= Data diarsip namun ada beberapa data yang hilang 2= Data diarsip namun ada banyak data yang hilang 1= Tidak ada pengarsipan data					
5	Bagaimana kondisi pelaksanaan SOP? 5= Ada, selalu menerapkan 4= Ada, sering dijalankan 3= Ada, kadang dijalankan 2= Ada, tidak dijalankan 1= Tidak ada					
6	Bagaimana kondisi kontrolling SOP? 5= Evaluasi dan monitoring SOP berkala 4= Terdapat evaluasi namun tidak berkala 3= Terdapat evaluasi hanya dilakukan apabila terdapat kesalahan yang fatal 2= Tidak terdapat evaluasi berkala, hanya dalam bentuk catatan apabila ada kesalahan penerapan SOP 1= Tidak pernah dilakukan evaluasi					

5. Aspek Lingkungan Sekitar (*Environment*)

Berilah tanda centang (✓) pada kolom penilaian

Ket.: Opsi jawaban dijelaskan di bawah pertanyaan.

No	Pertanyaan	Jawaban Responden				
		5	4	3	2	1
	Apakah terdapat <i>illegal tapping</i> ?					
	5= Tidak terdapat illegal tapping 4= Tidak terdapat illegal tapping namun berpotensi ada pada musim kemarau 3=Terdapat sedikit illegal tapping namun langsung ditangani 2=Terdapat illegal tapping namun penanganan belum cepat 1=Illegal tapping hingga mempengaruhi kebutuhan konsumen secara signifikan					
	Bagaimana kondisi pemahaman masyarakat tentang pentingnya menjaga lingkungan di sekitar mata air?					
	5= Masyarakat selalau merawat daerah imbuhan mata air 4= Masyarakat mengerti akan kondisi daerah imbuhan mata air 3= Masyarakat mengerti namun tidak merawat ataupun mencemari 2= Masyarakat tidak mengerti dan terkadang mencemari 1= Masyarakat tidak peduli dan sering terjadi pencemaran					

Kuesioner Kondisi Permasalahan

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? Apabila ada mohon disebutkan!					
2	Apakah terdapat kendala pada pompa air baku? Apabila ada mohon disebutkan!					
3	Apakah terdapat kendala pada reservoir? Apabila ada mohon disebutkan!					
4	Apakah terdapat kendala pada sistem perpipaan transmisi? Apabila ada mohon disebutkan!					
5	Apakah terdapat keluhan pelanggan yang diterima?					

No	Pertanyaan	Jawaban Responden				
		1	2	3	4	5
	Apabila ada mohon disebutkan yang paling sering diterima! 					
6	Apakah terdapat permasalahan pada para pekerja? Apabila ada mohon disebutkan! 					
7	Apakah terdapat permasalahan pada masyarakat di daerah sekitar mata air? Apabila ada mohon disebutkan! 					

LAMPIRAN B

Kuisisioner Kondisi Manajemen dan Sumber Daya Manusia

Kuisisioner ini digunakan untuk studi penelitian Tugas Akhir yang dilaksanakan oleh Mahasiswa S1 Teknik Lingkungan ITS bernama **Abdullah Shabri Wibowo**.

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* meliputi rehabilitasi atau perbaikan jaringan perpipaan per harinya?

.....

2. Bagaimana periode kerjanya?

☐ Harian ☐ 6 Hari - 1 Bulan

☐ 1 - 3 Bulan ☐ 3 Bulan - 1 Tahun

☐ 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 Pekerja

1. Apa rata-rata pendidikan terakhir tenaga *maintenance* jaringan perpipaan?

.....
.....

2. Apakah terdapat pelatihan atau pencerdasan berkala mengenai metode pengawasan dan pengendalian kualitas pada sistem produksi?

☐

Ya

☐

Tidak

3. Jika ada, pelatihan apa saja yang pernah dilakukan?

.....
.....

4. Jika tidak apakah ada rencana untuk membuat pelatihan tersebut?

.....
.....

c. Faktor Ketercapaian SOP

1. Apakah terdapat SOP khusus untuk tenaga *maintenance* pada keseluruhan sistem jaringan perpipaan?

☐

Ya

☐

Tidak

2. Apakah terdapat SOP pada setiap pekerjaan perawatan atau perbaikan jaringan perpipaan?

☐ Ya ☐ Tidak

3. Apakah terdapat pula metode pengawasan untuk megontrol SOP tersebut sudah berjalan dengan baik atau tidak?

☐ Ya ☐ Tidak

4. Apakah terdapat evaluasi rutin yang dilakukan guna memonitoring kinerja pekerja?

☐ Ya ☐ Tidak

5. Jika ada, bagaimana periode dilakukanya evaluasi pekerja tersebut?

.....
.....

6. Jika tidak, adakah rencana untuk menciptakan metode evaluasi kinerja pekerja?

.....
.....

➤ **Unit Intake dan Pompa Air Baku**

1. Apakah terdapat SOP ataupun metode pengawasan terhadap **pengoperasian** unit intake?

☐ Ya ☐ Tidak

2. Apakah terdapat SOP ataupun metode pengawasan dan **pengendalian kualitas** pada unit intake?

☐ Ya ☐ Tidak

3. Apakah terdapat SOP ataupun metode pengawasan terhadap **pengoperasian** pompa air baku?

☐ Ya ☐ Tidak

4. Apakah terdapat monitoring untuk SOP tersebut sudah berjalan baik atau tidak?

☐ Ya ☐ Tidak

➤ **Jaringan Perpipaan**

1. Apakah terdapat SOP ataupun metode pengawasan dan pengendalian kualitas pada jaringan perpipaan?

☐

Ya

☐

Tidak

2. Apakah terdapat monitoring untuk SOP tersebut sudah berjalan baik atau tidak?

☐

Ya

☐

Tidak

LAMPIRAN C

Kuesioner Konsumen PDAM Kota Salatiga

Perkenalkan saya Abdullah Shabri Wibowo, mahasiswa S1 Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya yang sedang melaksanakan penelitian. Saya memohon bantuan untuk mengisi kuesioner berikut yang berkaitan dengan kepuasan pelanggan akan air PDAM Kota Salatiga. Mohon Bapak/Ibu/Saudara/I mengisi sesuai dengan keadaan yang dialami saat ini.

Nama Lengkap Kepala Keluarga :
Jenis Kelamin :
Alamat :
Kelurahan :
Kecamatan :
Kabupaten/Kota :

PETUNJUK PENGISIAN:

Bacalah dengan seksama dan isilah secara singkat jelas atau beri tanda centang (☐) pada tempat yang disediakan!

1. Sejak tahun berapa Bapak/Ibu berlangganan air PDAM?

.....

2. Aktivitas apa saja yang Bapak/Ibu lakukan menggunakan air PDAM?
(Bisa centang lebih dari satu)

- ☐ Kebutuhan MCK
- ☐ Memasak
- ☐ Mencuci kendaraan
- ☐ Menyiram tanaman
- ☐ Lainnya, misal....

3. Apakah Bapak/Ibu menggunakan tandon air untuk menampung air dari PDAM Sebelum digunakan?

- ☐ Iya
- ☐ Tidak

4. Untuk kebutuhan air minum apakah Bapak/Ibu mengonsumsi air PDAM secara langsung (diminum langsung tanpa dimasak)? **(Centang salah satu)**

- ☐ Ya, langsung diminum
- ☐ Tidak, dimasak dulu
- ☐ Tidak, tidak menggunakan air PDAM untuk kebutuhan air minum (membeli air galon dll)

5. Apa keluhan yang pernah dirasakan oleh Bapak/Ibu akan air PDAM Kota Salatiga? **(Bisa centang lebih dari satu)**

- ☐ Tidak ada keluhan
- ☐ Air sering mati atau aliran air kecil
- ☐ Air keruh atau terdapat kotoran
- ☐ Air berbau seperti besi
- ☐ Air terlalu berbau kaporit
- ☐ Lainnya, misal.....

6. Jika air sering mati atau aliran air kecil, biasanya terjadi pada jam berapa? **(Jika tidak, tidak usah diisi)**

.....
.....

7. Dari pengalaman selama menjadi pelanggan PDAM Kota Salatiga, apakah menurut Bapak/Ibu air PDAM Kota Salatiga sudah layak digunakan? **(Centang salah satu)**

- ☐ Sudah sangat layak, secara keseluruhan air PDAM sudah sangat memuaskan
- ☐ Sudah layak, namun terkadang masih ada masalah, perlu peningkatan
- ☐ Belum layak, masih banyak sekali kekurangan dan keluhan

8. Kritik dan saran untuk PDAM Kota Salatiga **(Tidak wajib diisi)**

.....
.....

LAMPIRAN D

**Tabel Jangka Waktu Pemeliharaan SPAM Peraturan Menteri
Pekerjaan Umum No. 27 Tahun 2016**

N O.	KOMPONEN SPAM	PEMELIHARAAN	
		RUTIN	BERKALA
1	2	3	4
1	UNIT AIR BAKU		
A	KONSTRUKSI INTAKE		
	- Bendung - Bangunan	-	Ya
	- Peninggi Muka Air		
	- Bangunan Penangkap Air	-	Ya
	- Penampung Lumpur/Grit Chamber	-	Ya
	- Casing Pipa	-	Ya
	- Saluran Pembuang	-	Ya
	- POMPA AIR BAKU		
	- Pompa (Centrifugal, <i>Submersible</i>)	Ya	-
	- Perpipaan	Ya	-
	- Water Level Control/Peil Penduga Tinggi Air	Ya	-
	- ALAT UKUR		
	- (Cipoletti, Thompson, Digital Water Meter)	Ya	-
	- Kualitas & Kuantitas Air Baku	Ya	-
	- PERALATAN MEKANIKAL		
	- Pintu sampah/jeruji	-	Ya
	- Pintu Sorong	-	Ya
	- PERALATAN ELEKTRIKAL		
	- Penangkal Petir	-	Ya
	- Panel-Panel Pompa	Ya	-
	- Lampu Penerangan	-	Ya
	- Sistem Pengkabelan	-	Ya
2	UNIT PRODUKSI		
	- BAK PRESEDIMENTASI	-	Ya
	- Saluran Inlet / Outlet	-	Ya
	- Bak Pembagi	-	Ya
	- Pipa-Pipa / Saluran Pembuang Lumpur	-	Ya

N O.	KOMPONEN SPAM	PEMELIHARAAN	
		RUTIN	BERKALA
1	2	3	4
	- Bak Lumpur	-	Ya
	- Alat-alat Mekanis & Elektrik	-	Ya
	- SISTEM PEMBUBUH BAHAN KIMIA/ POMPA DOSERING / BAK MOHM		
	- Pompa Dosing	Ya	-
	- Alat-Alat Mekanis & Elektrik	-	Ya
	BAK PENCAMPUR BAHAN KIMIA/ - FLOKULATOR/KOAGULASI		
	- Kualitas/Kuantitas Dosis	Ya	-
	- BAK SEDIMENTASI		
	- <i>Plate Settler/Tube Settler</i>	-	Ya
	- Sistem Pembuang Lumpur dan <i>Hopper</i>	-	Ya
	- Kualitas Air	Ya	-
	- Dinding/Bak Sedimentasi	-	Ya
	- BAK AERASI		
	- Bangunan Cascade	-	Ya
	- Alat-Alat Mekanikal & Listrik	-	Ya
	- Kualitas Air	Ya	-
	BANGUNAN SARINGAN PASIR/TANGKI		
	- FILTER/FILTER GALERY		
	- Pompa <i>Back Wash + Blower</i>	-	Ya
	- <i>Water Level Indicator</i>	Ya	-
	- Media Pasir	-	Ya
	- Sistem <i>Underdrain</i>	-	Ya
	- Kualitas Air	Ya	-
	- BANGUNAN LABORATORIUM/ RUANG KIMIA		
	- Sistem Penerangan/Ventilasi	Ya	-
	- KANTOR, RUANG ADMINISTRASI, RUANG KARYAWAN / OPERATOR		
	- Penerangan	Ya	-
	- Pendinginan Ruangan	Ya	-
	- PERALATAN MEKANIKAL		

N O.	KOMPONEN SPAM	PEMELIHARAAN	
		RUTIN	BERKALA
1	2	3	4
3	- PERALATAN ELEKTRIKAL		
	- RUMAH POMPA		
	- Alat Ukur (<i>Digital Water Meter</i>)	Ya	-
	- Manometer, Alat Pelengkap	Ya	-
	- RESERVOIR PENAMPUNG AIR MINUM		
	- Kebersihan	-	Ya
	- Kebocoran	-	Ya
	- Pipa Drainaged	-	Ya
	- Kualitas Air	Ya	-
	- GUDANG BAHAN KIMIA		
	- Stok Bahan Kimia	-	Ya
	- Kelembaban, Suhu Ruang, Penerangan, Ventilasi	-	Ya
	- BENGKEL/WORKSHOP	-	Ya
	- GUDANG PIPA/WARE HOUSE	-	Ya
	- POWER HOUSE		
	- Traffo	-	Ya
	- Generator Set	-	Ya
	UNIT DISTRIBUSI		
	TANGKI <i>HYDROPHOR/ANTI WATER</i>		
	- HAMMER	Ya	Ya
	- PERPIPAAN TRANSMISI		
	- Alat Ukur	-	Ya
	- Tekanan Air	Ya	-
	- RESERVOIR		
	- Inlet & Outlet Pipa	-	Ya
	- Alat Ukur	Ya	-
	- Kualitas Air	Ya	-
	- JARINGAN PIPA DISTRIBUSI		

N O.	KOMPONEN SPAM	PEMELIHARAAN	
		RUTIN	BERKALA
1	2	3	4
4	- Jaringan Distribusi Utama (Distribusi Primer)	-	Ya
	- Jaringan Distribusi Pembawa (Distribusi Sekunder)	-	Ya
	- Jaringan Distribusi Pembagi (Distribusi Tertier)	Ya	-
	- Gate Valve Zoning Sistem	-	Ya
	- JEMBATAN PIPA/ AIR RELIEVE/WASH OUT	-	Ya
	- MANHOLE/VALVE CHAMBER	-	Ya
	UNIT PELAYANAN		
	- SAMBUNGAN RUMAH/ HOUSE - CONNECTION		
	- Water Meter	Ya	-
	- Clamp Saddle		
	- Tekanan Air	Ya	-
	- Kualitas Air	Ya	-
	- Kontinuitas Air	-	-
	- KERAN UMUM/PUBLIC HYDRANT		
	- Water Meter	Ya	-
	- Perpipaan	-	Ya
	- Tekanan Air/ Manometer	Ya	-
	- Kualitas Air	-	-
	- Kontinuitas Air	-	-
	- HIDRAN KEBAKARAN		
	- Tekanan Air	-	Ya

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 6 Juni 2007

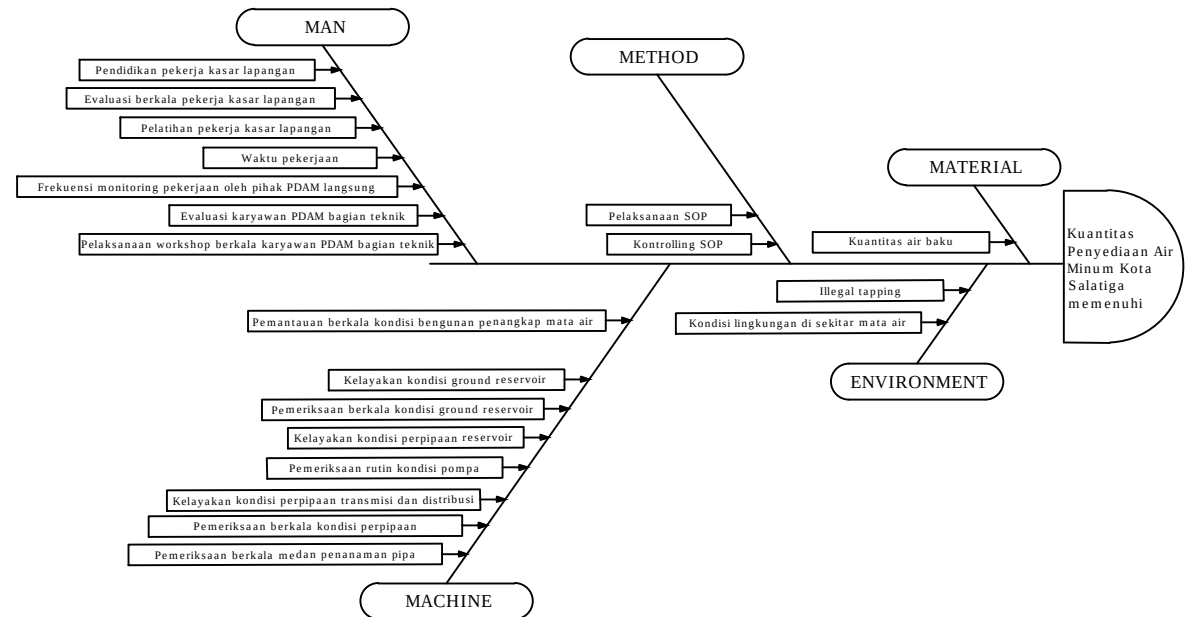
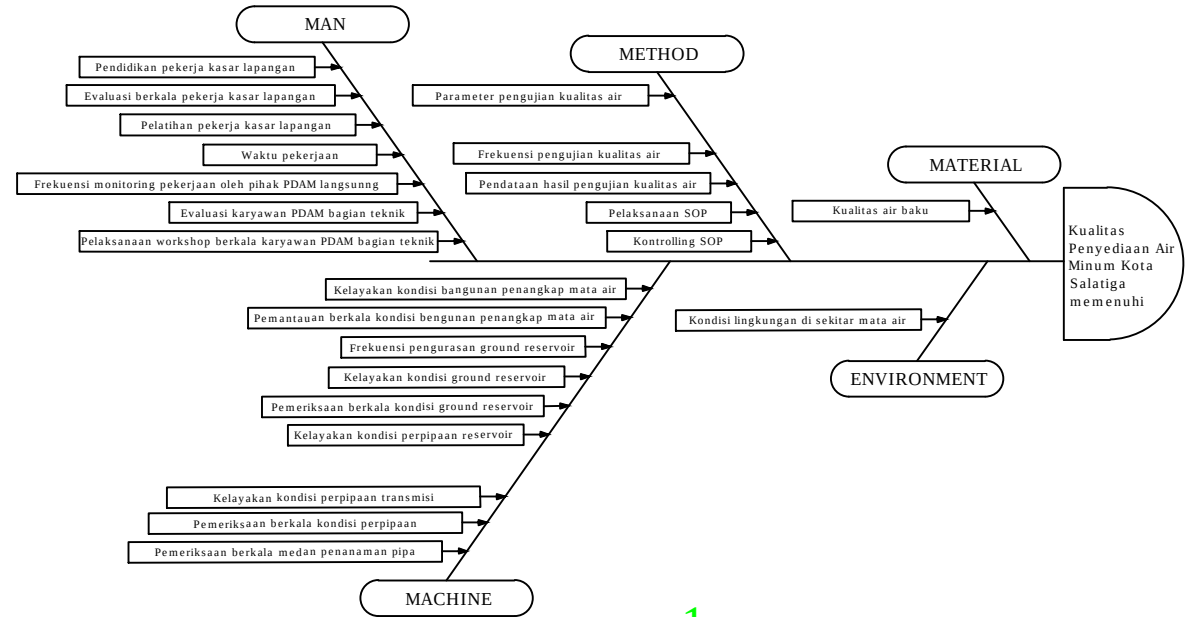
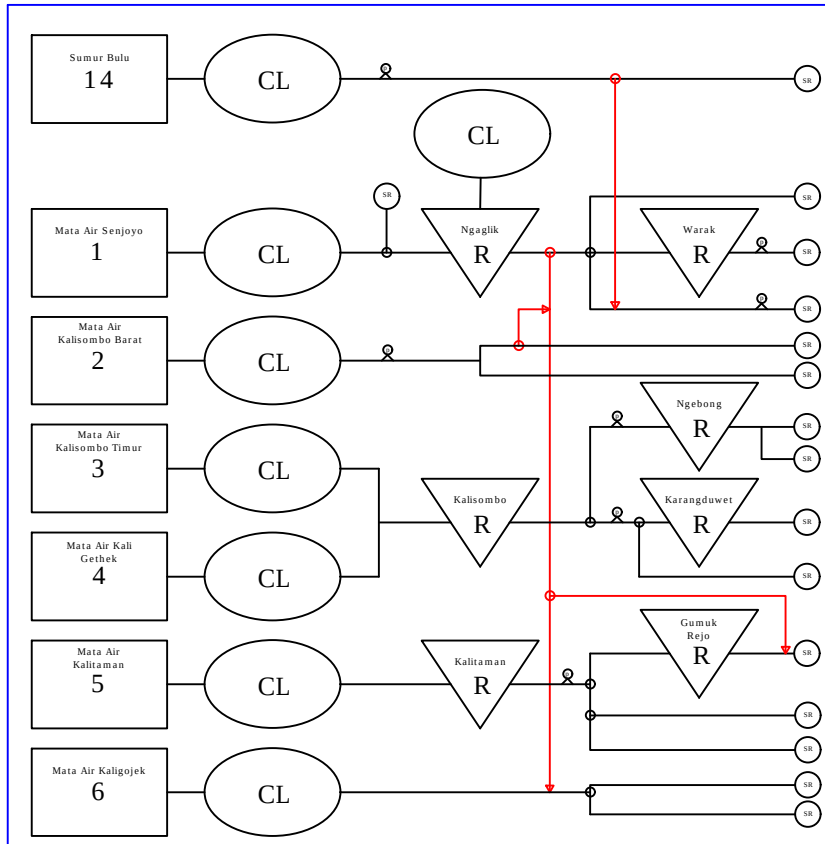
MENTERI PEKERJAAN UMUM



DJOKO KIRMANTO

LAMPIRAN E
Diagram *Fishbone* Tiap Sistem PDAM Kota Salatiga

Sistem 1



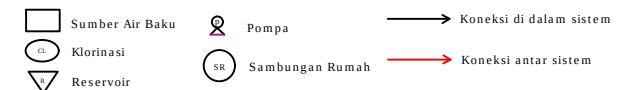
DEPARTEMEN
Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil
Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh
Nopember Surabaya

JUDUL TUGAS AKHIR
Aplikasi Metode Hazard Analysis Critical
Control Point (HACCP) untuk
Pengendalian Kualitas dan Kuantitas Air
Produksi PDAM Kota Salatiga

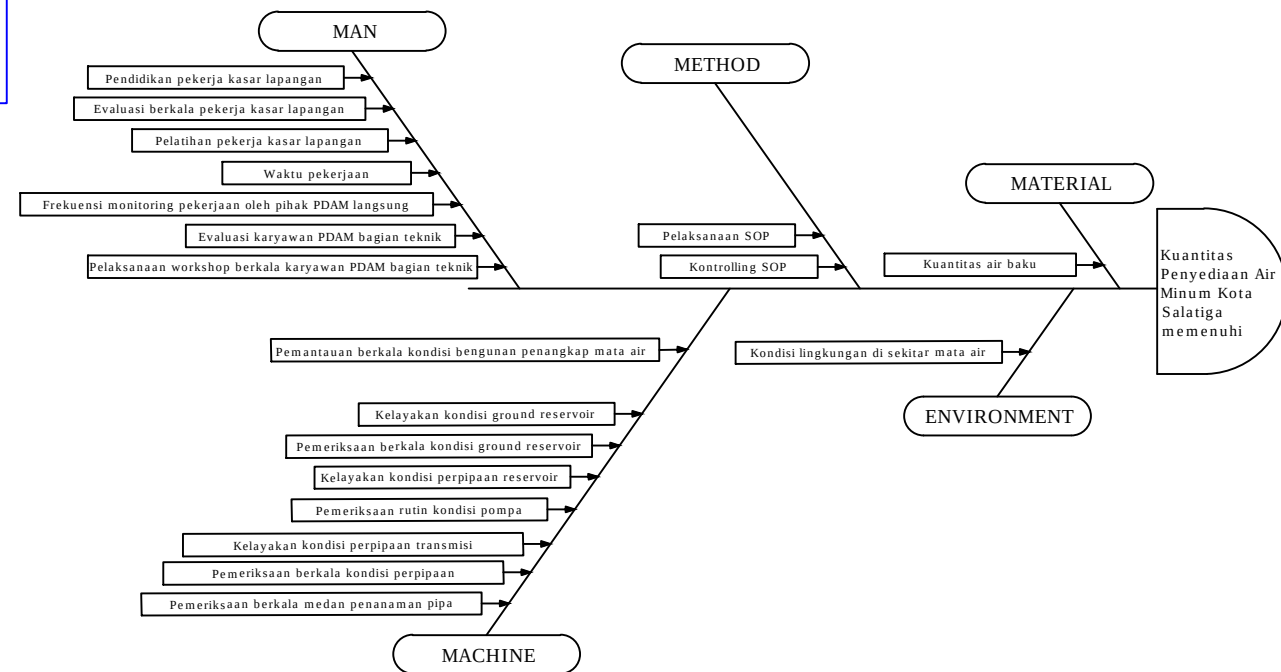
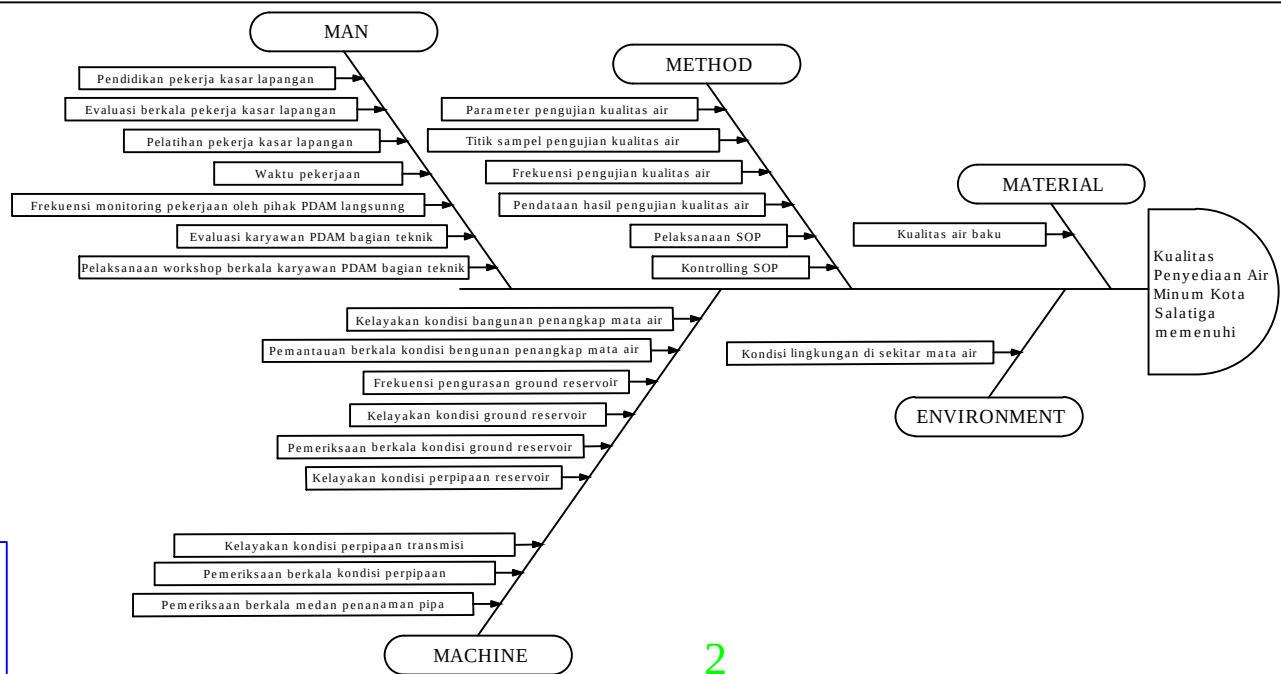
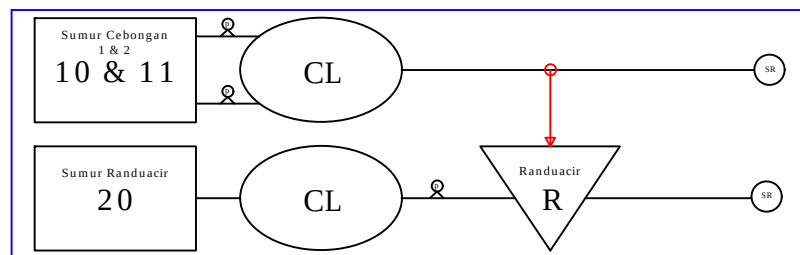
NAMA MAHASISWA
Abdullah Shabri Wibowo
0321154000001
DOSEN PEMBIMBING
Ir. Atiek Moesriati, M.Kes.
19570602 198903 2 002

JUDUL GAMBAR
Diagram Alir dan
Diagram Fishbone
NOMOR GAMBAR
1

KETERANGAN



Sistem 2



DEPARTEMEN
Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil
Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh
Nopember Surabaya

JUDUL TUGAS AKHIR
Aplikasi Metode Hazard Analysis Critical
Control Point (HACCP) untuk
Pengendalian Kualitas dan Kuantitas Air
Produksi PDAM Kota Salatiga

NAMA MAHASISWA
Abdullah Shabri Wibowo
0321154000001
DOSEN PEMBIMBING
Ir. Atiek Moesriati, M.Kes.
19570602 198903 2 002

JUDUL GAMBAR
Diagram Alir dan
Diagram Fishbone
NOMOR GAMBAR
2

KETERANGAN

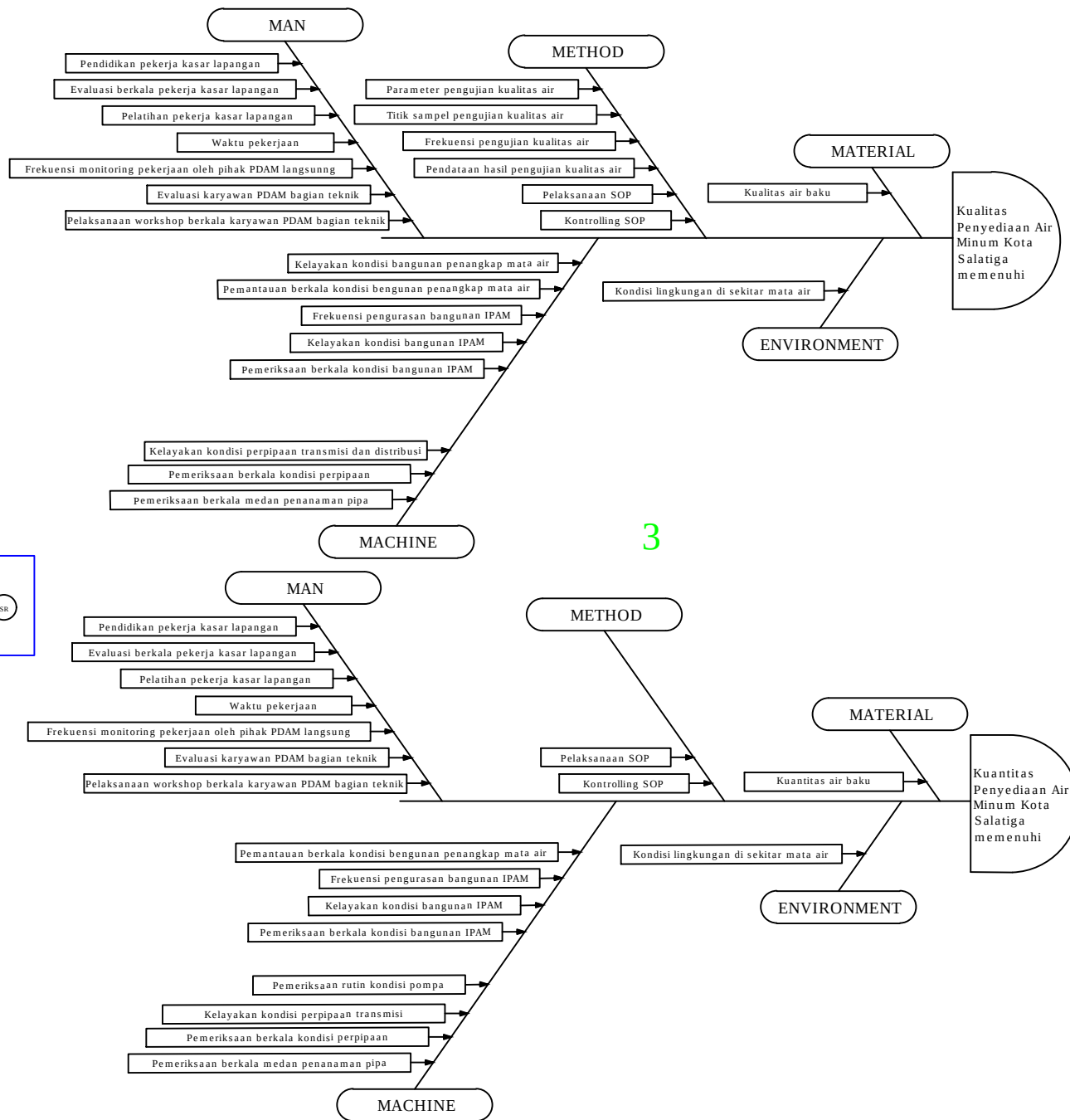
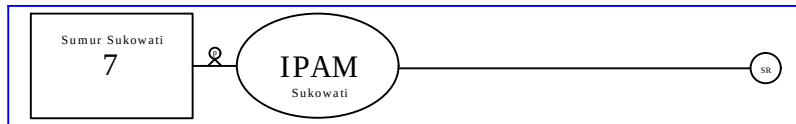
□ Sumber Air Baku
○ CL Klorinasi
▽ Reservoir

⊗ Pompa
⊙ SR Sambungan Rumah

→ Koneksi di dalam sistem
→ Koneksi antar sistem

3

Sistem 3



DEPARTEMEN
Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil
Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh
Nopember Surabaya

JUDUL TUGAS AKHIR
Aplikasi Metode Hazard Analysis Critical
Control Point (HACCP) untuk
Pengendalian Kualitas dan Kuantitas Air
Produksi PDAM Kota Salatiga

NAMA MAHASISWA
Abdullah Shabri Wibowo
0321154000001
DOSEN PEMBIMBING
Ir. Atiek Moesriati, M.Kes.
19570602 198903 2 002

JUDUL GAMBAR
Diagram Alir dan
Diagram Fishbone
NOMOR GAMBAR
3

KETERANGAN

□ Sumber Air Baku
○ Klorinasi
▽ Reservoir

⊗ Pompa
⊙ SR Sambungan Rumah

→ Koneksi di dalam sistem
→ Koneksi antar sistem



JUDUL GAMBAR	Diagram Alir dan Diagram Fishbone
NOMOR GAMBAR	4

 Sumber Air Baku
 Klorinasi
 Reservoir

 Pompa

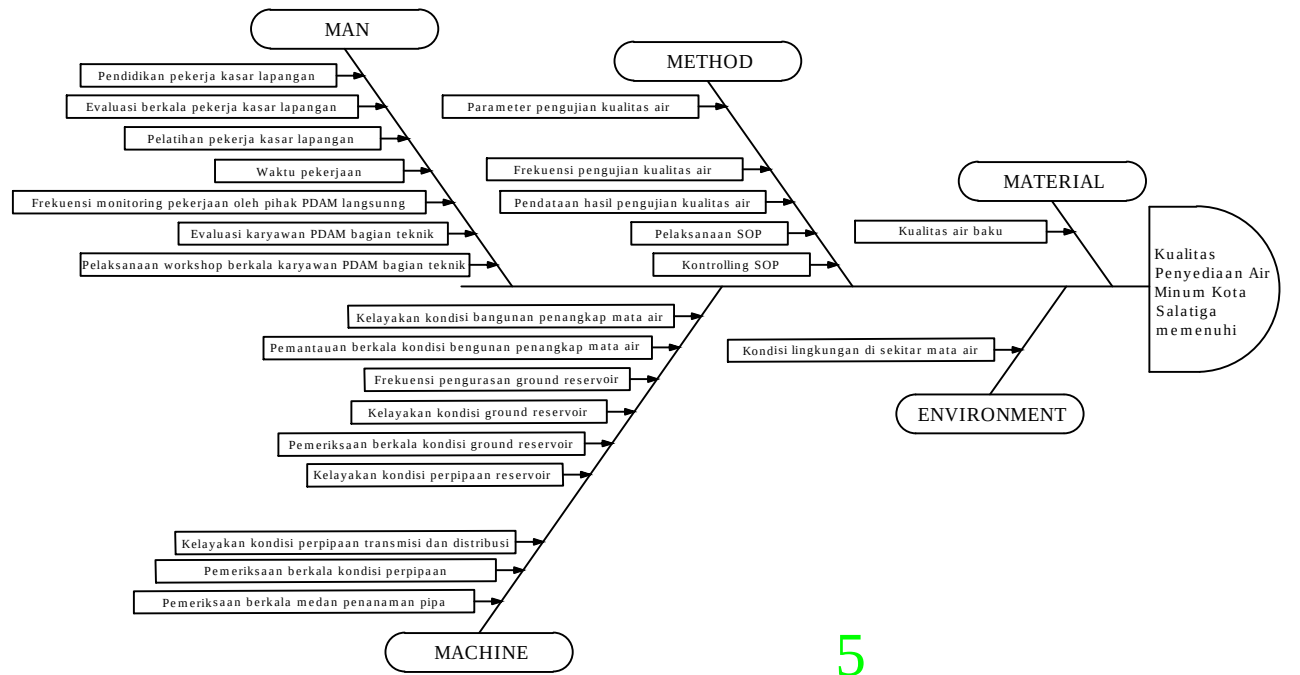
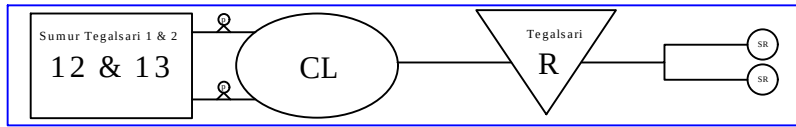
 Sambungan Rumah

→ Koneksi di dalam sistem

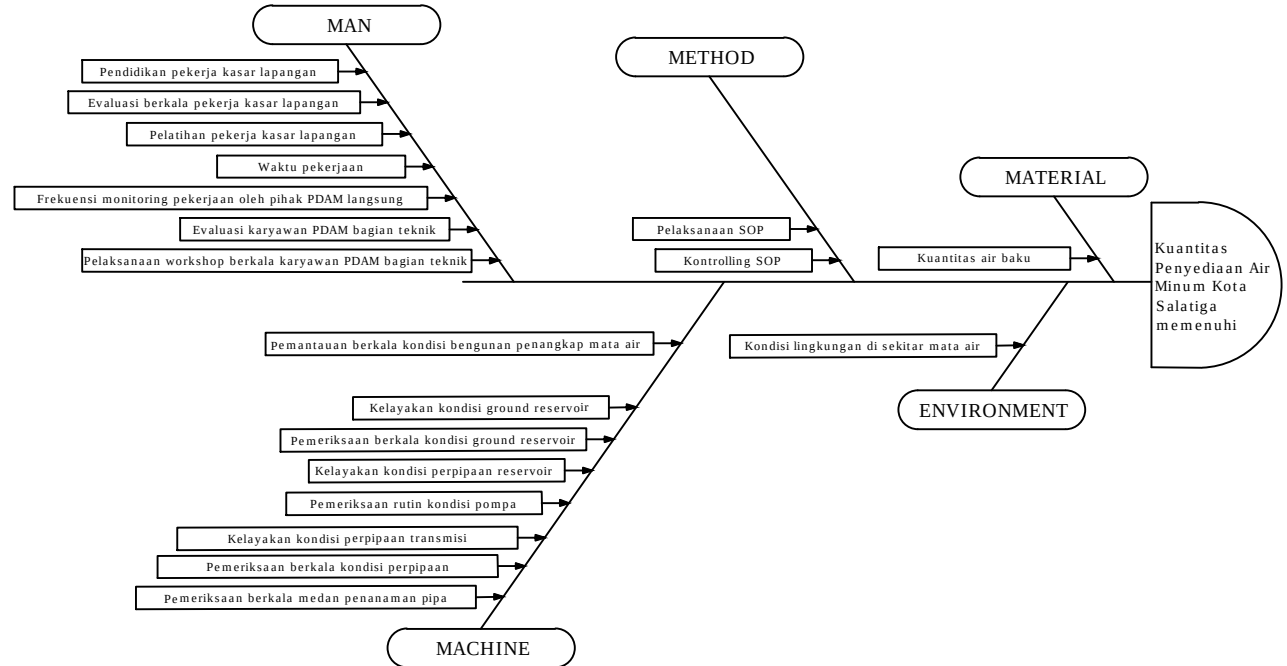
→ Koneksi antar sistem

Sistem 5

5



5



DEPARTEMEN
Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil
Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh
Nopember Surabaya

JUDUL TUGAS AKHIR
Aplikasi Metode Hazard Analysis Critical
Control Point (HACCP) untuk
Pengendalian Kualitas dan Kuantitas Air
Produksi PDAM Kota Salatiga

NAMA MAHASISWA
Abdullah Shabri Wibowo
03211540000001
DOSEN PEMBIMBING
Ir. Atiek Moesriati, M.Kes.
19570602 198903 2 002

JUDUL GAMBAR
Diagram Alir dan
Diagram Fishbone
NOMOR GAMBAR
5

KETERANGAN

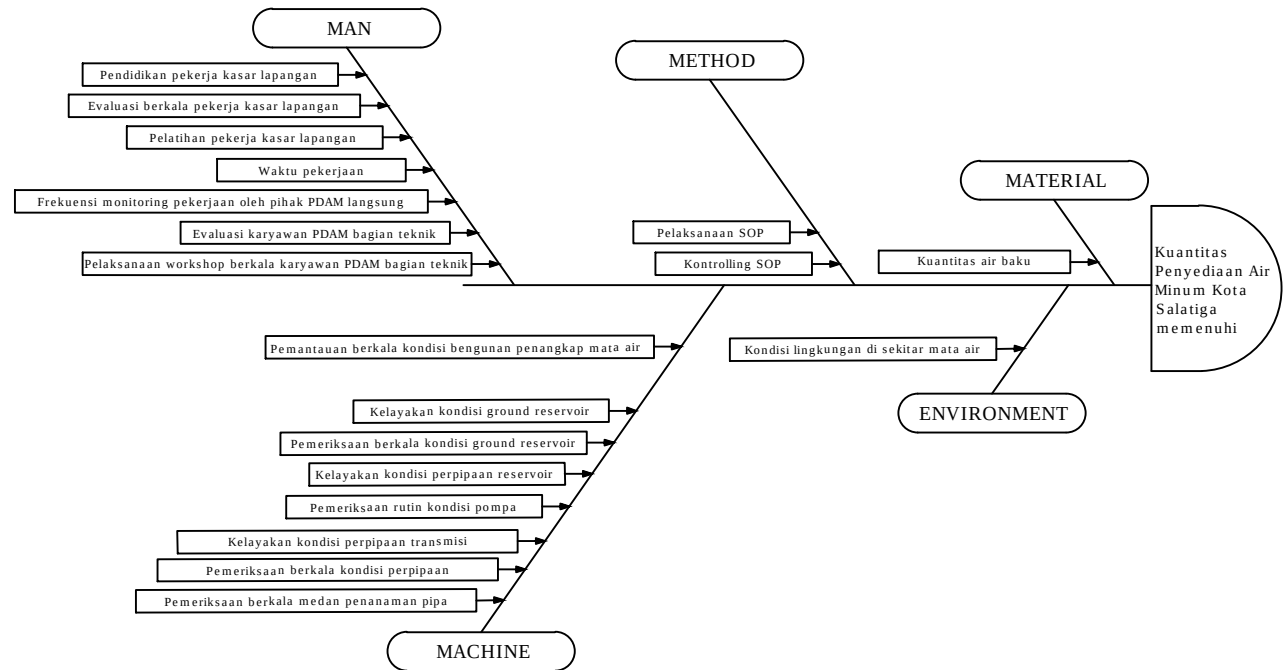
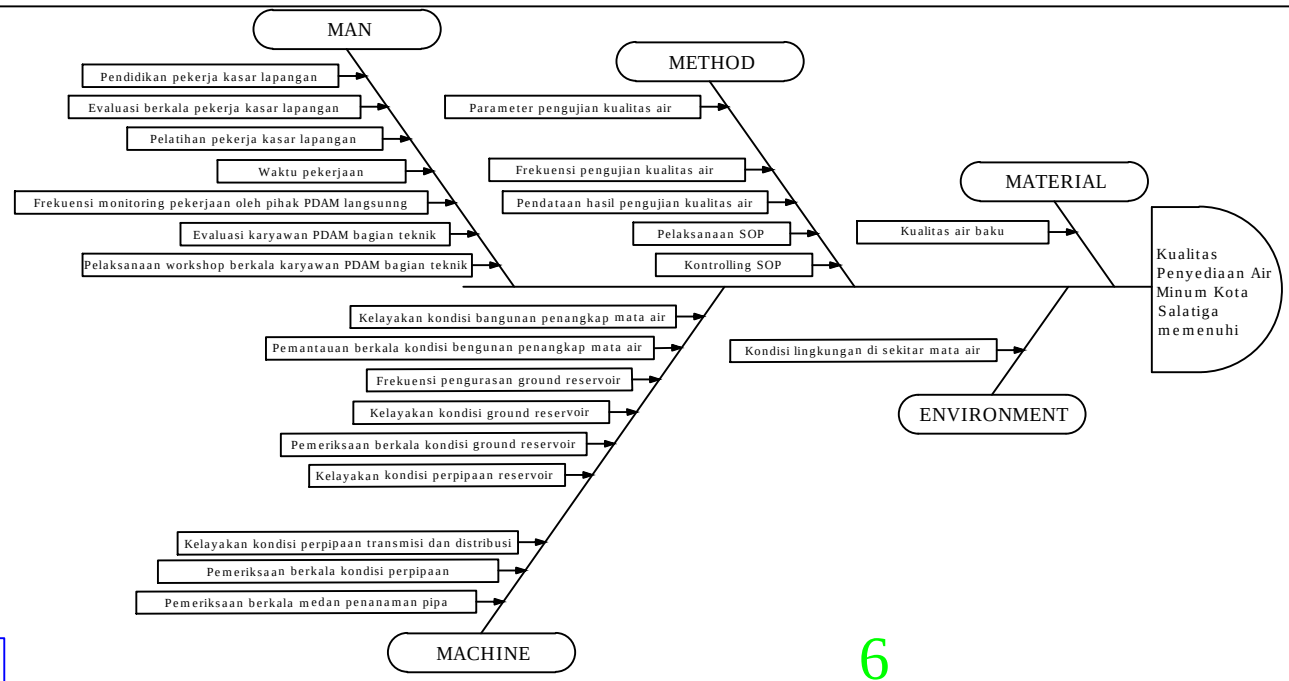
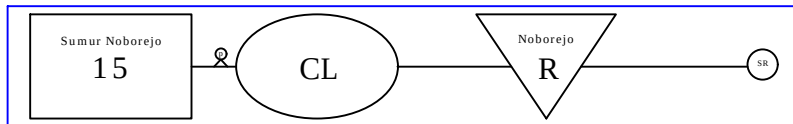
□ Sumber Air Baku
○ CL Klorinasi
▽ Reservoir

⊗ Pompa
⊙ SR Sambungan Rumah

→ Koneksi di dalam sistem
→ Koneksi antar sistem

6

Sistem 6



DEPARTEMEN
Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil
Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh
Nopember Surabaya

JUDUL TUGAS AKHIR
Aplikasi Metode Hazard Analysis Critical
Control Point (HACCP) untuk
Pengendalian Kualitas dan Kuantitas Air
Produksi PDAM Kota Salatiga

NAMA MAHASISWA
Abdullah Shabri Wibowo
03211540000001
DOSEN PEMBIMBING
Ir. Atiek Moesriati, M.Kes.
19570602 198903 2 002

JUDUL GAMBAR
Diagram Alir dan
Diagram Fishbone
NOMOR GAMBAR
6

KETERANGAN

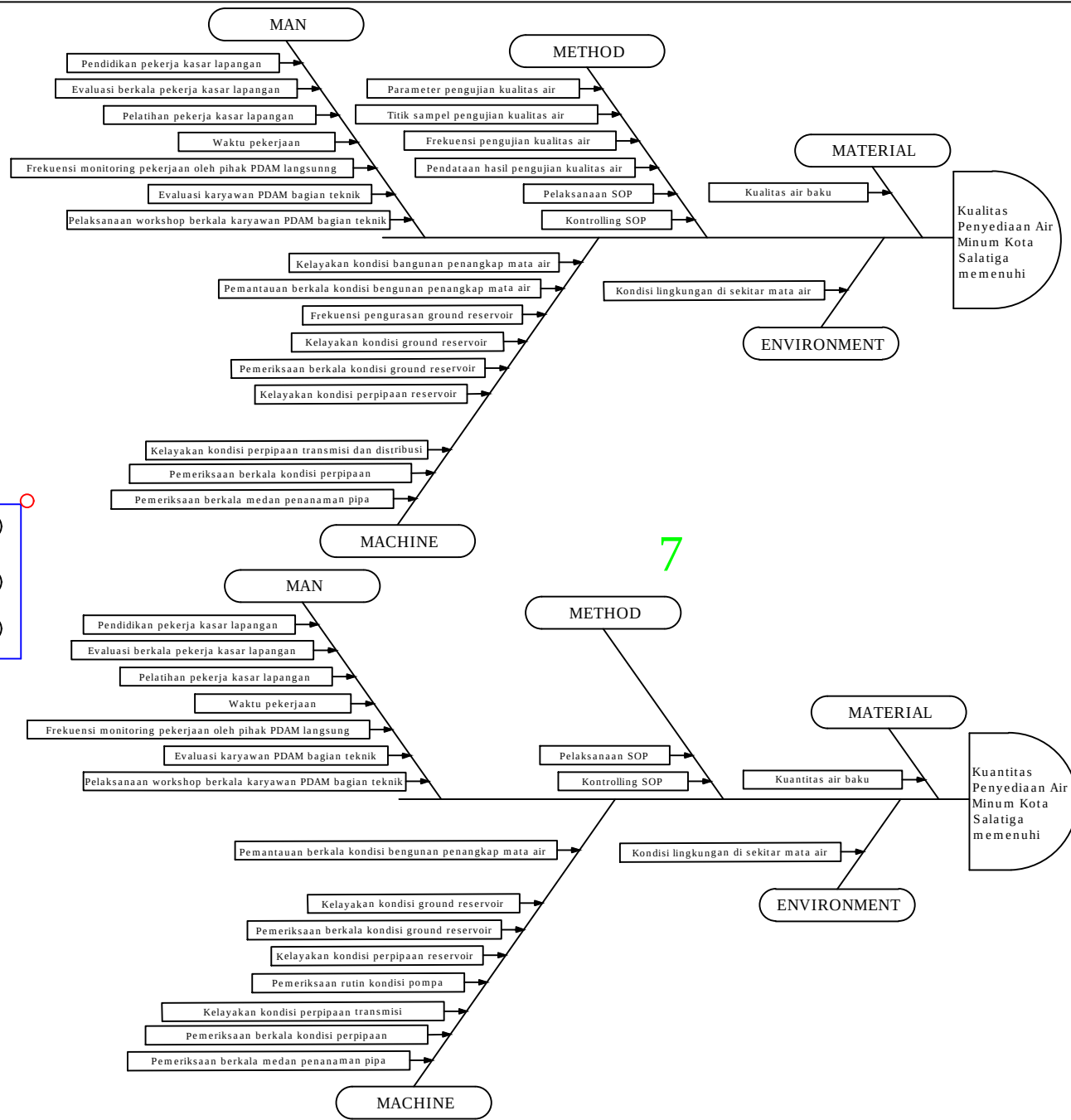
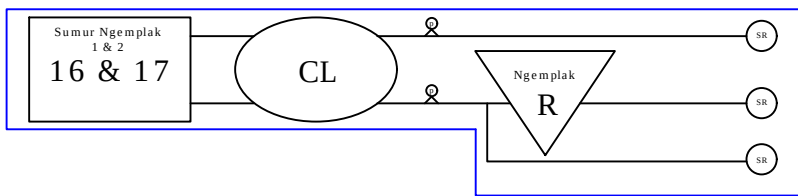
□ Sumber Air Baku
○ CL Klorinasi
▽ Reservoir

⊗ Pompa
⊙ SR Sambungan Rumah

→ Koneksi di dalam sistem
→ Koneksi antar sistem

Sistem 7

7



DEPARTEMEN
Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil
Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh
Nopember Surabaya

JUDUL TUGAS AKHIR
Aplikasi Metode Hazard Analysis Critical
Control Point (HACCP) untuk
Pengendalian Kualitas dan Kuantitas Air
Produksi PDAM Kota Salatiga

NAMA MAHASISWA
Abdullah Shabri Wibowo
03211540000001
DOSEN PEMBIMBING
Ir. Atiek Moesriati, M.Kes.
19570602 198903 2 002

JUDUL GAMBAR
Diagram Alir dan
Diagram Fishbone
NOMOR GAMBAR
7

KETERANGAN

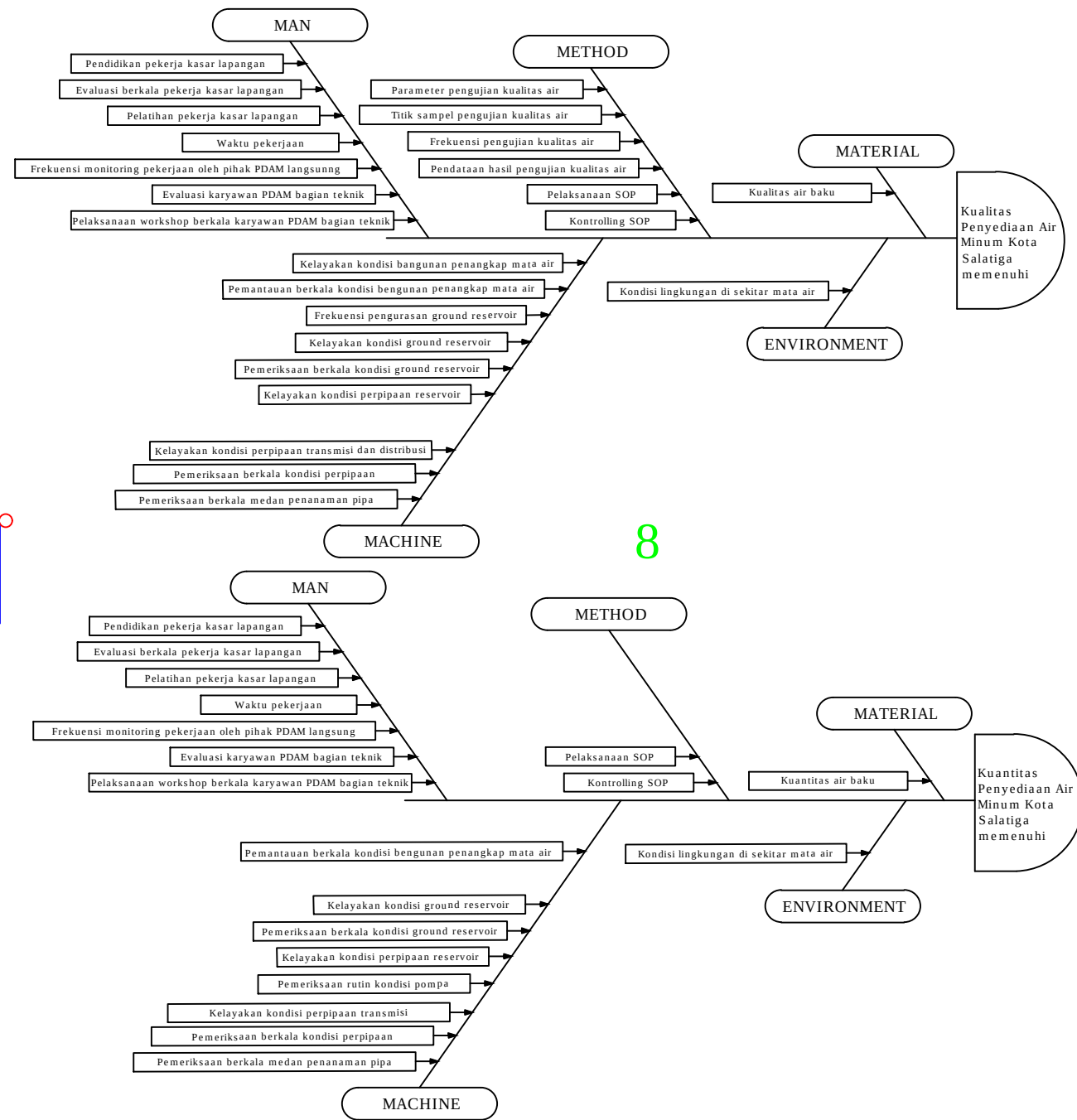
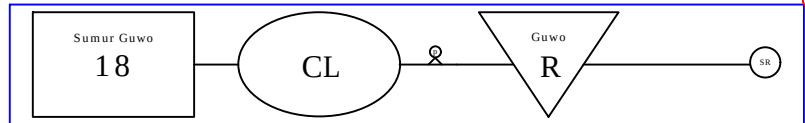
□ Sumber Air Baku
○ CL Klorinasi
▽ Reservoir

⊗ Pompa
⊙ SR Sambungan Rumah

→ Koneksi di dalam sistem
→ Koneksi antar sistem

Sistem 8

8



DEPARTEMEN
Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil
Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh
Nopember Surabaya

JUDUL TUGAS AKHIR
Aplikasi Metode Hazard Analysis Critical
Control Point (HACCP) untuk
Pengendalian Kualitas dan Kuantitas Air
Produksi PDAM Kota Salatiga

NAMA MAHASISWA
Abdullah Shabri Wibowo
03211540000001
DOSEN PEMBIMBING
Ir. Atiek Moesriati, M.Kes.
19570602 198903 2 002

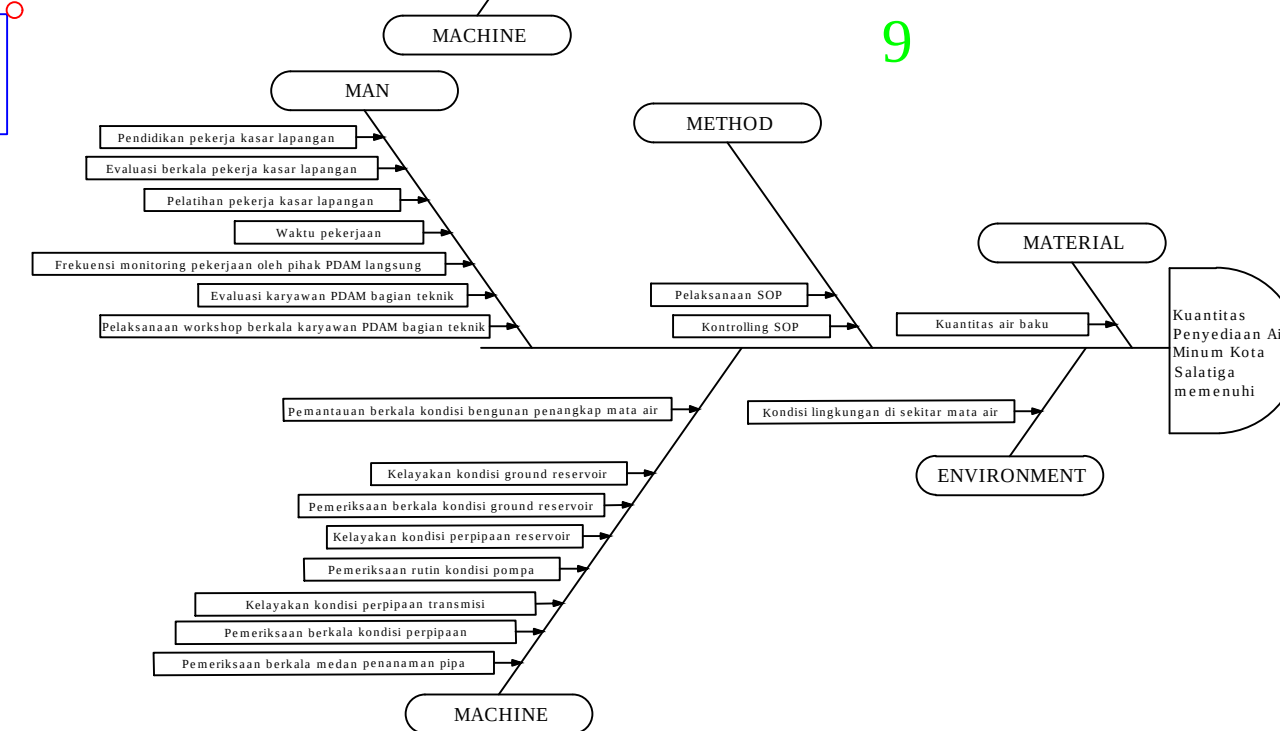
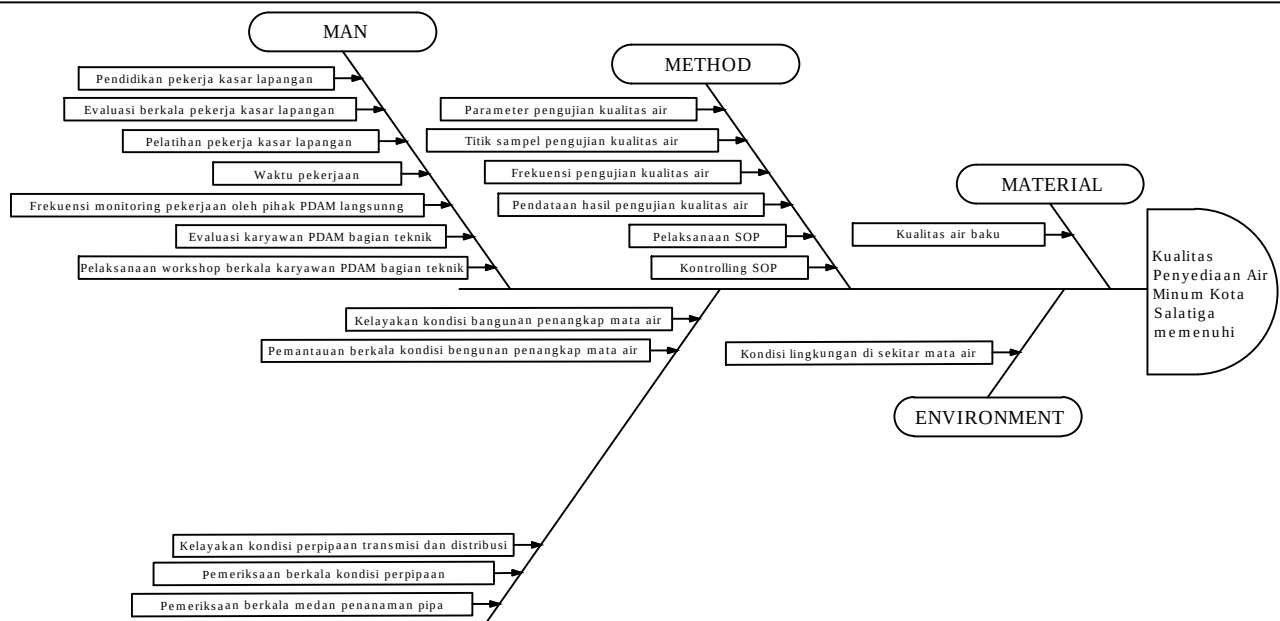
JUDUL GAMBAR
Diagram Alir dan
Diagram Fishbone
NOMOR GAMBAR
8

KETERANGAN

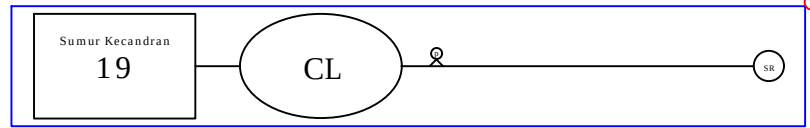
□ Sumber Air Baku
○ CL Klorinasi
▽ Reservoir

⊗ Pompa
⊙ SR Sambungan Rumah

→ Koneksi di dalam sistem
→ Koneksi antar sistem



Sistem 9



DEPARTEMEN
Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil
Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh
Nopember Surabaya

JUDUL TUGAS AKHIR
Aplikasi Metode Hazard Analysis Critical
Control Point (HACCP) untuk
Pengendalian Kualitas dan Kuantitas Air
Produksi PDAM Kota Salatiga

NAMA MAHASISWA
Abdullah Shabri Wibowo
03211540000001
DOSEN PEMBIMBING
Ir. Atiek Moesriati, M.Kes.
19570602 198903 2 002

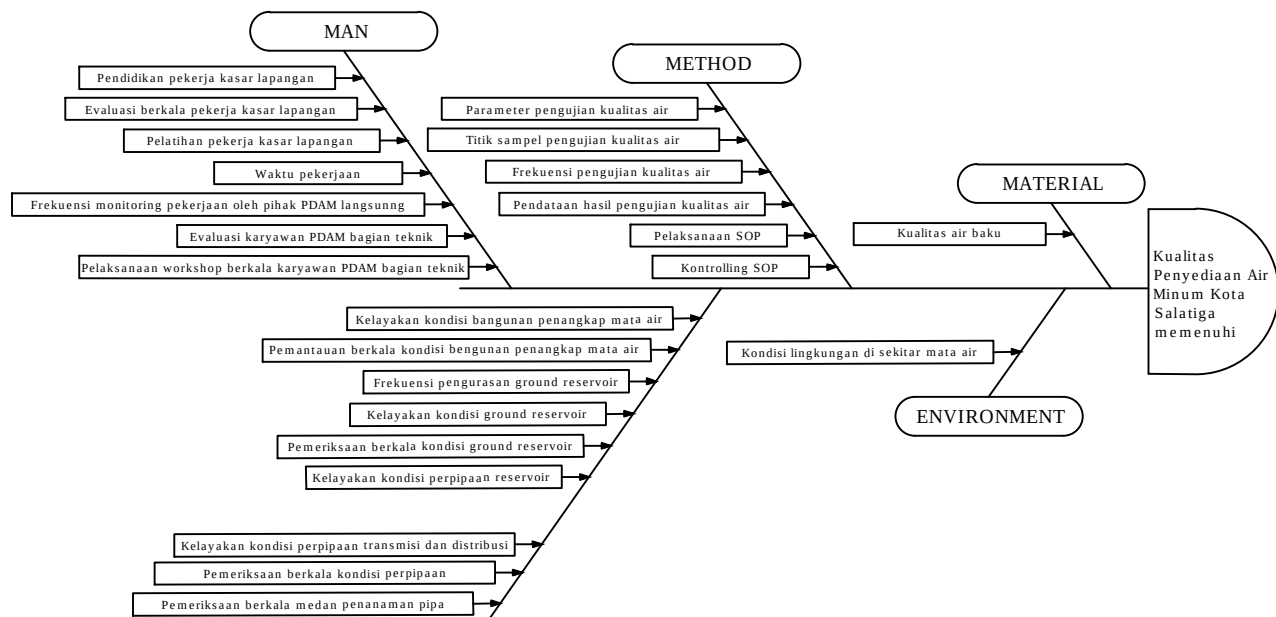
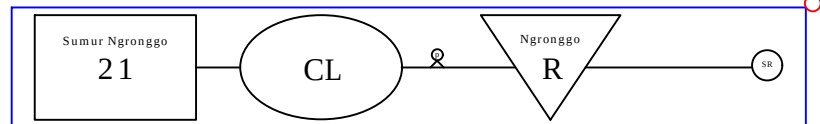
JUDUL GAMBAR
Diagram Alir dan
Diagram Fishbone
NOMOR GAMBAR
9

KETERANGAN

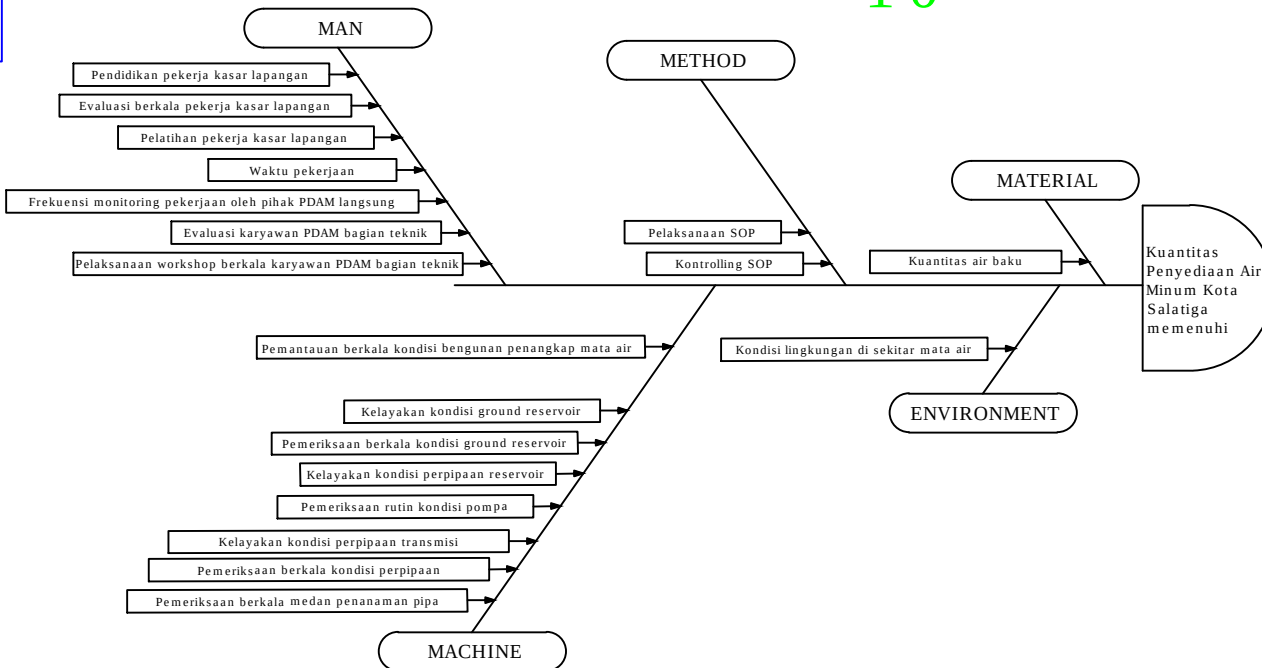
Sumber Air Baku	Pompa	Koneksi di dalam sistem
Klorinasi	Sambungan Rumah	Koneksi antar sistem
Reservoir		

10

Sistem 10



10



DEPARTEMEN
Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil
Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh
Nopember Surabaya

JUDUL TUGAS AKHIR
Aplikasi Metode Hazard Analysis Critical
Control Point (HACCP) untuk
Pengendalian Kualitas dan Kuantitas Air
Produksi PDAM Kota Salatiga

NAMA MAHASISWA
Abdullah Shabri Wibowo
03211540000001
DOSEN PEMBIMBING
Ir. Atiek Moesriati, M.Kes.
19570602 198903 2 002

JUDUL GAMBAR
Diagram Alir dan
Diagram Fishbone
NOMOR GAMBAR
10

KETERANGAN

□ Sumber Air Baku
○ CL Klorinasi
▽ Reservoir

⊗ Pompa
○ SR Sambungan Rumah

→ Koneksi di dalam sistem
→ Koneksi antar sistem

LAMPIRAN F
Dokumentasi Pengambilan Sampel dan Pengamatan
Lapangan



Kondisi Bangunan Penangkap Mata Air
Senjoyo



Kondisi Bangunan *Ground Reservoir*
Ngaglik



Kondisi di Sekitar Mata Air Senjoyo



Kondisi Saat Perbaikan Perpipaan



Kondisi Saat Perbaikan Perpipaan

BIOGRAFI PENULIS



Penulis bernama lengkap Abdullah Shabri Wibowo yang lahir di Jakarta pada tanggal 7 Juni 1997. Penulis mengenyam pendidikan dasar pada tahun 2003-2009 di SDN Sidorejo-Lor 03 Salatiga. Kemudian dilanjutkan di SMPN 1 Salatiga pada tahun 2009-2012. Pendidikan tingkat atas dilalui di SMA N 1 Salatiga pada tahun 2012-2015. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan di S1 Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh

Nopember, Surabaya pada tahun 2015.

Penulis pernah melakukan magang di Pertamina Hulu Energi *Offshore North West Java* selama satu bulan dan melakukan studi terkait "*Audit Dokumen Sistem Manajemen Integrasi PT. Pertamina Hulu Energi ONWJ Berlandaskan ISO 14001:2015*". Penulis merupakan aktifis dalam organisasi intrakampus diantaranya Ketua Divisi Olahraga Departemen Seni dan Olahraga Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) Periode 2017/2018, Staff Departemen Seni dan Olahraga Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan Periode 2016/2017, dan Anggota Komunitas Kelompok Pecinta dan Pemerhati Lingkungan (KPPL) HMTL ITS. Selain itu penulis juga aktif sebagai kepanitiaan di lingkup departemen, fakultas, institut, maupun acara internasional. Berbagai pelatihan dan seminar nasional maupun internasional di bidang Teknik Lingkungan telah banyak diikuti oleh penulis dalam rangka mengembangkan diri. Penulis dapat dihubungi via email abdullahshabri.as@gmail.com



FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : Abdullah Shabri Wibowo
NRP : 03211540000001
Judul Tugas Akhir : Aplikasi Metode Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) untuk Pengendalian Kualitas dan Kuantitas Air Produksi PDAM Kota Salatiga

No	Saran Perbaikan (sesuai Form UTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)
1.	Salah ketik, peletakan gambar atau tabel yang bentuk landscape ada yang terbalik	Sudah diperbaiki dan disusun ulang (Hal. 69, Hal 70)
2.	Lampiran-lampiran belum diacukan pada laporan	Sudah diberi rujukan untuk menuju lampiran (Hal. 56)
3.	Penulisan Sub-Bab 4.5	Sudah diperbaiki (Hal 50)
4.	SOP ? → ketepatan karyawan PDAM terhadap SOP bagaimana	Dari hasil wawancara belum ada SOP Teknis yang bentuk intruksi langsung. Belum saat sepenuhnya (Hal 57, Hal 70)
5.	Peraturan perundangan harus yang terbaru → cek ulang	Sudah diganti dengan yang terbaru (Hal 117 - 124)
6.	Kondisi lingkungan mempengaruhi kontaminasi terhadap sumur (sumber air baku)	Dipengaruhi oleh letak septik tank dan penimbunan sampah. Sudah diberi penjelasan (Hal. 68)
7.	Saran perlu diperbaiki	Sudah diperbaiki (Hal 126)

Dosen Pembimbing,

Ir. Atik Moerjati, M.Kes

Mahasiswa Ybs.,

Abdullah Shabri Wibowo



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, 17 Juli 2019

Nilai TOEFL 473

Pukul : 13.00

Lokasi : TL-101

Judul : Aplikasi Metode Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) untuk Pengendalian Kualitas dan Kuantitas Air Produksi PDAM Kota Salatiga

Nama : Abdullah Shabri Wibowo

NRP. : 03211540000001

Topik : Penelitian lapangan

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir
1	Salah ² ketik ; pecetakan sb/tabel yg bentuk landscape (horizontal)
2	Lampiran ² belum diada pd laporan.
3	Pembahasan → sub sub 4.5 , lsgb.
4	SOP ? → ketetapan karyawan tld SOP
5	Pratama ² PerMen Pdt → cek / peren dipanti.
6	kontori lingkungan mengengahkan kontaminasi Red Stream (Arak air biru) → cek col form nya.
7	Saran !

Dec, 24/7 '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

Ir. Atiek Moesriati, M.Kes



KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Abdullah Shabri Wibawa
NRP : 03211540000001
Judul : Aplikasi Metode Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP)
untuk Pengendalian Kualitas Distribusi Pangan Kota Salatiga

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1	11/3	- Abstrak & Bab 1 - Uraian Bab 2	
2	22/3	- Bab II Tinjauan protokol	
3	26/3	- Bab III Metode penelitian, titik sampling, pembuatan kuesioner dan form wawancara	
4	9/4	- Bab IV Hasil analisis dan pengolahan data kuesioner	
5	17/6	- Bab IV Penentuan nilai Severity, Occurrence dan detection	
6	20/6	- Bab IV Penentuan nilai RPN dan batas kritis	
7	24/6	- Bab IV Penentuan titik kendali kritis	
8	26/6	- Bab IV Usulan tindakan perbaikan - Bab V Kesimpulan dan saran, penulisan dan daftar pustaka	

Surabaya, 26 Juli 2019
Dosen Pembimbing

Ir. Atiek Moerrati, Mky