

## **BAB IV**

### **PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA**

#### **4.1 Pengumpulan Data**

##### **4.1.1 Deskripsi Perusahaan**

Perusahaan daerah air minum atau dikenal dengan sebutan PDAM adalah sebuah badan hukum yang dibentuk dari otonomi daerah. Badan hukum ini berfungsi dan mempunyai wewenang dalam melakukan produksi, distribusi, dan retribusi terhadap pengelolaan air yang berada di daerah tersebut. PDAM kota magelang merupakan salah satu perusahaan yang melakukan pengelolaan air untuk wilayah kodya Magelang.

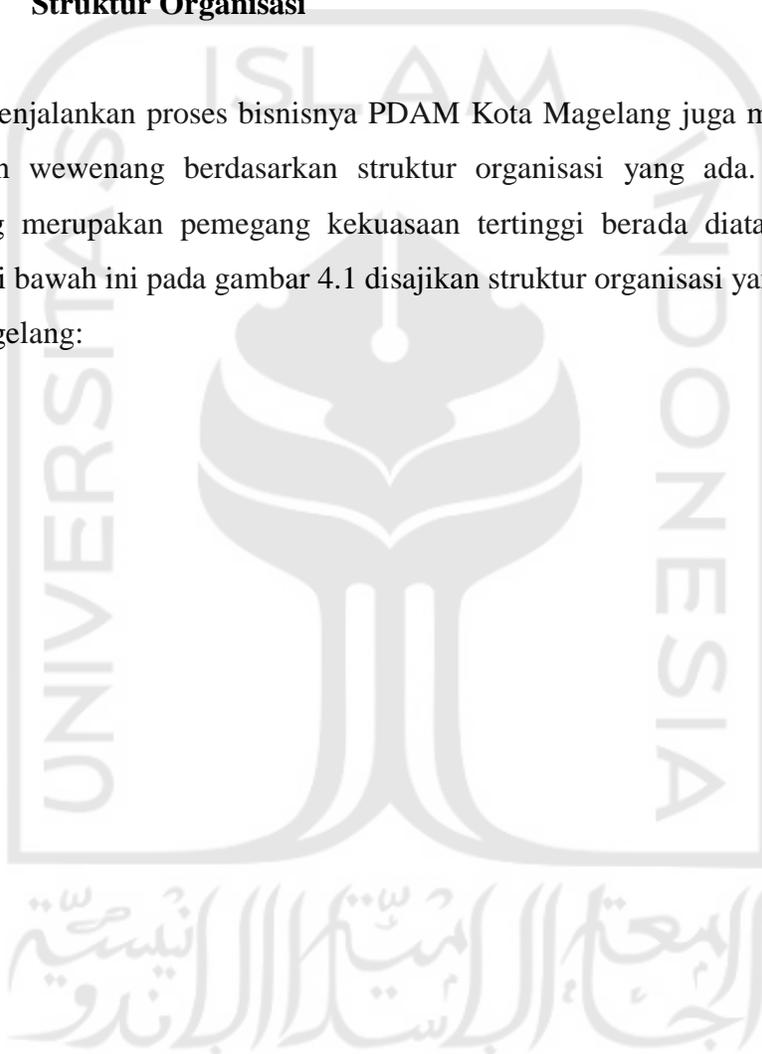
PDAM kota magelang merupakan salah satu bangunan peninggalan zaman penjajahan yaitu dimasa Hindia Belanda. Bukti nyata yang dapat dilihat selain dari beberapa saluran air dan tempat sumber air adalah tandon atau tempat penampungan air besar dan kokoh yang terletak di sebelah utara alun-alun kota Magelang. Pada zaman Belanda dasar hukum dijadikannya kepemilikan daerah, dikenal dengan istilah "*Verordening Voor de Gementelijke Leideng Gemeente Magelang*" pada tanggal 9 Oktober 1923.

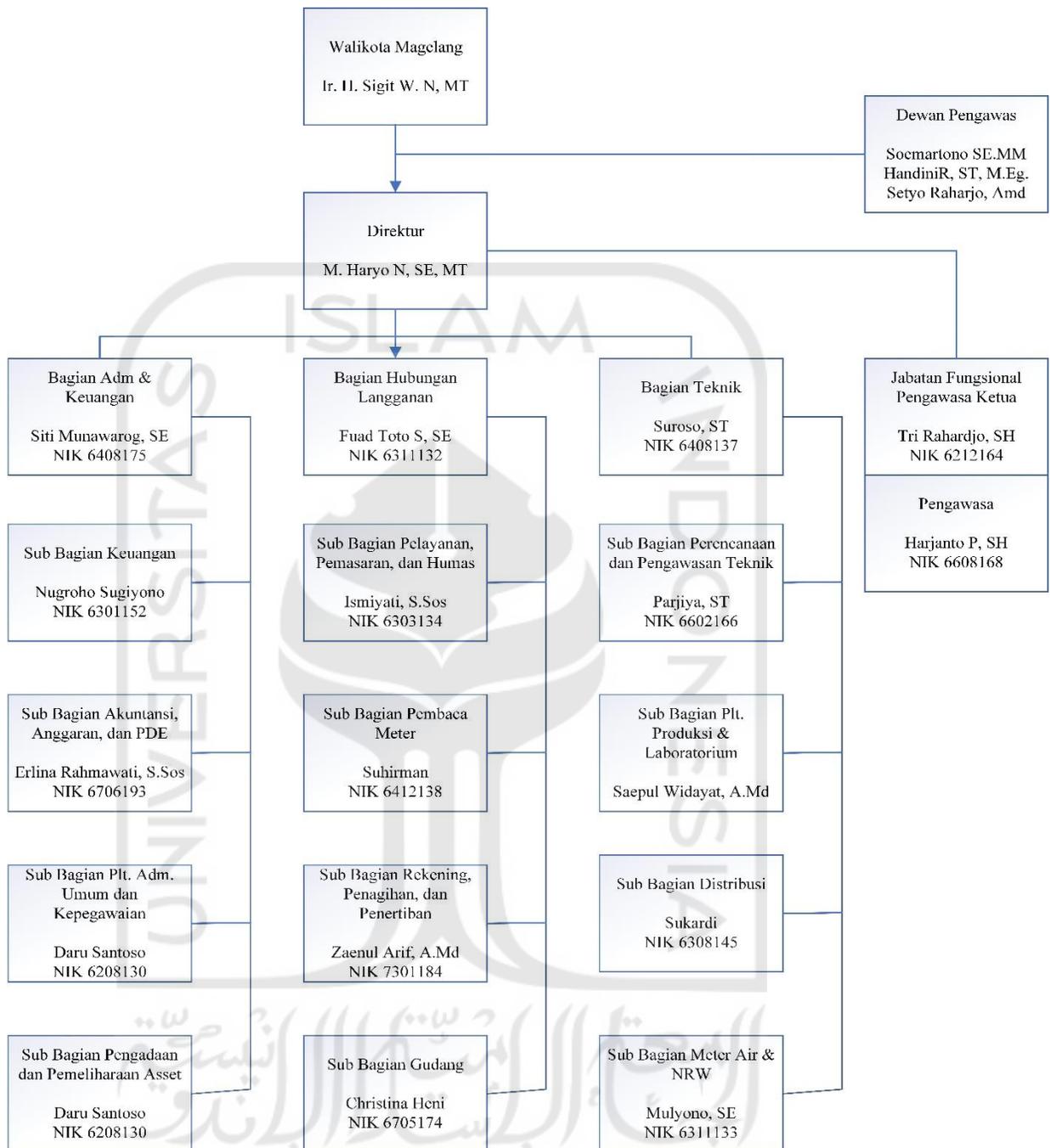
Setelah kemerdekaan Indonesia pengelolaan air minum tetap berada di bawah otonomi daerah, hal ini didasarkan oleh Perda No.270 Tahun 1978 tentang Pendirian Perusahaan Daerah Air Minum Kota Madya Dati II Magelang. Dan kemudian dasar hukum dirubah untuk kedua kalinya pada tahun 2009 oleh Perda No.10 tahun 2009 dan dibentuk lah perda No.11 tentang organisasi dan kepegawaian. Sedangkan fungsi PDAM

diatur dalam Keputusan Menteri Dalam Negeri no: 690-069, tentang pola teknis pengelolaan PDAM dan tugas pokok yang diemban. Dalam menjalankan fungsi PDAM terdapat dewan pengawasan yang dilakukan oleh lembaga legislatif daerah langsung di bawah wali kota Magelang.

#### **4.1.2 Struktur Organisasi**

Dalam menjalankan proses bisnisnya PDAM Kota Magelang juga memiliki pembagian tugas dan wewenang berdasarkan struktur organisasi yang ada. Dimana Walikota Magelang merupakan pemegang kekuasaan tertinggi berada diatas direktur PDAM. Berikut di bawah ini pada gambar 4.1 disajikan struktur organisasi yang ada pada PDAM Kota Magelang:





Gambar 4. 1 Struktur Organisasi PDAM Kota Magelang

Penelitian yang dilakukan fokus dalam melakukan analisis risiko dan mitigasi bencana pada instalasi rumah air. Dimana instalasi rumah air meliputi pompa submersible, pompa sentrifugal, instalasi listrik (genset dan trafo), instalasi pipa distribusi, dan juga instalasi pipa produksi. Di bawah ini adalah tugas dan wewenang yang diberikan kepada operator

pelaksana yang ada pada rumah air Kanoman selain dalam pengoperasian genset dan pompa..

1. Pompa
  - a. Melakukan penggantian *bearing*
  - b. Melakukan fet pompa sesuai SOP yaitu setiap 12 jam sekali untuk pompa sentrifugal. Sedangkan pompa submersible tidak dilakukan pergantian.
  - c. Melakukan cek *geld packing*
2. Panel
  - a. Melakukan pengecekan ampere genset dan tekanan pompa secara berkala kemudian melaporkan kepada kepala bagian produksi
  - b. Sebelum menghidupkan pompa melakukan pengecekan terlebih dahulu terhadap magnetik kontraktor.
  - c. Melakukan pengecekan tegangan listrik baik L WBP dan WBP
3. Genset
  - a. Melakukan pengecekan secara rutin baik oli, bahan bakar, fan belet, air radiator, dan bau-baut.
  - b. Memanaskan genset dalam kurun waktu seminggu sekali selama 30 menit
4. Jaringan Pipa
  - a. Melakukan pengontrolan pipa secara berkala kecuali saat tekanan air berubah.
  - b. Melakukan pelaporan secara langsung saat terjadi kebocoran
  - c. Melakukan perbaikan instalasi pipa saat terjadi kerusakan ringan.
5. Kebersihan
  - a. Merawat lingkungan rumah air seperti: memotong rumput dan menyapu
  - b. Melakukan pembersihan berkala untuk genset dan pompa
6. Administrasi
  - a. Melakukan pencatatan inventaris
  - b. Mencatat dan melaporkan kejadian yang tidak normal.
  - c. Melakukan pencatatan operasional pompa seperti tekanan dan ampere meter.

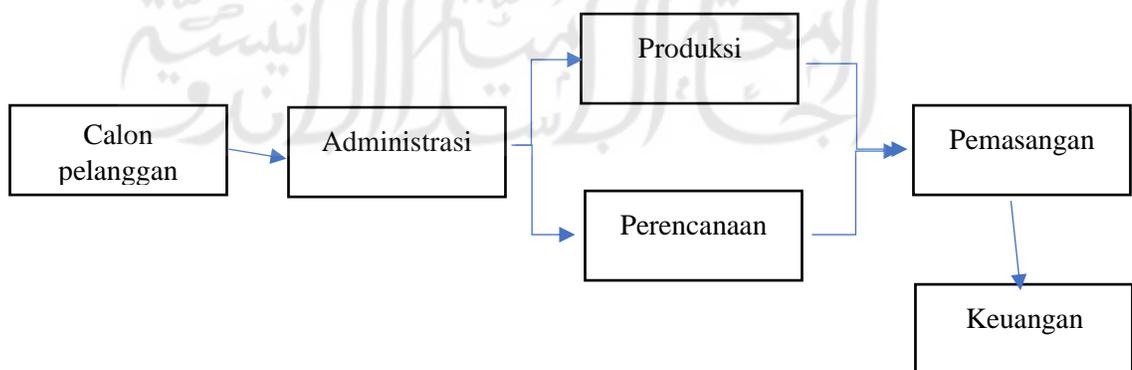
### 4.1.3 Visi dan Misi

Setiap perusahaan selalu memiliki visi dan misi yang jelas dikarenakan hal ini sebagai dasar dalam berjalannya perusahaan. Visi sendiri adalah tujuan perusahaan yang ingin dicapai, sedangkan misi adalah langkah-langkah ataupun cara yang harus dilakukan untuk mencapai tujuan tersebut. Berikut di bawah ini adalah visi dan misi yang ada pada PDAM Kota Magelang :

1. Visi  
Mewujudkan profesionalisme untuk pelayanan 100% akses aman air minum
2. Misi
  - a. Memberikan pelayanan air bersih secara profesional
  - b. Melakukan pengelolaan air bersih kepada seluruh lapisan masyarakat kota Magelang .dengan berkomitmen kepada kualitas, kuantitas dan juga kontinuitas
  - c. Memberikan jaminan dan peningkatan kesejahteraan karyawan
  - d. Memiliki SDM yang berkompeten dan berdaya saing tinggi

### 4.1.4 Proses Bisnis

Berikut adalah alur proses bisnis PDAM Kota Magelang gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Alur Proses Bisnis

Dalam proses bisnis yang dijalankan oleh PDAM kota magelang adalah

1. Calon pelanggan datang langsung ke kantor PDAM untuk melakukan pendaftaran pemasangan pipa baru
2. Bagian administrasi akan melakukan pendataan calon pelanggan
3. Setelah administrasi selesai, bagian produksi akan membuat rancangan kebutuhan bahan untuk pemasangan baru kemudian meminta pada bagian perencanaan.
4. Bagian perencanaan akan menyiapkan kebutuhan yang diperlukan bagian produksi.
5. Bagian produksi melakukan pemasangan saluran baru
6. Bagian keuangan melakukan pencatatan pengeluaran kebutuhan pemasangan dan juga menyiapkan data rekening tagihan untuk pelanggan baru.

#### **4.1.5 Jenis Pelayanan PDAM**

Berikut di bawah ini adalah jenis-jenis pelayanan yang ada di PDAM kota Magelang

1. Memasang sambungan pipa baru
2. Melakukan penutupan sambungan air
3. Melakukan pembukaan terhadap sambungan air yang sudah ditutup
4. Pemasangan kembali
5. Pelayanan jika terjadi gangguan air
6. Melakukan penggantian meter air
7. Pelayanan perubahan kepemilikan
8. Pelayanan truk air
9. Pelayanan pembayaran tagihan air
10. Pergantian golongan
11. Melakukan perubahan kepemilikan nama meteran
12. Reduksi
13. Terameter air
14. Pelayanan gangguan

Berdasarkan data yang didapat dari penelitian yang dilakukan. PDAM Kota Magelang memiliki lima sumber mata air yang dikelola oleh tujuh rumah air dengan dua sistem pengelolaan yang berbeda. Dibawah ini pada tabel 4.1 akan disajikan data sumber mata air PDAM Kota Magelang.

Tabel 4. 1 Sumber Mata Air PDAM Kota Magelang

No	Rumah Air	Sistem Pengelolaan	Lokasi	Tahun Operasional	Debit
1	Kalegen	Gravitasi	Dsn Kaliangkrik, Desa Kebonagung, Kec. Bandongan, Kab. Magelang	1920	35,04
2	Kalimas I	Gravitasi	Dsn Da'awu, Desa Lebak, Kec Grabak, Kab Magelang	1974	74,82
3	Kalimas II	Gravitasi	Dsn Da'awu, Desa Lebak, Kec Grabak, Kab Magelang	1981	76,29
4	Kanoman I	Perpompaan	Dsn Sudimoro, Desa Sidomulyo, Kec Candimulyo, Kab Magelang	1996	74,28
5	Kanoman II	Perpompaan	Dsn Sudimoro, Desa Sidomulyo, Kec Candimulyo, Kab Magelang	1997	70,62
6	Tuk Pecah	Perpompaan	Kp Canguk, Kel Wates, Kec Mgl Utara, Kota Magelang	2005	94,8
7	Wulung	Gravitasi	Dsn Wulung, Desa Banjarsari, Kec Kaliangkrik, Kab Magelang	1920	38,21

Sumber : Profil PDAM Kota Magelang, 2017

Dalam penelitian yang dilakukan, peneliti fokus kepada rumah air kanoman II. Dimana rumah air melakukan pengelolaan air dengan sistem pompa. Berikut dibawah ini akan disajikan data kapasitas produksi rumah air Kanoman II dalam (M<sup>3</sup>) pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Data Kapasitas Produksi Air Kanoman II

No	Bulan	2015 (M <sup>3</sup> )	2016 (M <sup>3</sup> )	2017 (M <sup>3</sup> )
1	Januari	180,417	202,270	161,360
2	Februari	175,301	194,290	216,950
3	Maret	173,420	181,630	147,700
4	April	197,310	197,520	182,131
5	Mei	189,490	191,030	193,233
6	Juni	192,050	192,050	199,200
7	Juli	191,580	191,580	204,560
8	Agustus	197,840	197,840	193,621
9	September	182,120	245,877	172,000
10	Oktober	192,450	192,450	168,300
11	Nopember	174,290	174,290	206,236
12	Desember	184,290	184,290	160,700
<b>Jumlah</b>		<b>2,230,558</b>	<b>2,345,117</b>	<b>2,205,991</b>

Sumber : Data PDAM Kota Magelang, 2017

Dibawah ini pada tabel 4.3 adalah data kerusakan yang terjadi pada pompa dan juga saluran air rumah air Kanoman II PDAM Kota Magelang.

Tabel 4. 3 Data Kerusakan

	Jenis Kerusakan	Jumlah Kerusakan (Tahun)		
		2015	2016	2017
Pompa Submersible	Induksi Motor		1	1
	Kabel terbakar	1		1
	Panel Pompa		1	1
Pompa Sentrifugal	Bearing aus	13	19	11
	Karet Kopel	1		1
	Amper <i>Over Head</i>		1	3
	Karet Kopleng	1		1
	Magnetik kontraktor	1	2	2
	Induksi Elektro motor	1	1	2
	Baut chassis Patah	1		2
	Pipa Pancing Patah	1		1
	Prepak Putus		1	
	<i>Flexible</i> Pendingin	1		1
	Panel Pompa		1	2
Pipa Produksi	Pipa Pecah	4	4	3
	Pipa Bocor atau Retak	2	3	2
Pipa Distribusi	Pipa Pecah	3	4	3
	Pipa Bocor atau Retak	7	5	7
Trafo	Penggantian Oli Trafo	1	1	1
Genset	Kerusakan Rotor			1
	Pemadaman Listrik (Jam)	15	12	16

Sumber : Data PDAM Kota Magelang, 2017

#### 4.2 Pengolahan Data

Dari data yang didapatkan melalui metode wawancara, observasi, dan kuesioner yang berkaitan dengan risiko pada asset rumah air Kanoman II PDAM Kota Magelang akan dijelaskan pada bagian sub bab 4.2. Di bawah ini pada tabel 4.4 adalah data dari responden penelitian.

Tabel 4. 4 Data Responden Penelitian

No	Nama	Jenis Pekerjaan
1	Saepul Widayat., A.Md	Kepala Bagian Produksi
2	Sriyono	Staff Produksi
3	M Fajar Tri H	Staff Kanoman II

#### 4.2.1. Identifikasi Risiko

Dalam menentukan *risk event* dalam penelitian ini dilakukan dengan cara wawancara, observasi secara langsung, serta data kerusakan pada rumah air dan instalasi pipa selama beberapa tahun terakhir. Berikut dibawah ini adalah hasil identifikasi *risk event*

Tabel 4.4 Data Hasil Identifikasi

No	Jenis Kerusakan
1	Pompa <i>Submersible</i>
2	Induksi Motor
3	Kabel terbakar
4	Panel Pompa
5	Pompa Sentrifugal
6	Bearing aus
7	Karet Kopel
8	Amper <i>Over Head</i>
9	Karet Kopleng
10	Magnetik kontraktor
11	Induksi Elektro motor
12	Baut chassis Patah
13	Pipa Pancing Patah
14	Prepak Putus
15	<i>Flexible</i> Pendingin
16	Panel Pompa
17	Pipa Produksi
18	Pipa Pecah
19	Pipa Bocor atau Retak
20	Pipa Distribusi
21	Pipa Pecah
22	Pipa Bocor atau Retak
23	Trafo
24	Penggantian Oli Trafo
25	Genset
26	Kerusakan Rotor
27	Pemadaman Listrik

Data *risk event* akan disajikan pada tabel 4.5 dibawah ini

Tabel 4. 5 Data *Risk Event*

No	<i>Risk Event</i>	KODE
1	Induksi Motor	PG1
2	Kabel terbakar	PG2
3	Bearing aus	PS1
4	Karet Kopel	PS2
5	Amper <i>Over Head</i>	PS3
6	Karet Kopling	PS4
7	Magnetik kontraktor	PS5
8	Induksi Elektro motor	PS6
9	Pipa Pancing Patah	PS7
10	Prepak Putus	PS8
11	<i>Flexible</i> Pendingin	PS9
12	Pipa Pecah (Produksi)	PP1
13	Pipa Bocor atau Retak (Produksi)	PP2
14	Pipa Pecah (Distribusi)	PD1
15	Pipa Bocor atau Retak (Distribusi)	PD2
16	Penggantian Oli Trafo	T1
17	Kerusakan Rotor	G1
18	Pemadaman Listrik/ ketidakstabilan <i>voltase</i>	P1

Karena metode yang digunakan ada semi-kualitatif, maka nilai yang akan didapat adalah level risiko. Seperti yang telah dijelaskan pada bab 2 dimana level risiko terbagi menjadi 5 yaitu *very high*, *priority 1*, *substantial*, *priority 3*, dan juga *acceptable*. Dalam penelitian ini akan dicari 3 dari 18 *risk event* dengan nilai tertinggi kemudian akan dilakukan mitigasi nya.

#### 4.2.2. Penilaian *Risk Event*.

Di bawah ini akan disajikan rekaman data hasil perhitungan nilai risiko dan identifikasi level risiko. Dimana rumus *risk* sendiri adalah (persamaan 2.1)

$$\text{Risk} = \text{Consequence} \times \text{Likelihood} \times \text{Exposure}$$

Cara mendapatkan penilaian level risiko adalah dengan melihat penilaian masing-masing narasumber baik untuk nilai *consequence*, *likelihood*, maupun *exposure* untuk masing-masing *risk event*. Kemudian memberikan nilai terhadap 3 kriteria tersebut berdasarkan penilaian yang ada pada tabel 2.2, tabel 2.3, dan tabel 2.4. Dilanjutkan dengan mengalikan ketiga nilai tersebut dan didapat nilai untuk setiap *risk event*. Untuk data level risiko akhir dilakukan dengan bobot 30% narasumber 1, 30% narasumber 2, dan 40% narasumber 3. Dimana prosentase didasarkan pada keahlian pemahaman terhadap mesin pompa sedangkan narasumber 3 merupakan teknisi dan operator rumah air kanoman II. Sebagai dasar pemberian level risiko adalah tabel 2.5. Berikut dibawah pada tabel 4.6, tabel 4.7, dan tabel 4.8 akan disajikan data rekapitulasi hasil kuesioner.

Tabel 4. 6 Rekapitulasi Hasil Kuesioner Narasumber 1

No	Risk Event	Likelihood	Consequence	Exposure	Nilai Risiko	Tingkat Risiko
1	Induksi Motor	3	15	1	45	Priority 3
2	Kabel terbakar	0.5	5	0.5	1.25	Acceptable
3	Bearing aus	10	15	0.5	75	Substantial
4	Karet Kopel	1	25	1	25	Priority 3
5	Amper Over Head	1	25	0.5	12.5	Acceptable
6	Karet Kopling	1	15	1	15	Acceptable
7	Magnetik kontraktor	3	15	3	135	Substantial
8	Induksi Elektro motor	0.5	15	0.5	3.75	Acceptable
9	Pipa Pancing Patah	0.5	50	0.1	2.5	Acceptable
10	Prepak Putus	1	25	0.1	2.5	Acceptable
11	Flexible Pendingin	6	15	3	270	Priority 1
12	Pipa Pecah	10	15	3	450	Very High
13	Pipa Bocor atau Retak	6	15	3	270	Priority 1
14	Pipa Pecah	10	15	3	450	Very High
15	Pipa Bocor atau Retak	6	15	3	270	Priority 1
16	penggantian Oli Trafo	3	25	1	75	Substantial

No	Risk Event	Likelihood	Consequence	Exposure	Nilai Risiko	Tingkat Risiko
17	Kerusakan Rotor	0.5	25	0.1	1.25	Acceptable
18	Pemadaman Listrik	6	25	3	450	Very High

Untuk kejadian berisiko induksi motor termasuk risiko dengan konsekuensi berat dengan pengurangan produksi cukup signifikan dalam waktu singkat. Dimana kerusakan bisa terjadi namun jarang dan bila terjadi tidak diketahui kapan terjadinya. Sedangkan untuk prepak putus kerusakan dengan kemungkinan terjadi kecil dan tidak diketahui kapan terjadinya, termasuk dalam kerusakan tinggi, perbaikan oleh pihak ketiga dan berhenti produksi untuk sementara waktu. Untuk pemadaman listrik sendiri besar kejadian terjadi adalah 50:50 termasuk jarang terjadi semisal seminggu atau sebulan sekali namun jika terjadi akan terjadi kegagalan poses produksi.

Tabel 4. 7 Rekapitulasi Hasil Kuesioner Narasumber 2

No	Risk Event	Likelihood	Consequence	Exposure	Nilai Risiko	Tingkat Risiko
1	Induksi Motor	3	15	1	45	Priority 3
2	Kabel terbakar	0.5	5	0.5	1.25	Acceptable
3	Bearing aus	10	25	1	250	Priority 1
4	Karet Kopel	6	5	1	30	Priority 3
5	Amper Over Head	0.5	5	1	2.5	Acceptable
6	Karet Kopleng	6	5	1	30	Priority 3
7	Magnetik kontraktor	3	25	0.5	37.5	Priority 3
8	Induksi Elektro motor	1	15	0.5	7.5	Acceptable
9	Pipa Pancing Patah	0.5	25	0.1	1.25	Acceptable
10	Prepak Putus Flexible	6	25	0.1	15	Acceptable
11	Pendingin	1	25	0.1	2.5	Acceptable
12	Pipa Pecah (Produksi)	6	25	3	450	Very High
13	Pipa Bocor atau Retak	6	15	1	90	Substantial

No	Risk Event	Likelihood	Consequence	Exposure	Nilai Risiko	Tingkat Risiko
14	Pipa Pecah (distribusi)	6	15	3	270	Priority 1
15	Pipa Bocor atau Retak	6	15	1	90	Substantial
16	penggantian Oli Trafo	6	15	1	90	Substantial
17	Kerusakan Rotor	0.5	25	0.1	1.25	Acceptable
18	Pemadaman Listrik	3	25	3	225	Priority 1

Risiko pipa produksi pecah memiliki dampak sangat serius dimana terjadi kegagalan produksi untuk sementara waktu, namun kejadian ini kadang terjadi (sebulan sekali) dengan probabilitas kejadian 50:50. Sedangkan untuk pipa produksi retak adalah risiko yang potensi mengalami kerusakan 50:50 namun kejadiannya sangat tidak diketahui waktu terjadinya dengan dampak bila terjadi kerusakan terjadi pengurang produksi untuk waktu yang singkat.

Tabel 4. 8 Rekapitulasi Hasil Kuesioner Narasumber 3

No	Risk Event	Likelihood	Consequence	Exposure	Nilai Risiko	Tingkat Risiko
1	Induksi Motor	3	15	1	45	Priority 3
2	Kabel terbakar	0.5	5	0.5	1.25	Acceptable
3	Bearing aus	10	25	1	250	Priority 1
4	Karet Kopel	1	15	1	15	Acceptable
5	Amper Over Head	1	15	1	15	Acceptable
6	Karet Kopling Magnetik	1	5	1	5	Acceptable
7	kontraktor	3	15	0.5	22.5	Priority 3
8	Induksi Elektro motor	1	15	0.5	7.5	Acceptable
9	Pipa Pancing Patah	0.5	50	0.1	2.5	Acceptable
10	Prepak Putus Flexible	3	25	0.1	7.5	Acceptable
11	Pendingin	6	25	1	150	Substantial
12	Pipa Pecah	6	15	3	270	Priority 1
13	Pipa Bocor atau Retak	6	15	1	90	Substantial

No	Risk Event	Likelihood	Consequence	Exposure	Nilai Risiko	Tingkat Risiko
14	Pipa Pecah	6	25	3	450	Very High
15	Pipa Bocor atau Retak	6	15	1	90	Substantial
16	penggantian Oli Trafo	3	25	1	75	Substantial
17	Kerusakan Rotor	0.5	25	0.1	1.25	Acceptable
18	Pemadaman Listrik	3	50	3	450	Very High

Dari tabel 4.5 dapat diketahui jika kejadian risiko kerusakan rotor adalah kerusakan yang tidak mungkin terjadi selama penggunaan pipa dan bila terjadi tidak diketahui kapan terjadinya namung bila terjadi harus dengan bantuan pihak ketiga untuk perbaikan dan memakan waktu cukup lama. Sedangkan untuk kejadian risiko *flexible* pendingin bila terjadinya mengakibatkan kegagalan produksi sementara waktu dengan perbaikan oleh pihak ketiga namun kerusakan tidak diketahui kapan diketahuinya.

Dibawah ini pada tabel 4.6 akan disajikan penilaian risiko akhir sesuai dengan bobot yang sudah ditentukan sebelumnya.

Tabel 4. 9 Penilaian Level Risiko

No	Risk Event	Nilai Risiko	Tingkat Risiko
1	Induksi Motor	45	Priority 3
2	Kabel terbakar	1.25	Acceptable
3	Bearing aus	197.5	Priority 1
4	Karet Kopel	22.5	Priority 3
5	Amper <i>Over Head</i>	10.5	Acceptable
6	Karet Kopling	15.5	Acceptable
7	Magnetik kontraktor	60.75	Priority 3
8	Induksi Elektro motor	6.375	Acceptable
9	Pipa Pancing Patah	2.125	Acceptable
10	Prepak Putus	8.25	Acceptable
11	<i>Flexible</i> Pendingin	141.75	Substantial
12	Pipa Pecah(produksi)	378	Very High
13	Pipa Bocor atau Retak	144	Substantial
14	Pipa Pecah (distribusi)	396	Very High
15	Pipa Bocor atau Retak	144	Substantial

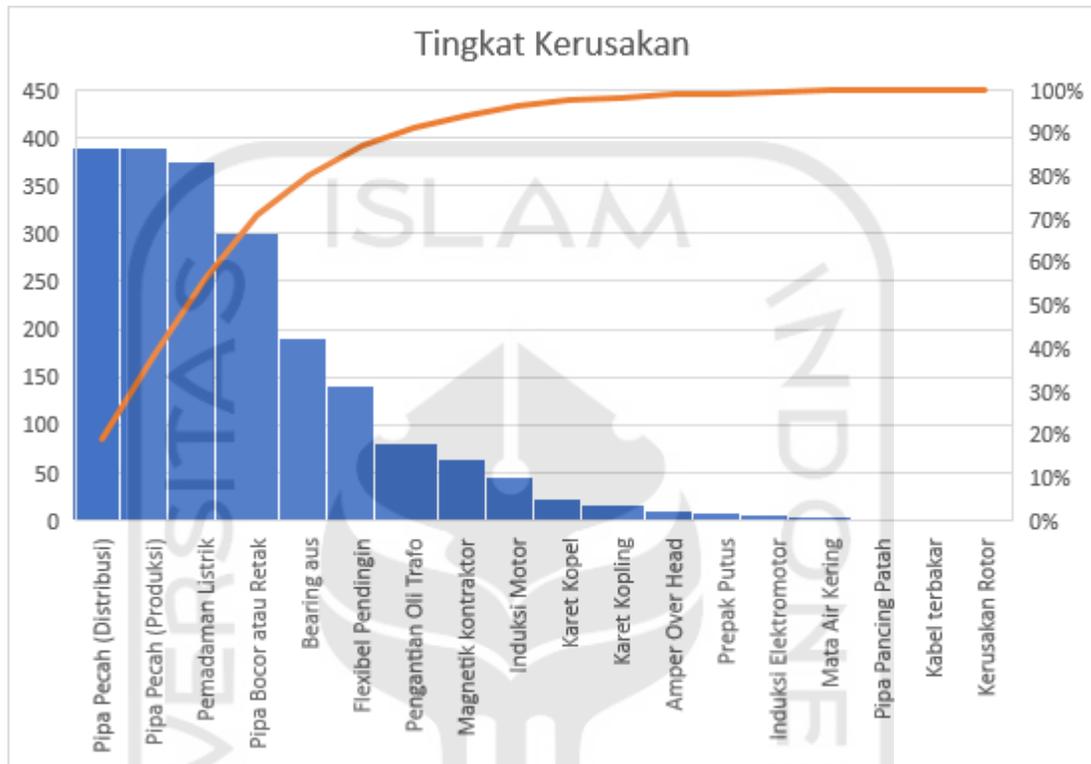
No	<i>Risk Event</i>	Nilai Risiko	Tingkat Risiko
16	penggantian Oli Trafo	79.5	<i>Substantial</i>
17	Kerusakan Rotor	1.25	<i>Acceptable</i>
18	Pemadaman Listrik/ Ketidakstabilan voltase	382.5	<i>Very High</i>

Berdasarkan dari hasil pembobotan 3 responden penilaian risiko diatas. Dapat diketahui jumlah masing-masing level *risk event* (tabel 4.7) dengan tabel 2.5 sebagai acuan level risiko.

Tabel 4. 10 Jumlah *risk event* untuk setiap level

No	Tingkat risiko	Jumlah Risk Event
1	<i>Very High</i>	3
2	<i>Priority 1</i>	1
3	<i>Substantial</i>	4
4	<i>Priority 3</i>	3
5	<i>Accetable</i>	7

Di bawah ini adalah diagram pareto hasil perhitungan nilai risiko pada masing-masing *risk event* (gambar 4.3 )



Gambar 4. 3 Diagram Pareto Tingkat Level Risiko

#### 4.2.3. Evaluasi Risiko

Dibawah ini pada tabel akan disajikan risk event beserta tingkat level risiko berdasarkan hasil analisi risiko yang dilakukan sebelumnya.

Tabel 4. 11 Tabel Hasil Level Risiko

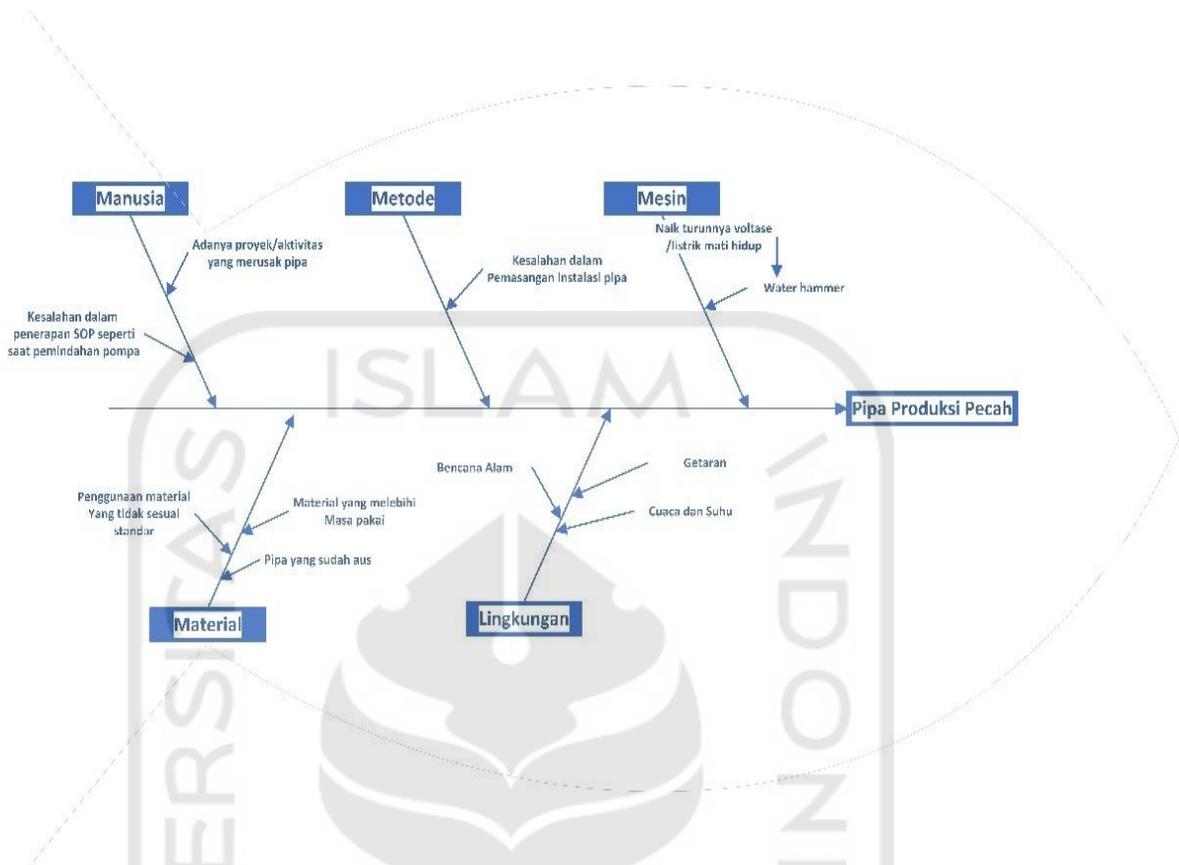
No	Risk Event	Nilai Risiko	Level Risiko
1	Pipa Pecah (Distribusi)	396	Very High
2	Pipa Pecah (Produksi)	383	Very High
3	Pemadaman Listrik	378	Very High
4	Bearing Aus	198	Priority 1
5	Pipa bocor atau retak (Distribusi)	144	Substantial
6	Pipa bocor atau retak (Produksi)	144	Substantial
7	Flexible Pendingin	142	Substantial

No	Risk Event	Nilai Risiko	Level Risiko
8	penggantian Oli Trafo	80	<i>Substantial</i>
9	Magnetik kontraktor	61	<i>Priority 3</i>
10	Induksi Motor	45	<i>Priority 3</i>
11	Karet Kopel	23	<i>Priority 3</i>
12	Karet Kopling	16	<i>Acceptable</i>
13	Amper <i>Over Head</i>	11	<i>Acceptable</i>
14	Prepak Putus	8	<i>Acceptable</i>
15	Induksi Elektro motor	6	<i>Acceptable</i>
16	Pipa Pancing Patah	2	<i>Acceptable</i>
17	Kabel terbakar	1	<i>Acceptable</i>
18	Kerusakan Rotor	1	<i>Acceptable</i>

Berdasarkan pada tabel 4.11 dipilih 3 *risk event* dengan level risiko tertinggi. Kemudian ketiga *risk event* tersebut dijabarkan menggunakan diagram tulang ikan untuk memperoleh *risk cause* atau akar penyebab permasalahan. 3 *risk event* dengan level tertinggi (*very high*) meliputi pipa produksi pecah , pipa distribusi pecah, dan pemadaman listrik.

1. Diagram *Fishbone* untuk *risk event* pipa distribusi pecah.

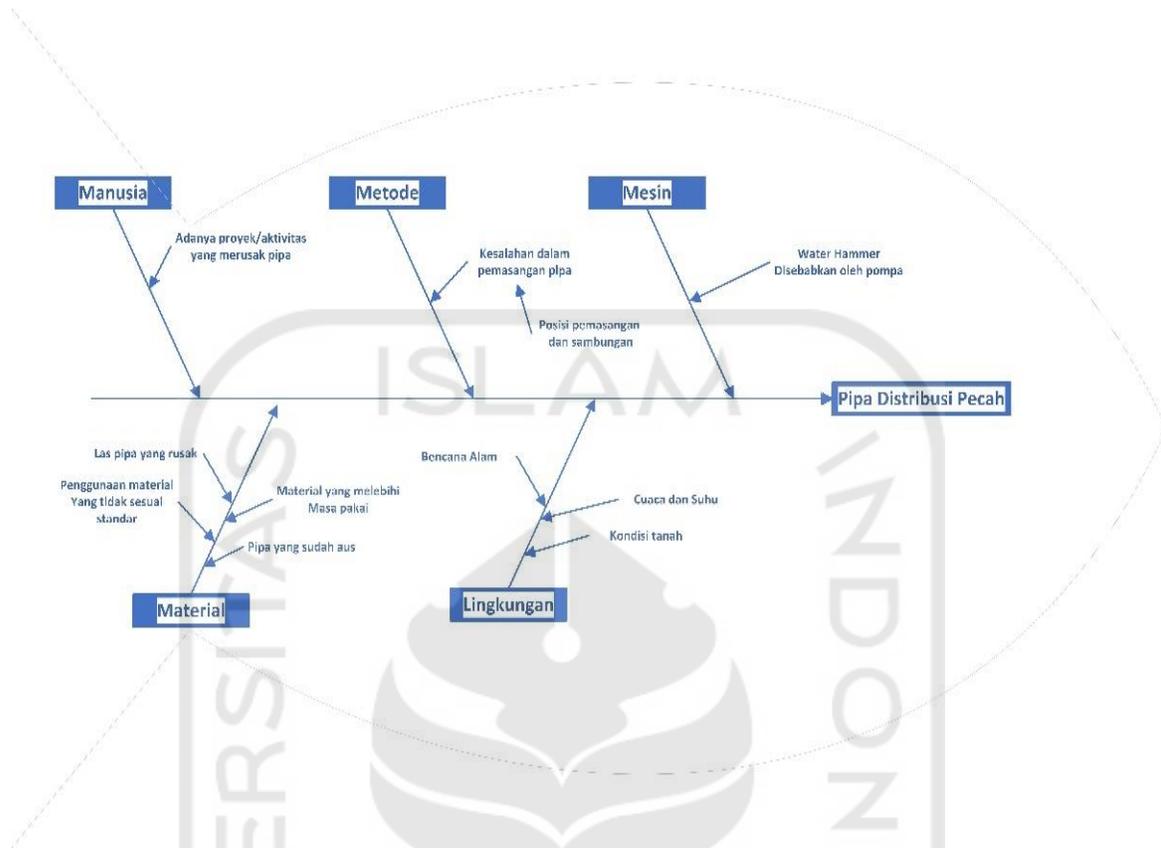
Berdasarkan dari hasil wawancara dan observasi, berikut adalah diagram *Fishbone* untuk pipa pecah (Gambar 4.4)



Gambar 4. 4 Diagram *Fishbone* pipa produksi pecah

Penggunaan *fishbone* hanya pada mesin dan material untuk penelitian yang dilakukan. Dimana akar penyebab pipa pecah adalah terjadinya naik turunnya voltase listrik, pemadaman listrik, terjadinya *water hammer*. untuk material adalah pipa tidak sesuai standar, habis masa pakai.

2. Diagram *Fishbone* untuk risk event pipa produksi pecah  
Dari hasil wawancara dan observasi secara langsung, berikut di bawah ini pada gambar 4.5 akan disajikan akar penyebab pipa distribusi pecah.

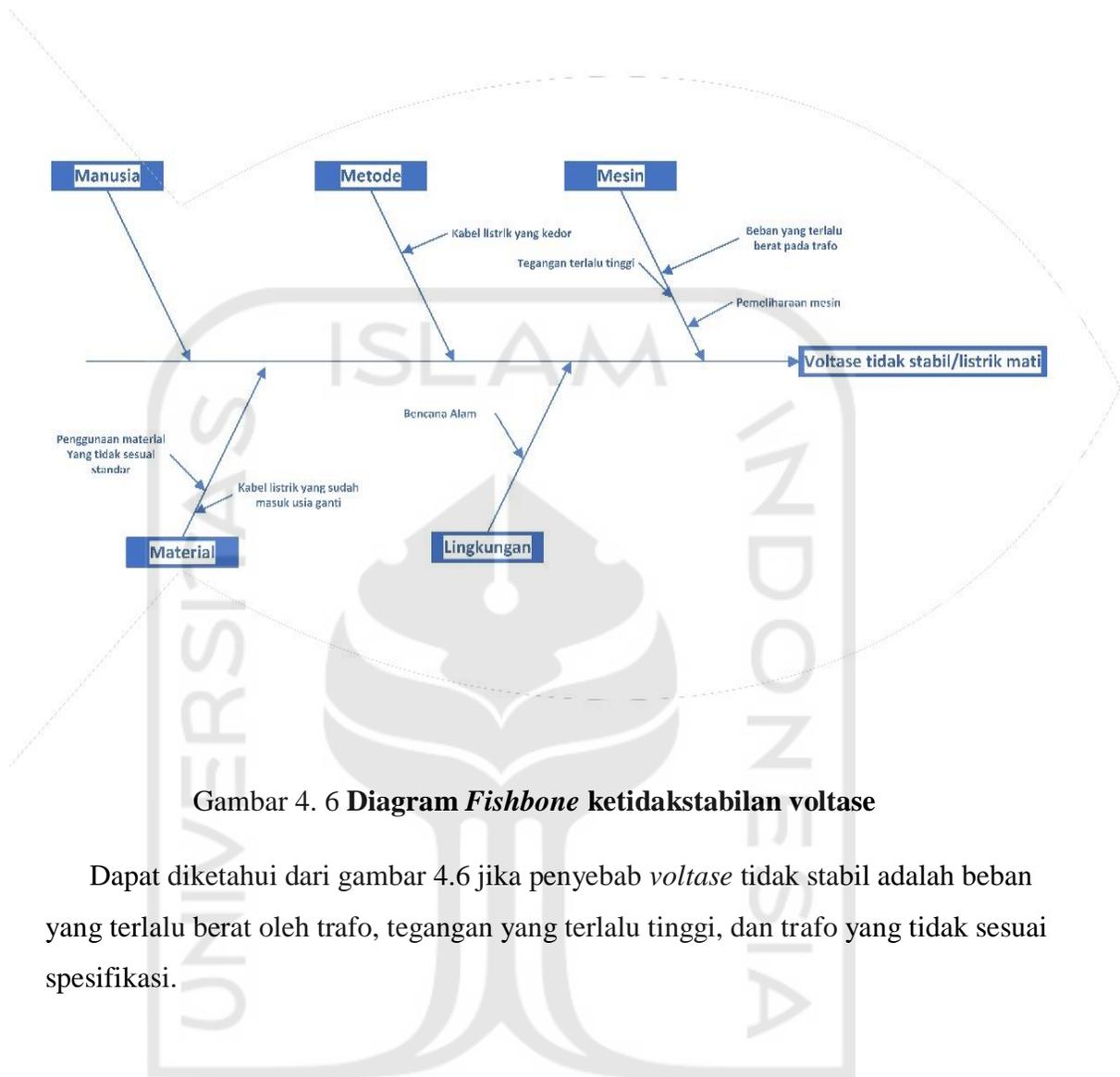


Gambar 4. 5 Diagram *Fishbone* Pipa Distribusi Pecah

Dari diagram gambar 4.5 dapat diketahui jika penyebab pipa distribusi pecah adalah terjadinya *water hammer*, umur pipa yang sudah tua, dan penggunaan pipa tidak sesuai aturan.

3. Diagram *Fishbone* untuk pemadaman listrik/ketidakstabilan voltase

Berdasarkan dari hasil wawancara yang dilakukan. Berikut di bawah ini adalah akar penyebab permasalahan pemadaman atau tidak stabilnya *voltase* listrik. (gambar 4.6)



Gambar 4. 6 Diagram *Fishbone* ketidakstabilan voltase

Dapat diketahui dari gambar 4.6 jika penyebab *voltase* tidak stabil adalah beban yang terlalu berat oleh trafo, tegangan yang terlalu tinggi, dan trafo yang tidak sesuai spesifikasi.

#### 4.2.4. Perencanaan Mitigasi

Dari hasil diagram *Fishbone* pada 4.2.2 untuk pipa produksi dan pipa distribusi mempunyai akar permasalahan yang hampir sama. Berikut adalah pembahasan mengenai akar penyebab permasalahan terjadinya pipa pecah.

##### 1. *Water hammer*,

*Water hammer* sendiri adalah tekanan yang kuat yang terjadi pada pipa dikarenakan adanya tumbukan antar arus air dalam pipa. Hal ini sering dikarenakan *voltase* listrik yang naik turun sehingga putaran mesin tidak stabil,

dan juga tumbukan arus air ketika pemindahan pompa dikarenakan pompa langsung memompa air dengan kecepatan tinggi. Menurut hasil wawancara hal ini dapat dicegah melalui penggantian *starter delta* dengan *soft starter*.

2. Kesalahan saat pemindahan penggunaan pompa.

Hal ini dapat menyebabkan *water hammer*. Dikarenakan operator tidak menaati aturan yang ada. Dimana aturan yang berlaku adalah menyalakan pompa dengan *voltase* rendah dan menaikkannya secara perlahan dalam kurun waktu 30 menit. Mitigasi untuk hal ini adalah dengan memberikan sanksi untuk pelanggaran SOP, namun terdapat hal lain yaitu dengan mengganti *starter delta* dengan *soft starter*

3. Material

Untuk material yang sudah aus, material yang melebihi masa pakai, maupun penggunaan pipa yang tidak memenuhi standar memiliki solusi yang sama yaitu melakukan penggantian pipa secara berkala.

4. Kesalahan dalam pemasangan pipa

Karena hal ini dilakukan oleh pihak ketiga maka sebaiknya pihak PDAM selalu melakukan pengawasan saat pihak ketiga melakukan pemasangan maupun perbaikan instalasi pipa.

5. Cuaca dan suhu

Melakukan pelapisan cat pada pipa besi secara berkala sebagai anti karat.

Sedangkan untuk arus listrik yang naik turun yang menjadi masalah untuk PDAM adalah trafo listrik. Dimana beban *voltase* pada trafo terlalu besar, sehingga mitigasi yang disarankan adalah pergantian trafo. Namun sebelum penelitian selesai trafo pada rumah air sendiri sudah dilakukan pergantian.

#### 4.2.5. Perhitungan Nilai NPV untuk mitigasi yang disarankan

Berdasarkan hasil wawancara dan diskusi dengan kepala bagian produksi untuk melakukan *avoiding risk*. Beliau lebih menyarankan penggantian *soft starter* dari *starter delta* yang sudah digunakan. Karen beliau berpendapat penggunaan *starter delta* tidaklah efektif dan berbahaya untuk pompa. Dari hal ini lah kamu bermaksud melakukan perhitungan nilai NPV sebelum dan setelah penggantian *starter*, hal ini untuk mengetahui

apakah penggantian *starter delta* dengan *soft starter* lebih menghemat pengeluaran dan mampu memberikan nilai ekonomi yang lebih. Dimana masing-masing starter memiliki umur yang sama yaitu 15 tahun waktu pakai.

Sebelum menghitung nilai NPV akan dilakukan perhitungan terhadap nilai kehilangan selama 5 tahun saat menggunakan *starter delta*. Berikut ini pada tabel 4.12 akan disajikan rekap data nilai kehilangan *risk event* dengan level tertinggi selama 5 tahun..

Tabel 4. 12 Data Jenis Dan Jumlah Kerusakan

Jenis Kerusakan	Tahun dan jumlah kerusakan				
	2013	2014	2015	2016	2017
Pipa Produksi	3	2	4	4	3
Pipa Distribusi	4	5	3	4	3
Klem Pipa	2	2	2	2	1
Listrik Padam	16	18	15	12	16

Berikut ini pada tabel 4.13 rancangan biaya kehilangan yang dialami jika terjadi kerusakan pada instalasi pipa.

Tabel 4. 13 Waktu Dan Besar Biaya Bila Terjadi Kerusakan

Waktu dan besar biaya	
Kehilangan air jam/M3	360
Kerugian (Rp/M3)	Rp 1,700.00
1 Pipa Produksi	Rp 2,000,000.00
1 Pipa Distribusi	Rp 6,000,000.00
Biaya Perbaikan	Rp 2,000,000.00
Harga klem pipa 12"	Rp 40,000.00
Waktu Perbaikan Pipa	4jam
Waktu Perbaikan Listrik	45 menit

Berikut di bawah ini pada tabel 4.14 akan disajikan hasil rekapitulasi perhitungan nilai kehilangan selama 5 tahun saat menggunakan *starter delta*.

Tabel 4. 14 Perhitungan Nilai Kehilangan

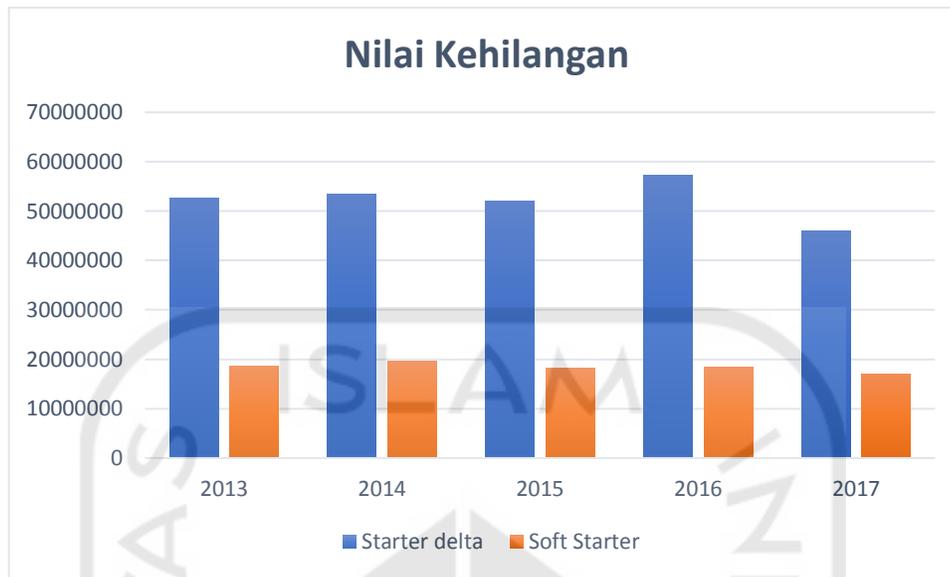
	Tahun				
	2013	2014	2015	2016	2017
Total	Rp	Rp	Rp	Rp	Rp
Biaya	52,560,000.00	53,478,000.00	52,101,000.00	57,172,000.00	46,072,000.00

Berdasarkan pendapat *stakeholder* 80% nilai kehilangan yang ada merupakan kerusakan yang diakibatkan oleh *water hammer*, jika kita asumsikan bahwa setelah pergantian *soft starter* water kerusakan yang disebabkan oleh *water hammer* berkurang sebanyak 75% maka berikut di bawah ini pada tabel 4.15 adalah rekapan nilai kehilangan setelah pergantian *soft starter*. Dimana nilai pemadaman listrik masih tetap dihitung.

Tabel 4. 15 Perhitungan Nilai Kehilangan Setelah Memakai *Soft Starter*

	Tahun				
	2013	2014	2015	2016	2017
Total	Rp	Rp	Rp	Rp	Rp
Biaya	18,648,000.00	19,566,000.00	18,189,000.00	18,424,000.00	17,026,000.00

Sebelum melakukan perhitungan NPV dilakukan perhitungan *cash flow* baik itu *cash in* maupun *cash out*. Berikut pada tabel 4.16 di bawah ini akan disajikan tabel *cash in flow* selama 5 tahun.



Gambar 4.7 Perbandingan Nilai Kehilangan *Soft Starter* dengan *Starter Delta*

Dibawah ini pada tabel 4.16 akan disajikan Nilai *Cash in flow*

Tabel 4. 16 Nilai *Cash in flow*

<b>Tahun</b>	<b>0</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
Prediksi Volume Produksi		2230558	2205991	2230558	2345117	2205991
%thd Volume Produksi		80.00%	80.00%	80.00%	80.00%	80.00%
Volume Produksi		1784446.4	1764792.8	1784446.4	1876093.6	1764792.8
Prediksi Harga Jual/unit		1400	1500	1600	1600	1700
%Harga Jual		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
Harga Jual		1400	1500	1600	1600	1700
Nilai Sisa						
<b>Total <i>Cash in flow</i></b>		<b>Rp2,498,224,960</b>	<b>Rp2,647,189,200</b>	<b>Rp2,855,114,240</b>	<b>Rp3,001,749,760</b>	<b>Rp3,000,147,760</b>

Pada Tabel 4.17 di bawah ini adalah gambaran *Cash Out Flow* memakai *star delta* selama waktu 5 tahun

Tabel 4. 17 *Cash Out Flow* Memakai Star Delta

<b>Tahun</b>	<b>0</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
Investasi Awal	Rp 37,000,000					
Total Biaya Kerugian Transmisi pipa		Rp 52,560,000	Rp 53,478,000	Rp 52,101,000	Rp 57,172,000	Rp 46,072,000
Total Biaya Operasional		Rp 1,453,000,000	Rp 1,542,000,000	Rp 1,538,000,000	Rp 1,554,000,000	Rp 1,474,000,000
<i>Cash Outflow</i>	Rp 37,000,000	Rp 1,505,560,000	Rp 1,595,478,000	Rp 1,590,101,000	Rp 1,611,172,000	Rp 1,520,072,000
<i>Net Cash Flow</i>	Rp (37,000,000)	Rp 992,664,960	Rp 1,051,711,200	Rp 1,265,013,240	Rp 1,390,577,760	Rp 1,480,075,760

Di bawah ini tabel 4.18 adalah gambaran *Cash Out Flow* jika memakai *soft starter* selama kurun waktu 5 tahun

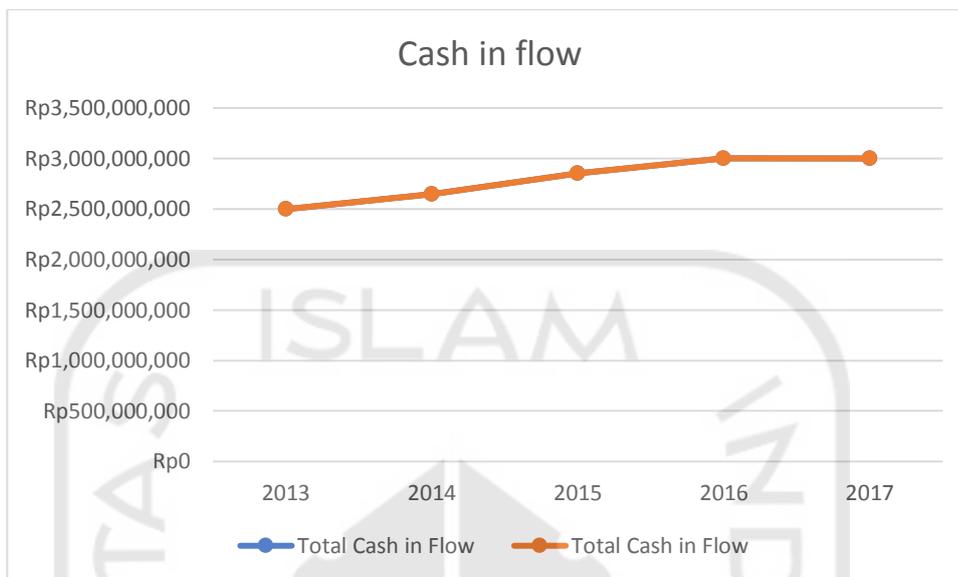
Tabel 4. 18 Tabel *Cash Out Flow* Setelah Memakai *Soft starter*

Tahun	0	2013	2014	2015	2016	2017
Investasi Awal	Rp 150,000,000					
Total Biaya Kerugian Trasmisi pipa		Rp 18,648,000	Rp 19,566,000	Rp 18,189,000	Rp 18,424,000	Rp 17,026,000
Total Biaya Operasional		Rp 1,453,000,000	Rp 1,542,000,000	Rp 1,538,000,000	Rp 1,554,000,000	Rp 1,474,000,000
<i>Cash Outflow</i>	Rp 150,000,000	Rp 1,471,648,000	Rp 1,561,566,000	Rp 1,556,189,000	Rp 1,572,424,000	Rp 1,491,026,000
<i>Net Cash Flow</i>	Rp (150,000,000)	Rp 1,026,576,960	Rp 1,085,623,200	Rp 1,298,925,240	Rp 1,429,325,760	Rp 1,509,121,760

Berikut di bawah ini adalah tabel hasil asumsi nilai NPV sebelum dan sesudah memakai *soft starter*

Kondisi Penggunaan <i>soft starter</i>	Nilai NPV
Sebelum	Rp4,553,822,591
Sesudah	Rp4,569,657,402

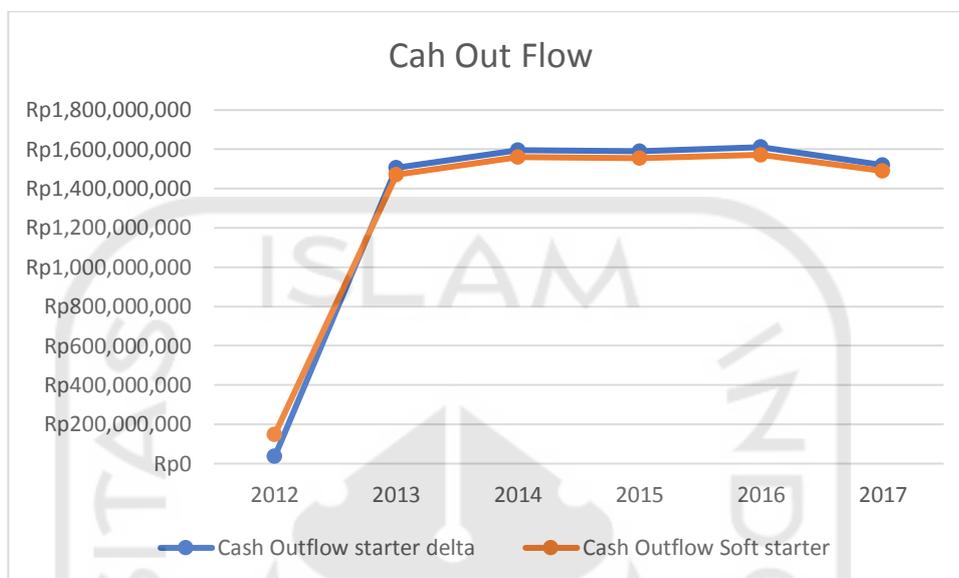
Berikut di bawah ini adalah gambaran cash flow dari pemakaian soft starter dan delta starter (gambar 4.7):



Gambar 4. 7 **Diagram *cash in flow***

Aliran *cash in flow* kedua pemakaian starter sama, karena di asumsikan dengan *cash in flow* sama dimana jumlah debit produksi disamakan. Hal ini dikarenakan asumsi perhitungan dengan debit yang berbeda terlalu rumit, sehingga penulis hanya membedakan dalam aliran *cash out flow* nya. Namun secara logika pemakaian *soft starter* seharusnya memiliki *cash in* yang lebih besar karena jumlah kehilangan air yang lebih sedikit.

Sedangkan di bawah ini pada gambar 4.8 adalah gambaran dari *Cash Out Flow* pemakaian *starter* yang berbeda.



Gambar 4. 8 *Cash Out Flow*

Berdasarkan dari gambar diatas dapat diketahui jika nilai *cash in flow* pada *soft starter* lebih besar pada tahun kedua dan seterusnya, namun pada tahun pertama memiliki *cash out flow* yang lebih tinggi. Berdasarkan hasil perhitungan selama 5 tahun, diketahui bahwa *cash out flow* pada *soft starter* lebih kecil sebesar Rp56,530,000 dibandingkan dengan *cash out flow* pada *delta starter*. Dari hal ini apa dilihat bahwa memakai *soft starter* menghemat lebih banyak pengeluaran. Mitigasi yang pernah dilakukan adalah melakukan pergantian pipa secara bertahap dengan kualitas pipa lebih baik untuk kapasitas tekanan air yang lebih besar.