

## Pembuatan Rencana Perbaikan untuk Menangani Defisit Air di PDAM Kota Denpasar dengan Menggunakan Rencana Pengamanan Air Minum (RPAM)-Operator

ADITYA FAJRIN, RACHMAWATI S.DJ, DYAH ASRI HANDAYANI T

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Nasional (ITENAS) Bandung

Email : Di.di\_t@yahoo.co.id

### ABSTRAK

*Target RPJMN adalah 100% akses air bersih pada tahun 2019. Akan tetapi, cakupan pelayanan PDAM Kota Denpasar pada akhir tahun 2014 baru sebesar 45,80%. PDAM Kota Denpasar mengalami kesulitan dalam pengembangan cakupan pelayanan karena adanya defisit air sebesar 391,54 L/det. Sehingga diperlukan penanganan defisit air untuk mendukung tercapainya target RPJMN. RPAM-Operator merupakan cara paling efektif untuk memastikan secara konsisten keamanan air minum melalui pendekatan analisa dan manajemen resiko. Untuk itu tujuan penyusunan jurnal ini adalah menyusun rencana perbaikan untuk menangani defisit air menggunakan RPAM-Operator. Pendekatan analisa dan manajemen resiko pada RPAM-Operator melalui proses identifikasi, penilaian, dan memprioritaskan berbagai resiko. Dari hasil penyusunan didapatkan PDAM Kota Denpasar memiliki 22 kejadian bahaya yang dapat menyebabkan defisit air, secara umum akibat pengaruh musim, aktifitas di hulu sungai, suplai listrik PLN dan kebocoran pipa distribusi. Untuk menangani kejadian bahaya tersebut diperlukan 38 tindakan pengendalian yang terdiri dari koordinasi, memasang unit baru, memperbaiki kerusakan dan melakukan pembersihan unit SPAM, dan membuat database. Setelah itu, dilakukan proses penilaian dan prioritas agar tindakan pengendalian tersusun menjadi rencana perbaikan. Hasil akhir didapatkan, sebanyak 24 tindakan pengendalian dilaksanakan dalam jangka pendek (<5 tahun), jangka menengah (5-10 tahun) sebanyak 9 tindakan pengendalian dan jangka panjang (>10 tahun) sebanyak 5 tindakan pengendalian.*

**Kata Kunci:** RPAM-Operator, PDAM, SPAM

### **ABSTRACT**

*RPJMN target is 100% clean water access in 2019. But, the scope of services Denpasar City's PDAM in late 2014 has only reached 45,80%. Denpasar City's PDAM main problem in developing of their scope of service is cause by deficit of water by 391,54 L/det. So it's required to address this problem in order to achieve the target of the RPJMN. RPAM-Operator is most effective to ensure the consistency of secure drinking water with its analysis and risks management. This journal's purpose is to propose repair plans to handle the water using RPAM-Operator. The stages of approach of the analysis and risk management in RPAM-Operator is through the identification process, assesment, and various risks priotization. From the identification process, Denpasar City's PDAM was found to have 22 dangerous incidents that can cause the water deficit, generally from seasoning, activities in the upstream, PLN electricity supply and the distribution leakage. To handle the danger, thirty eight acts of controlling were needed consisting of coordination, setting up new unit, repairing damages and cleaning SPAM unit and database. After that, the process was completed assessing and prioritizing the act of control through repair plans. Twenty three the act of controlling implemented in the short term (<5 years), for medium term (5-10 years) 9 the acts of control and for long term (>10 years) about 5 acts of controls .*

**Keywords:** *RPAM-Operator, PDAM, SPAM*

## **1. PENDAHULUAN**

Berdasarkan Peraturan Daerah Kota Denpasar No 3 Tahun 2009, Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Kota Denpasar merupakan satu – satunya perusahaan air minum yang menyediakan air bersih untuk masyarakat Kota Denpasar. Sehingga PDAM Kota Denpasar harus memenuhi target rencana pembangunan jangka menengah nasional (RPJMN) untuk Kota Denpasar yaitu 100% akses air bersih pada akhir tahun 2019. Akan tetapi, cakupan pelayanan PDAM Kota Denpasar pada akhir tahun 2014 baru sebesar 45,80% dari jumlah penduduk Kota Denpasar (PDAM Kota Denpasar, 2014). PDAM Kota Denpasar mengalami kesulitan dalam pengembangan cakupan pelayanan karena adanya defisit air. Defisit air tersebut disebabkan keterbatasan air baku. Meskipun PDAM Kota Denpasar telah melakukan berbagai upaya penanganan defisit air, yaitu dengan optimalisasi kapasitas produksi instalasi pengolahan air (IPA) dan membeli air curah dari PDAM lain, defisit masih terjadi sebesar 391,54 L/det (Sudarsana, 2015). Hal ini menandakan penanganan yang dilakukan PDAM Kota Denpasar dalam mengatasi defisit air belum maksimal.

Penanganan defisit air PDAM Kota Denpasar dapat menggunakan RPAM - Operator yang merupakan cara paling efektif untuk memastikan secara konsisten keamanan air minum melalui pendekatan analisis dan manajemen resiko secara menyeluruh mulai dari sumber air baku sampai ke konsumen. Tahap pendekatan analisa dan manajemen resiko pada RPAM – Operator adalah dengan proses identifikasi, penilaian, dan memprioritaskan berbagai resiko yang berbeda, sehingga diperoleh rencana perbaikan yang tepat dan tersusun (mulai dari yang penting hingga tidak penting). Pada RPAM – Operator, tahap tersebut dilakukan dengan mengikuti modul – modul (M) yang ada di Manual RPAM Operator yang dikeluarkan Kementerian Pekerjaan Umum (PU) tahun 2014, yaitu dengan membuat rantai pasok (M2), investigasi resiko (M3), buat daftar tindakan pengendalian, reanalisa resiko & prioritas resiko (M4) dan buat rencana perbaikan(M5). Tujuan penyusunan jurnal adalah membuat rencana perbaikan yang dapat digunakan PDAM Kota Denpasar sebagai acuan dalam menangani defisit air dengan menggunakan RPAM – Operator, untuk mendukung pencapaian target RPJMN di Kota Denpasar.

## **2. METODOLOGI**

Penyusunan rencana perbaikan pada RPAM – Operator untuk sumber air permukaan di PDAM Kota Denpasar mengacu pada Manual RPAM – Operator yang dikeluarkan Kementerian PU tahun 2014. Beberapa tahapan dalam penyusunan Rencana Perbaikan pada Manual RPAM – Operator, mulai dari membuat rantai pasok(M2), investigasi resiko(M3), buat daftar tindakan pengendalian, reanalisa resiko & prioritas resiko (M4) dan buat rencana perbaikan(M5). Penyusunan RPAM – Operator ini menggunakan data hasil wawancara dengan pihak PDAM untuk mendapatkan data mengenai permasalahan dan tindakan pengendalian dalam pengoperasian SPAM. Hasil observasi lapangan untuk mendapatkan adalah alur proses SPAM, jumlah dan jenis unit tiap komponen SPAM yang digunakan PDAM Kota Denpasar. Pengumpulan dokumen laporan tahunan PDAM, serta dari pengaduan pelanggan pada pengaduan rakyat online Denpasar (PRODenpasar) dan Situs Resmi PDAM Kota Denpasar untuk melengkapi kekurangan data saat observasi lapangan dan wawancara.

### **2.1 Membuat Rantai Pasok (M2)**

Rantai pasok/diagram alir proses dibuat melingkupi keseluruhan proses produksi dan distribusi air minum. Hal ini dilakukan dengan cara mencatat dan menggambarkan seluruh proses, mulai dari pengambilan air baku sampai distribusi air minum ke pelanggan (Kementerian PU, 2014).

Rantai pasok pada RPAM – Operator digambar dengan menggunakan standar lambang/ simbol (Tabel 1). Hal ini ditujukan untuk mendapatkan keseragaman bentuk rantai pasok pada dokumen RPAM – Operator. Untuk lebih memudahkan pembacaan rantai pasok, diberikan warna pada setiap lambang/ simbol sebagai pembeda unit komponen pada rantai pasok. Warna kuning untuk sumber air baku dan air curah, putih untuk sistem penyimpanan air (*intake* dan *clear well*), ungu untuk pompa, biru untuk unit pengolahan (prasedimentasi dan IPA), abu-abu untuk sistem transmisi, hijau untuk jaringan distribusi dan merah untuk daerah pelayanan (sambungan rumah).

**Tabel 1** Standar lambang/ simbol di Manual RPAM

Simbol/ Kode	Keterangan
	Tahap Penyimpanan
	Tahap Operasi
	Tahap transport/ transfer
	Proses Kontinyu
	Proses tidak kontinyu/ intermitten

Catatan : Tiap komponen rantai pasok dimana Penyelenggara tidak memiliki kontrol langsung/ direct control digambarkan dengan garis lebih tebal.

Sumber : Kementerian PU, 2014

**Tabel 2** Skala Peluang Kejadian

Peluang Kejadian	Skala
Hampir selalu (peluang kejadian setiap hari).	5
Sering (setiap minggu).	4
Sedang (setiap bulan).	3
Jarang (setiap tahun).	2
Sangat jarang (lebih dari 1 tahun sekali).	1

Sumber : Kementerian PU, 2014

## 2.2 Investigasi Resiko (M3)

Investigasi resiko dilakukan dengan mengidentifikasi dan menginventarisir potensi kejadian bahaya yang dapat timbul pada tiap komponen rantai pasok, dan memperkirakan risiko apa saja yang dapat ditimbulkan dari kejadian bahaya tersebut serta memberikan skor/nilai terhadap setiap risiko. Kejadian bahaya dan besarnya (skor) risiko perlu diketahui untuk menjadi referensi awal dalam menyusun rencana perbaikan yang berpedoman pada prinsip manajemen risiko (Kementerian PU, 2014).

**Tabel 3** Skala Keparahan Resiko

Kualitas (K1) <sup>(1)</sup>	Kuantitas (K2) <sup>(2)</sup>	Kontinuitas (K3) <sup>(2)</sup>	Skala
Katastrofik/sangat parah (dapat menyebabkan kematian secara tiba-tiba)	Katastrofik/sangat parah (dapat menyebabkan 75% - 100 tidak mendapatkan air)	Katastrofik/sangat parah (Aliran air ke pelanggan terhenti selama 18 atau lebih)	5
Besar (dapat menyebabkan kesakitan pada masyarakat)	Besar (dapat mengurangi debit air ke pelanggan sebesar 50 - <75%)	Besar (Aliran air ke pelanggan terhenti selama 12 - <18 jam)	4
Sedang (menimbulkan dampak estetika terhadap air minum: berasa, berbau dan dinilai tidak aman)	Sedang (dapat mengurangi debit air ke pelanggan sebesar 25 - <50%)	Sedang (Aliran air ke pelanggan terhenti selama 6 - <12 jam)	3
Kecil (menimbulkan dampak estetika terhadap air minum: berasa, berbau namun masih dinilai aman dikonsumsi)	Kecil (dapat mengurangi debit air ke pelanggan sebesar <25%)	Kecil (Aliran air ke pelanggan terhenti selama <6 jam)	2
Sangat kecil/tak berarti/dampak tidak terdeteksi	Sangat kecil/dampak tidak terdeteksi	Sangat kecil/dampak tidak terdeteksi	1

Sumber : Kementerian PU, 2014<sup>(1)</sup>; Hasil Analisa<sup>(2)</sup>

Langkah pertama dalam investigasi resiko adalah mengidentifikasi dan inventarisir kejadian bahaya atau sumber permasalahan SPAM pada semua komponen rantai pasok mulai dari hulu hingga hilir. Kemudian menentukan resiko yang ditimbulkan dan pengaruh resiko terhadap 4K, yaitu kualitas(K1), kuantitas(K2), kontinuitas(K3), dan keterjangkauan(K4) air minum. Setelah diketahui pengaruh resiko yang ditimbulkan, dilakukan penilaian skor resiko yang didapat dari hasil perkalian skala peluang kejadian (pada Tabel 2) dengan skala keparahan resiko (pada Tabel 3). Untuk keparahan terhadap resiko keterjangkauan

ditetapkan nilai keparahan selalu 1. Hal ini dikarenakan kejadian bahaya yang akan diidentifikasi adalah kejadian bahaya yang pernah dan sedang terjadi di PDAM Kota Denpasar dan keterjangkauan air minum sampai sekarang masih 0,4% dari pendapatan masyarakat, jauh di bawah batas penjualan air minum yaitu 4% dari pendapatan masyarakat. Hasil skor resiko kemudian ditentukan besaran resikonya dengan menggunakan metode *matriks* (pada Tabel 4).

**Tabel 4** Matriks Penetapan Besarnya Skor Resiko

Matriks Risiko		Peluang Kejadian					
		Hampir Selalu	Sering	Sedang	Jarang	Sangat Jarang	
Skala		5	4	3	2	1	
Keparahan Risiko	Katastrok	5	25	20	15	10	5
	Besar	4	20	16	12	8	4
	Sedang	3	15	12	9	6	3
	Kecil	2	10	8	6	4	2
	Sangat Kecil	1	5	4	3	2	1

Sumber : Kementerian PU, 2014

Keterangan tabel:

- $\geq 12$ , adalah risiko tinggi yang memerlukan tindakan segera, ditunjukkan dengan warna oren.
- $8 < 12$  adalah batasan risiko sedang, ditunjukkan dengan warna merah muda.
- $< 8$  adalah batasan risiko rendah dan tidak memerlukan tindakan penanganan segera, ditunjukkan dengan warna abu – abu.

### 2.3 Buat Daftar Tindakan Pengendalian, Reanalisa Resiko & Prioritas Resiko (M4)

Daftar Tindakan Pengendalian merupakan penanganan risiko dengan beberapa alternatif tindakan pengendalian (*multiple barriers*). Hal ini dimaksudkan untuk menjamin jika ada satu tindakan pengendalian yang tidak bekerja/gagal, maka tersedia tindakan pengendalian yang lain. Sedangkan reanalisa resiko & prioritas resiko merupakan pengkajian ulang terhadap seluruh kejadian bahaya dan risiko yang telah dibuat untuk mendapatkan susunan daftar kejadian bahaya dan risiko mulai dari yang paling penting (prioritas) sampai yang paling tidak penting.

Daftar tindakan pengendalian dibuat dengan inventarisasi tindakan pengendalian yang sudah dilakukan PDAM maupun dengan penentuan sendiri tindakan pengendaliannya yang dapat menurunkan bahkan menghilangkan risiko bahaya yang ada. Untuk menentukan tindakan pengendalian yang efektif atau tidak, disediakan cara validasi sebagai acuan PDAM dalam memvalidasi tindakan pengendalian sebelum melaksanakannya. Setelah ditetapkan tindakan pengendalian yang akan digunakan, selanjutnya dilakukan prioritasasi dengan cara pengkajian ulang skor resiko terhadap kejadian bahaya dan risiko mulai dari yang paling penting (prioritas) sampai yang paling tidak penting. Pertimbangan dalam pengkajian ulang dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5** Pertimbangan dalam Perubahan Skor Resiko

Faktor yang Dipertimbangkan	Kondisi 1	Kondisi 2
Tindakan pengendalian sudah ada?	Tersedia → skor risiko tetap atau turun.	Belum → skor risiko naik.
Apakah tindakan pengendalian dipercaya akan bekerja efektif?	Ya → skor risiko tetap atau turun.	Tidak → skor risiko naik.
Ada kejadian bahaya yang istimewa/besar terjadi baru-baru ini?	Ya → skor risiko naik.	Tidak → skor risiko tetap atau turun.
Apakah kejadian bahaya berada di bawah kendali manajemen Penyelenggara?	Ya → skor risiko tetap atau turun.	Tidak → skor risiko naik.

Sumber : Kementerian PU, 2014

Hasil skor resiko yang baru nanti, digunakan untuk menentukan prioritas untuk dilakukan rencana perbaikan, prioritas tinggi yaitu skor tinggi dengan nilai  $\geq 12$ , sedang nilainya  $8 - 11$  dan kecil nilainya  $< 8$ .

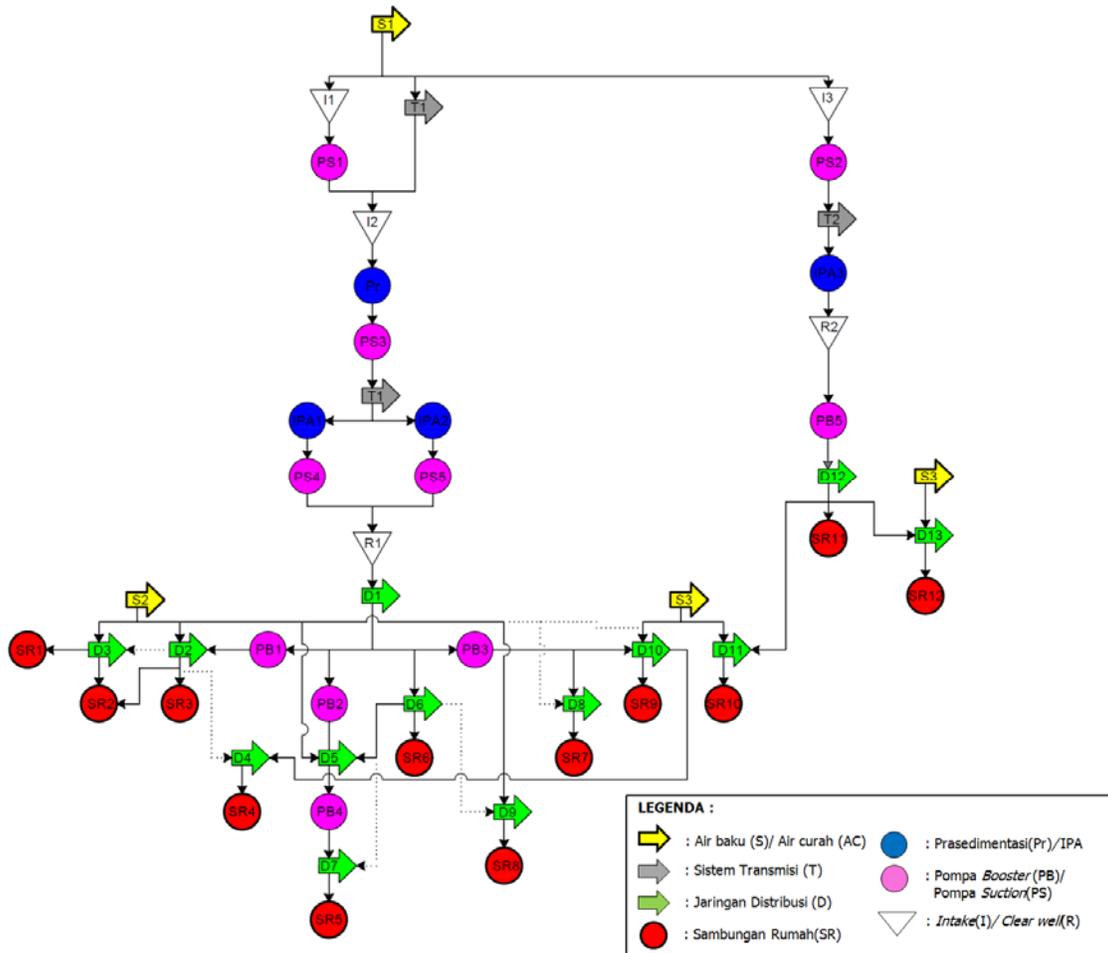
## 2.4Buat Rencana Perbaikan (M5)

Beberapa kegiatan yang telah dilakukan sebelumnya, mulai dari penggambaran rantai pasok, investigasi risiko dan identifikasi tindakan pengendalian, pada akhirnya akan bermuara pada apa saja tindakan yang akan diambil untuk menangani risiko-risiko tersebut. Rangkaian tindakan pengendalian tersebut dinamai Rencana Perbaikan (Kementerian PU, 2014).

Langkah pertama dalam membuat rencana perbaikan adalah dengan mengelompokkan kejadian bahaya yang memiliki kemiripan (tema besar) agar didapati satu tindakan pengendalian untuk menangani beberapa kejadian bahaya. Setelah itu, tindakan pengendalian disusun berdasarkan prioritasnya sehingga terbentuk rencana perbaikan. Untuk prioritas tinggi (membutuhkan tindakan pengendalian segera) dilaksanakan dalam waktu  $\leq 5$  tahun, resiko sedang 5 – 10 tahun, resiko rendah  $>10$  tahun, dan tidak diprioritaskan tidak dilaksanakan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap pertama yang dilakukan dalam penyusunan rencana perbaikan adalah dengan membuat rantai pasok SPAM. Hasil dari penggambaran rantai pasok SPAM di PDAM Kota Denpasar dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rantai Pasok SPAM di PDAM Kota Denpasar

Rantai pasok SPAM di PDAM Kota Denpasar menunjukkan bahwa satu – satunya sumber air baku permukaan adalah Sungai Ayung (S1), menggunakan 3 sumber unit air curah(AC), saluran transmisi air baku(T)sebanyak 2 saluran tertutup dan 1 saluran terbuka, pompa *suction*(PS)air baku sebanyak 5 sistem pompa, sistem penyimpanan air diantaranya 3 *intake*(I) dan 2 *clear well*(R), instalasi pengolahan air lengkap(IPA) sebanyak 3 buah dan 1 prasedimentasi(Pr), pompa *booster* (PB) sebagai alat bantu distribusi sebanyak 5 sistem pompa, distribusi air bersih terbagi menjadi 13 jaringan distribusi(D) yang terdiri dari 12 daerah pelayanan (SR).

Investigasi resiko dilakukan pada setiap komponen rantai pasok yang disusun. Tujuan dari perencanaan ini adalah membuat rencana perbaikan yang dapat digunakan untuk mengatasi defisit air pada SPAM di PDAM Kota Denpasar, sehingga investigasi resiko dilakukan terhadap kejadian bahaya dan resiko yang menyebabkan defisit air. Dari hasil inventarisasi kejadian bahaya,terdapat 22 kejadian bahaya (pada Tabel 6) yang dapat menyebabkan defisit air di PDAM Kota Denpasar.

**Tabel 6** Kejadian Bahaya di PDAM Kota Denpasar

Kode Lokasi	Kejadian Bahaya	Kode Lokasi	Kejadian Bahaya	Kode Lokasi	Kejadian Bahaya
S1	Curah hujan tinggi di hulu sungai. <sup>(5)</sup>	PS1, PS3 - PS5	Listrik padam secara mendadak. <sup>(3)</sup>	Pr	Masuknya sampah ke bak prasedimentasi. <sup>(5)</sup>
S1	Adanya sampah dan kayu di sungai. <sup>(5)</sup>	PS1, PS3 - PS5	Kapasitas <i>genset</i> tidak sesuai dengan kebutuhan (kurang). <sup>(3)</sup>	IPA1 - IPA3	Pengurusan rutin dan berkala IPA. <sup>(1)</sup>
S1	Surutnya air sungai saat musim kemarau. <sup>(1)</sup>	PS1	Tidak tersedianya pompa cadangan. <sup>(2)</sup>	IPA1	Debit air yang masuk bak filtrasi melebihi 100 L/det dari kapasitasnya. <sup>(5)</sup>
S1	Pengurusan <i>intake</i> PDAM Badung. <sup>(3)</sup>	T3 dan PS3	Tidak tersedianya tangki tekan cadangan di T3. <sup>(2)</sup>	IPA1 - IPA2	Kapasitas <i>genset</i> tidak sesuai dengan kebutuhan (kurang). <sup>(3)</sup>
S1	Longsor di hulu sungai. <sup>(3)</sup>	I1 - I3	Sampah dan kayu di sungai masuk ke dalam SPAM. <sup>(5)</sup>	R1, R2	Pengurusan berkala bak <i>clear well</i> . <sup>(1)</sup>
S1	Kebiasaan masyarakat membuang sampah ke sungai. <sup>(5)</sup>	I1 dan I3	Kekeruhan air tinggi saat musim hujan dan kemarau yang masuk ke SPAM. <sup>(5)</sup>	D1, D3, D6, D8, PB1 - PB4	Saat musim kemarau, level air di bak <i>clear well</i> (R1) turun melebihi 280 cm. <sup>(1)</sup>
T1, PS1- PS3	Sampah dan kayu di sungai masuk ke dalam SPAM. <sup>(5)</sup>	I1 - I3	Pengurusan berkala bak <i>intake</i> (I1 - I3). <sup>(1)</sup>	D1 - D13	Umur pipa yang sudah tua. <sup>(1)</sup>
		Pr	Pengurusan rutin bak prasedimentasi. <sup>(1)</sup>	D1 - D13	Pekerjaan galian tanah di lokasi pipa distribusi. <sup>(4)</sup>

*Sumber :*

<sup>(1)</sup>Artikel PDAM Kota Denpasar di dalam <http://pdam.denpasarkota.go.id/> dan <http://balitribune.co.id>.

<sup>(2)</sup>Observasi SPAM di PDAM Kota Denpasar pada tanggal 10-12 Juli 2014.

<sup>(3)</sup>Pengumuman kebijakan PDAM Kota Denpasar di dalam <http://pdam.denpasarkota.go.id/>.

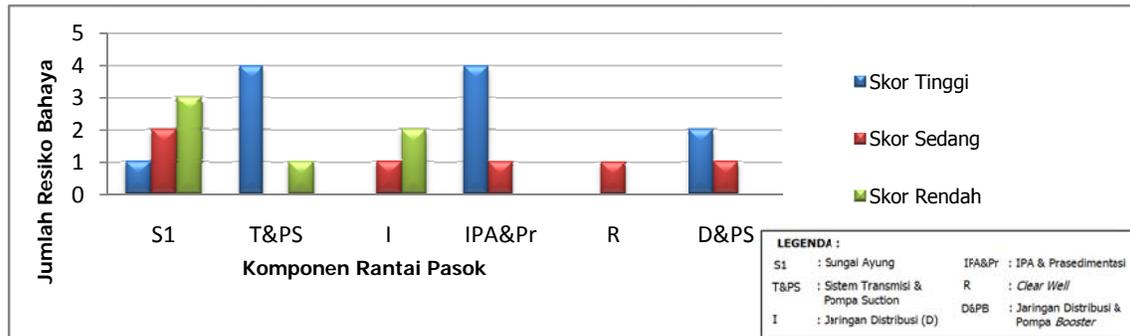
<sup>(4)</sup>Tanggapan keluhan pelanggan oleh PDAM Kota Denpasar di dalam <http://pdam.denpasarkota.go.id/>.

<sup>(5)</sup>Hasil wawancara dengan Kabag. Produksi, Kasubag. Unit IPA Belusung, dan Kepala Litbang PDAM Kota Denpasar, Kota Denpasar pada tanggal 10-12 Juli 2014.

Kejadian bahaya tersebut mempunyai resiko yang berbeda – beda yang salah satunya membuat defisit air, seperti curah hujan tinggi di hulu sungai, longsor di hulu sungai, dan pengurusan *intake* PDAM Badung yang menyebabkan kualitas air baku tinggi melebihi batas maksimum IPA pada SPAM yaitu 500 NTU, sehingga produksi air terpaksa dihentikan. Sedangkan untuk kejadian bahaya adanya sampah ada sumber air baku(S) dan masuk ke SPAM PDAM di Kota Denpasar yang mempunyai resiko, pintu air, saringan sampah di *intake* tersumbat yang membuat air baku yang masuk berkurang, sehingga produksi air baku

berkurang, dan juga menyebabkan tersumbatnya pompa *suction* yang menyebabkan kerusakan sehingga pengaliran air baku terhenti.

Setelah mengetahui resiko yang ditimbulkan pada setiap kejadian bahaya, tahap selanjutnya pada investigasi resiko adalah melakukan penilaian skor resiko berdasarkan keparahan resiko dan peluang kejadian. Hasil dari penilaian skor resiko dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Penilaian Skor Resiko

Dari hasil penilaian skor resiko menunjukkan sebanyak 11 resiko merupakan skor tinggi, lima resiko berupa skor sedang dan 6 resiko berupa skor rendah. Peluang kejadian yang memiliki skor tertinggi ada pada kejadian bahaya kapasitas *genset* tidak sesuai dengan kebutuhan (kurang), tidak tersedianya pompa cadangan di P1, tidak tersedianya tangki tekan cadangan di T3, umur pipa yang sudah tua dan pekerjaan galian tanah di lokasi pipa distribusi. Kejadian bahaya ini memiliki peluang kejadian tertinggi karena terjadi setiap SPAM beroperasi, sehingga skor peluang kejadiannya adalah yang tertinggi dengan nilai 5.

Untuk keparahan resiko, skor tertinggi salah satunya ada pada kejadian bahaya curah hujan curah hujan tinggi di hulu sungai dan longsor di hulu sungaidengan resiko kualitas air baku tinggi melebihi batas maksimum IPA pada SPAM yaitu 500 NTU. Resiko ini berpengaruh terhadap seluruh aspek 4K. Skor resiko terbesar ada pada aspek kuantitas dan kontinuitas, karena saat kekeruhan air baku tinggi (>500) menyebabkan IPA1, IPA2 dan IPA3 berhenti beroperasi yang mengakibatkan produksi air berkurang sebesar 0,97% dari total produksi (skor 5 pada K2), dan saat *stop* produksi kontinuitas distribusi air ke pelanggan akan terganggu, resiko ini terjadi sampai dengan 3 hari (skor 5 pada K3).

Setelah itu, ditentukan alternatif tindakan pengendalian untuk menurunkan bahkan menghilangkan resiko bahayatersebut. Didapati 66 alternatif tindakan pengendalian dengan 16 tindakan pengendalian pada sumber air baku, sistem transmisi dan pompa *suction* sebanyak 19 alternatif tindakan pengendalian, *intake* sebanyak 7 tindakan pengendalian, prasedimentasi dan IPA sebanyak 11 tindakan pengendalian, *clear well* 1 tindakan pengendalian, dan jaringan distribusi dan pompa *booster* sebanyak 12 tindakan pengendalian.

Tindakan pengendalian yang ditetapkan haruslah dapat mengurangi bahkan menghilangkan resiko bahaya yang ada, seperti pada sumber air baku yang mempunyai resiko kualitas air baku (>500NTU) lebih dari kapasitas maksimum IPA, terjadi penyumbatan pintu air, saluran pembawa dan saringan sampah di *inlet intake* oleh sampah, dan debit air berkurang sebesar 20% saat musim kemarau. Alternatif tindakan pengendalian untuk menangani resiko tersebut antara lain : (1) melakukan koordinasi dengan pihak yang bertanggungjawab pada Sungai Ayung, ditujukan agar *stakeholder* dapat melakukan tindakan pengendalian untuk menjamin kestabilan air baku dari segi kualitas, kuantitas dan kontinuitas, dan mengatasi masalah

sampah di Sungai Ayung yang merupakan tanggungjawabnya;(2)melakukan koordinasi dengan petugas DAM Peraupan untuk memperbesar bukaan pintu air, hal ini dilakukan untuk menangani surut air sungai di tempat pengambilan air baku PDAM, dengan tindakan pengendalian diharapkan dapat memperbesar debit air sungai yang melewati *intake* PDAM Kota Denpasar; (3)mencari sumber air baku lain, tindakan pengendalian ini diperlukan agar suplai air tidak terhenti karena sumber utama air baku yaitu Sungai Ayung tidak dapat digunakan saat curah hujan tinggi, longsor di hulu sungai, dan pengurusan *intake* PDAM Badung. (4)menghentikan operasi SPAM, tindakan pengendalian ini merupakan tindakan pengendalian yang biasa dilakukan PDAM Kota Denpasar untuk mencegah kualitas produksi air bersih tidak memenuhi persyaratan kualitas air minum karena kekeruhan air baku melebihi kapasitas maksimum IPA di di PDAM Kota Denpasar.

Pada komponen sistem transmisi dan pompa *suction*,resiko yang terjadi adalah pintu air, saluran pembawa dan saringan sampah (*inlet intake*) tersumbat oleh sampah, sampah tersumbat di pompa *suction* dan merusak pompa *suction*, listrik padam dan kapasitas *genset* yang tidak sesuai kebutuhan menyebabkan produksi air terhenti, kerusakan pada pompa saat listrik mati mendadak, proses pengambilan air baku terhenti saat PS1 rusak sehingga proses pengambilan air baku terhenti karena tidak tersedia pompa cadangan, pompa *suction* rusak karena terkena aliran balik.Tindakan pengendalian resiko yang ditetapkanantara lain dengan melakukan koordinasi dengan pihak yang bertanggungjawab atas sampah di Sungai Ayung agar melakukan melakukan penanganan dalam mengatasi masalah sampah di sungai, dan PT. PLN untuk melakukan tindakan perbaikan agar terjamin aliran listrik tidak terhenti, membersihkan pintu air dan saluran pembawa, memasang *bar screen* di pintu air, memasang *fine screen* di *inlet intake*, membuat *database* pompa *suction*, mengganti pompa *suction* yang rusak, mengoperasikan pompa *suction* cadangan, memasang tangki tekan di pompa *suction* yang belum tersedia, menambah *genset* sesuai kapasitas yang dibutuhkan, dan pengadaan pompa *suction* cadangan di PS1.

Untuk komponen *intake*, resiko bahaya yang terjadi adalah saringan sampah di *inlet intake* tersumbat, pengurusan *intake* menjadi lebih sering, sampah tersumbat di pompa *suction* dan merusak pompa*suction*, terhentinya aliran air baku saat pengurusan *intake*. Alternatif tindakan pengendalian yang digunakan untuk menangani resiko tersebut antara lain melakukan koordinasi dengan pihak yang bertanggungjawab atas sampah di Sungai Ayung agar melakukan melakukan penanganan dalam mengatasi masalah sampah di sungai, membersihkan saringan sampah di *inlet intake*, melakukan pengurusan bak *intake*, memasang *fine screen* di *inlet intake*, membuat *database* pompa *suction*, mengganti pompa *suction* yang rusak, menambah jumlah bak *intake*, dan mengoperasikan pompa *suction* cadangan.

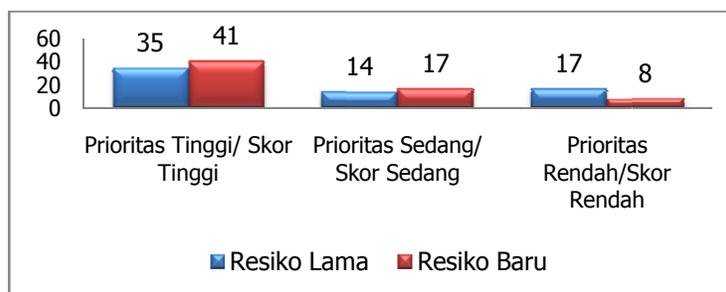
Pada komponen prasedimentasi dan IPA resiko yang terjadi adalah terhenti produksi air saat dilakukan pengurusan, sampah tersumbat di saringan pompa dan merusak pompa, media filter tersumbat (*clogging*) dan *level* air tidak turun saat *backwash*, listrik padam dan kapasitas *genset* tidak sesuai kebutuhan menyebabkan produksi air terhenti.Tindakan pengendalian resiko yang ditetapkan antara lain dengan melakukan koordinasi dengan pihak yang bertanggungjawab atas sampah di Sungai Ayung agar melakukan melakukan penanganan dalam mengatasi masalah sampah di sungai, menambah jumlah bak prasedimentasi dan di setiap komponen IPA, memasang *fine screen* di *inlet intake*, membuat *database* pompa *suction*, mengoperasikan pompa *suction* cadangan, melakukan *backwash* pada saringan pompa, menambah jumlah bak filtrasi sesuai kebutuhan, menambah *genset* sesuai kapasitas yang dibutuhkan.

Pada komponen *clear well*, resiko yang ditimbulkan adalah adalah terhentinya aliran air SPAM saat dilakukan pengurusan. Tindakan pengendalian yang dapat dilakukan adalah menambah jumlah bak *clear well*.

Untuk komponen jaringan distribusi dan pompa *booster*, resiko yang ditimbulkan adalah pipa distribusi utama (D1) pecah karena aliran balik, pipa bocor karena tidak mampu menahan tekanan air dan terkena alat berat pekerjaan galian tanah. Tindakan pengendalian yang dilakukan adalah mengganti pipa distribusi yang pecah, mengoperasikan *gate valve* saat level air mendekati ketinggian minimum bak *clear well*, memasang tangki tekan di D1, memasang pompa *booster* untuk daerah pelayanan yang cukup tinggi, melakukan distribusi dengan menggunakan tangki air PDAM, membuat *database* pipa distribusi dan jadwal pekerjaan di atas lokasi pipa distribusi, mengganti pipa distribusi yang pecah.

Cara validasi yang dapat digunakan PDAM – Kota Denpasar dalam menentukan apakah tindakan pengendalian yang disusun efektif menangani resiko bahayanya antara lain studi banding, pengalaman empiris dan kajian teknis.

Setiap tindakan pengendalian ini kemudian dilakukan pengkajian ulang kejadian bahaya dan resiko dengan menggunakan pertimbangan yang ada pada Tabel 5, agar didapatkan urutan tindakan pengendalian mulai dari yang penting sampai yang tidak penting. Hasil pengkajian ulang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Kaji Ulang Tiap Tindakan Pengendalian

Dari hasil kaji ulang, skor resiko tinggi yang awalnya 35 tindakan pengendalian meningkat menjadi 41 tindakan pengendalian. Begitu pula dengan skor sedang dari 14 menjadi 17 tindakan pengendalian. Sedangkan untuk skor rendah, setelah dikaji ulang tindakan pengendaliannya yang awalnya sebanyak 17 pada skor rendah menjadi sebanyak 8. Meningkatnya skor resiko setelah dikaji ulang menandakan masih banyaknya kejadian bahaya dan resiko yang ada di PDAM Kota Denpasar belum tertangani, penanganan tidak efektif, dan merupakan kejadian luar biasa maupun penanganan kejadian dan resiko yang bukan berada di dalam wewenang PDAM Kota Denpasar.

Setelah mendapatkan tindakan pengendalian yang penting (prioritas tinggi) sampai tidak penting (prioritas rendah), dilanjutkan tahap pengelompokkan kejadian bahaya (tema besar) untuk memastikan satu jenis kejadian bahaya tidak ditanganani dua atau lebih tindakan pengendalian yang sama. Hasil pengelompokkan kejadian bahaya diperoleh tema besar kejadian bahaya yaitu faktor alam yang menyebabkan menurunkan kualitas dan kuantitas air baku, aktifitas di hulu sungai yang menyebabkan banyaknya sampah atau meningkatkan kekeruhan air baku, gangguan pada aliran PLN, peningkatan produksi air di IPA1, kegiatan pengurusan, dan kebocoran pipa distribusi. Sehingga tindakan pengendalian yang diperoleh untuk menangani tema besar tersebut adalah sebanyak 38 tindakan pengendalian, dengan 24 tindakan pengendalian mempunyai prioritas tinggi, prioritas sedang sebanyak 9 tindakan

pengendalian, dan prioritas rendah sebanyak 5 tindakan pengendalian. Tindakan pengendalian ini disusun menjadi rangkaian tindakan pengendalian mulai dari yang penting (prioritas tinggi) sampai tidak penting (prioritas rendah). Lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7. Rencana Perbaikan SPAM di PDAM Kota Denpasar**

Jangka Pendek (<5 Tahun)	Jangka Pendek (<5 Tahun)	Jangka Menengah (10 - 15 Tahun)
Melakukan koordinasi dengan Dinas PU Provinsi Bali, Dinas PU Kota Denpasar dan <i>stakeholder</i> lain untuk meningkatkan/ membangun sistem ekodrainase di DAS Ayung.	Membuat saluran pengambil air baku di DAM Peraupan.	Melakukan koordinasi dengan PT. PLN untuk menjaga aliran listrik tidak terhenti.
	Mencari sumber air baku lain.	Melakukan koordinasi dengan petugas DAM untuk memperbesar bukaan pintu air di DAM Peraupan.
	Memasang <i>fine screen</i> di <i>inlet</i> 1, 12 dan 13.	
Melakukan koordinasi dengan Dinas PU Provinsi Bali, Dinas PU Kota Denpasar dan <i>stakeholder</i> lain untuk memberikan jadwal pekerjaan galian tanah agar PDAM dapat ikut dalam pemantauan pekerjaan.	Melakukan <i>backwash</i> pada saringan pompa (PS3).	Menghentikan operasi SPAM.
	Melakukan <i>backwash</i> pada media filter.	Memasang <i>bar screen</i> di pintu air ( <i>inlet</i> T1).
	Melakukan pengurusan bak <i>intake</i> (11, 12 dan 13).	Memasang tangki tekan di D1.
	Mengganti pompa <i>suction</i> (PS1, PS2 dan PS3) yang rusak.	Mengganti pipa distribusi yang pecah (D1).
Melakukan koordinasi dengan BLH Provinsi Bali, Dinas Kebersihan Provinsi Bali, Dinas DKP Kota Denpasar dan <i>stakeholder</i> lain untuk melakukan sosialisasi, tindakan pencegahan dan penanganan sampah di Sungai Ayung.	Mengganti pipa distribusi yang pecah.	Memasang tangki tekan di PS1, PS4 dan PS5.
	Mengoperasikan pompa <i>suction</i> cadangan (PS2 dan PS3) saat pompa rusak.	Menambah jumlah bak <i>clear well</i> .
	Menambah jumlah pompa di PS1.	Mengoperasikan <i>gate valve</i> saat <i>level</i> air mendekati ketinggian minimum bak <i>clear well</i> .
	Menambah jumlah tangki tekan di T3.	
	Menambah jumlah bak <i>intake</i> (di 11, 12 dan 13).	<b>Jangka Panjang (&gt; 10 Tahun)</b>
Melakukan koordinasi dengan PDAM Badung untuk mengolah lumpur di <i>intake</i> PDAM Badung sebelum dibuang ke sungai.	Menambah jumlah bak prasedimentasi.	Memasang pompa <i>booster</i> untuk D3, D6 dan D8.
	Menambah jumlah bak di setiap komponen di IPA.	Membersihkan saringan sampah ( <i>inlet</i> 1, 12 dan 13) dari sampah.
	Menambah jumlah bak filtrasi sesuai kebutuhan.	Membersihkan pintu air ( <i>inlet</i> T1) dan saluran pembawa (T1) dari sampah.
Membuat <i>database</i> jadwal pekerjaan galian tanah di lokasi pipa distribusi.	Melakukan distribusi dengan menggunakan tangki air PDAM.	Melakukan <i>backwash</i> pada saringan pompa (PS1 dan PS2)
Membuat <i>database</i> pipa distribusi.	Menambah genset sesuai kapasitas yang dibutuhkan.	Mengganti pompa <i>suction</i> (PS4 dan PS5) yang rusak.
Membuat <i>database</i> pompa <i>suction</i> (PS1, PS2, dan PS3).		

Rencana perbaikan disusun berdasarkan waktu pelaksanaan perbaikan. Prioritas tinggi dilaksanakan pada waktu < 5 tahun, prioritas sedang 5 – 10 tahun, dan prioritas tinggi > 10 tahun. Rencana perbaikan dapat membantu PDAM Kota Denpasar sebagai acuan dalam menangani defisit air yang menjamin aspek 4K.

#### 4. KESIMPULAN

Defisit air di PDAM Kota Denpasar disebabkan oleh 22 kejadian bahaya yang bersumber dari faktor alam, aktifitas di hulu, gangguan pada aliran PLN, peningkatan produksi air di IPA1, kegiatan pengurusan, dan kebocoran pipa distribusi. Kejadian bahaya serta resiko yang ditimbulkan ini dapat ditangani dengan 38 tindakan pengendalian yang terdiri dari yang terdiri dari koordinasi dengan *stakeholder*, memasang unit baru pada SPAM, memperbaiki kerusakan SPAM, melakukan pembersihan unit SPAM, dan membuat *database*. Rencana perbaikan terdiri dari 24 tindakan pengendalian dengan waktu pelaksanaan <5 tahun, waktu pelaksanaan 5-10 tahun sebanyak 9 tindakan pengendalian, waktu pelaksanaan >10 tahun sebanyak 5 tindakan pengendalian. Rencana perbaikan ini merupakan solusi PDAM Kota Denpasar untuk menjadi panduan dalam mengatasi defisit air di dalam SPAM.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada PDAM Kota Denpasar atas kerjasamanya dalam segala hal, baik itu saat observasi lapangan ataupun bantuan dokumen PDAM.  
Terimakasih juga kepada PT. Bemako Rekaprimase sebagai konsultan yang terkait dalam pembuatan dokumen RPAM – Operator PDAM Kota Denpasar.

#### DAFTAR RUJUKAN

- Departemen PU. 2009. *Manajemen Operasi Sistem Penyediaan Air Minum*. Badan Pembinaan Konstruksi dan SDM. Jakarta.
- Fajrin, Aditya. 2016. *Rencana Pengamanan Air Minum (RPAM) Operator Untuk Sumber Air Permukaan di PDAM Kota Denpasar*. Bandung : ITENAS.
- Fanany, Rizal. 2014. *Cakupan Pelayanan PDAM Denpasar Hanya 45 Persen*. Tribun Bali. Diakses di <http://bali.tribunnews.com/2014/12/20/cakupan-pelayanan-hanya-45-persen>. Diunduh pada tanggal 6 Oktober 2015.
- Kawamura. 2000. *Integrated Design of Water Treatment Facilities*. Singapura : John Wiley & Sons Inc.
- Kementerian PU. 2014. *Manual Rencana Pengamanan Air Minum (RPAM) – Operator*. Jakarta.
- Layla, M Anis dkk. 1977. *Water Supply Engineering Design 2nd edition*. Michigan USA : Ann Arbon Science.
- PDAM Kota Denpasar. 2014. *Rencana Pengamanan Air Minum (RPAM) PDAM Denpasar*. Kota Denpasar.
- Reynolds, Tom D. Dan Richards, Paul A. 1982. *Unit Operations and Processes in Environmental Engineering, 2nd Edition*. Boston : PWS Publishing Company.
- Sidaharta 1997. *Sistem Penyediaan Air Bersih*. Jakarta : Universitas Gunadarma.
- Sudarsana, I Wayan. 2015. *Cakupan Pelayanan PDAM Denpasar Baru 45%*. Denpasar : Bali Tribun.
- World Health Organization. 2009. *Safety Plan Manual : Step by Step Risk Management for Drinking-Water Suppliers*. Geneva.