

## ANALISA PROSES DISTRIBUSI DAN IDENTIFIKASI FAKTOR PENENTU KEHILANGAN AIR PADA PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM DI SIDOARJO

**Annisa Oktafiana Permatasari<sup>1)</sup>; T. Aria Auliandri<sup>2)</sup>; Andhy Setyawan<sup>3)</sup>**

<sup>1)</sup> Alumni S1 Manajemen, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Airlangga

<sup>2)</sup> Mahasiswa S3 Ilmu Manajemen, Fakultas Ekonomi Bisnis, Universitas Brawijaya

<sup>3)</sup> Mahasiswa S3 Ilmu Manajemen, Fakultas Ekonomi Bisnis, Universitas Brawijaya

*e-mail: tuwanku@gmail.com*

### ABSTRAK

Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) adalah perusahaan yang bertanggung jawab dalam hal pengolahan air di Indonesia. PDAM yang merupakan perusahaan yang berbadan hukum yang dibentuk oleh pemerintah dan tersebar lokasinya di seluruh wilayah Kabupaten / Kota di seluruh Indonesia, dan salah satunya adalah PDAM Delta Tirta yang berlokasi di kabupaten Sidoarjo. Jumlah pelanggannya per Oktober 2015 adalah 126,060 Sambungan Rumah (SR). Jumlah pelanggan sebanyak itu memunculkan beragam permasalahan yang dihadapi oleh PDAM Delta Tirta Sidoarjo. Salah satu permasalahan yang dihadapi adalah berkaitan dengan penanganan air yang tidak berekening, atau biasa disebut dengan *Non Revenue Water* (NRW), yang menjadi penyebab kerugian bagi PDAM Sidoarjo berkaitan dengan kehilangan air. Proses kehilangan air di PDAM terbagi menjadi dua faktor, yaitu kehilangan air secara fisik dan non fisik. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Cause and Effect Diagram*, yang kemudian diolah dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan *software Expert Choice* untuk mengetahui faktor dominan penyebab tingginya tingkat kehilangan air di PDAM Delta Tirta Sidoarjo. Hasil penelitian menunjukkan enam faktor kehilangan air secara fisik, dan empat faktor kehilangan air secara non fisik

**Kata kunci:** PDAM, *Cause-Effect Diagram*, *Non Revenue Water*, *Analytical Hierarchy Process*

### PENDAHULUAN

Air adalah senyawa penting bagi semua bentuk kehidupan di muka bumi. Air menutupi 71% permukaan bumi. Oleh sebab itu air merupakan kebutuhan primer bagi kehidupan manusia. Tanpa air proses kehidupan di dunia ini tidak akan berjalan dengan baik. Salah satu penyedia jasa air bersih di Indonesia adalah Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM). PDAM sebagai perusahaan yang dibentuk oleh pemerintah ditugaskan untuk mengelola sumber daya air yang selanjutnya akan didistribusikan kepada pelanggannya.

Indonesia memiliki undang-undang yang mengatur tentang sumber daya air sejak tahun 2004, yakni Undang-undang nomor 7 tahun 2004 tentang Pengelolaan Sumber Daya Air. Dengan adanya peraturan ini membantu pemerintah dalam mengatur pengelolaan serta pendistribusian air bersih kepada pelanggan sehingga dapat terlaksana dengan tertib dan teratur.

Dengan jumlah pelanggan telah mencapai 126,060 Sambungan Rumah (SR) Per-Oktober 2015, tentunya permasalahan yang dihadapi oleh PDAM Delta Tirta Sidoarjo semakin dinamis dan kompleks. Salah satu contoh permasalahan yang dihadapi PDAM Delta Tirta Sidoarjo mengenai penanganan air yang tak berekening, atau disebut *Non Revenue Water* (NRW).

**Tabel 1. Persentase Kehilangan Air Wilayah Kab. Sidoarjo Tahun 2015**

| Tahun | Air Produksi | Air Terjual | Total Jumlah Pelanggan: 126,060 SR<br>(Per-Oktober 2015) |        |
|-------|--------------|-------------|----------------------------------------------------------|--------|
|       |              |             | M3                                                       | %      |
| 2013  | 36,361,341   | 26,076,690  | 10,284,651                                               | 28.28% |
| 2014  | 39,213,298   | 26,906,939  | 12,306,359                                               | 31.38% |
| 2015  | 41,342,260   | 28,509,587  | 12,832,673                                               | 31.04% |

Sumber: Data Internal Perusahaan

*Non Revenue Water* (NRW) dapat diartikan sebagai selisih atau perbedaan yang tercatat antara jumlah air yang diproduksi dengan jumlah air yang tercatat pada meteran pelanggan. Sebagai contoh pada tahun 2014, air yang diproduksi sebanyak 39.213.29 M<sup>3</sup> namun yang terjual atau tercatat di rekening hanya 26.906.939 M<sup>3</sup>. Selisih 12.306.359 M<sup>3</sup> atau setara dengan 31,38% dari seluruh produksi air itulah yang disebut dengan *Non Revenue Water* (NRW). NRW terbagi menjadi dua komponen, yang pertama adalah konsumsi resmi tak berekening dan yang kedua adalah kehilangan air. Kehilangan air sendiri dibagi menjadi dua bagian yaitu, kehilangan air secara non fisik (komersial) biasa disebut “*apparent losses*”. Kemudian kehilangan yang kedua secara fisik disebut sebagai kehilangan air yang sebenarnya atau disebut “*real losses*” atau “kebocoran”.

## LANDASAN TEORI

### Non Revenue Water (NRW)

Menurut Kingdom, Liemberger, Marin (2006), *Non Revenue Water* (NRW) adalah perbedaan antara volume air yang masuk ke dalam sistem distribusi air dengan volume air yang ditagih kepada pelanggan. NRW di PDAM sendiri terbagi menjadi dua komponen yaitu:

- Konsumsi resmi tak berekening yaitu volume air tahunan namun tidak bermeter dari pelanggan yang terdaftar, pemasok air, dan lain lain yang secara implisit atau eksplisit mempunyai kewenangan untuk mengambil air. Biasanya meliputi elemen-elemen seperti pemadam kebakaran, pembersihan jalan, pengairan taman-taman kota, air mancur umum, dan penyemprotan pipa saluran air dan gorong-gorong.
- Kehilangan air. Kehilangan air sendiri dibagi menjadi dua bagian yaitu, kehilangan air secara nonfisik (komersial) biasa disebut “*apparent losses*” merupakan air yang telah dikonsumsi namun tidak dibayarkan oleh pelanggan. Kemudian kehilangan yang kedua secara fisik disebut sebagai kehilangan air yang sebenarnya (*real losses*) atau “kebocoran”, terdiri dari total volume kehilangan air dikurangi kehilangan nonfisik (komersial).

### Produksi

Produksi dalam pengertian sederhana adalah keseluruhan proses dan operasi yang dilakukan untuk menghasilkan produk atau jasa. Didalam kamus besar bahasa Indonesia, dikatakan bahwa: “produksi adalah proses mengeluarkan hasil”. Dari pengertian tersebut dapat diuraikan bahwa definisi dari produksi sendiri adalah suatu proses dimana terdapat kegiatan pengolahan bahan mentah (input) dengan beberapa tahapan untuk menghasilkan produk (output). Input produksi dapat berupa bahan baku, mesin, tenaga kerja, dan modal. Sedangkan output produksi merupakan produk yang dihasilkan dapat berupa produk limbah, maupun informasi. Adapun pengertian lain tentang produksi menurut ahli adalah sebagai berikut: Menurut Miller (2000:295) bahwa pengertian produksi adalah sebagai berikut: “Produksi adalah sebagai penggunaan atau sumber daya yang mengubah suatu komoditi menjadi komoditi lainnya yang sama”.

### Cause-Effect Diagram (Diagram Sebab Akibat)

*Cause-effect diagram* atau biasanya sering disebut dengan *fishbone diagram* merupakan diagram yang digunakan untuk mengidentifikasi atau menganalisis suatu proses atau situasi dan menemukan kemungkinan penyebab persoalan atau masalah tertentu yang terjadi. Pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Kaoru Ishikawa dari Jepang untuk pengelolaan kualitas kapal kawasaki, diagram tersebut merupakan pendekatan terstruktur yang memungkinkan dilakukan suatu analisis yang lebih rinci dalam menemukan penyebab-penyebab didalam suatu masalah.

### Analytical Hierarchy Process (AHP)

*Analytical Hierarchy Process* (AHP) merupakan prosedur sistematis yang digunakan untuk menyelesaikan masalah menyangkut keadaan kompleks dengan merinci keadaan tersebut kedalam komponen-komponen secara hierarki dan kemudian diberikan bobot verbal dan numerik pada variable dengan cara membandingkannya secara berpasangan dikembangkan oleh Thomas L. Saaty pada tahun 1970. *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dirancang untuk memecahkan masalah yang rumit, masalah beberapa kriteria masuk kedalam tingkat atas hirarki sebagai tujuan, tingkat menengah sebagai kriteria dan subkriteria, dengan tingkat terendah

sebagai alternatif. Setiap kriteria yang relatif penting ditentukan dengan melihat kriteria yang memiliki prioritas tertinggi. Wawancara dengan para ahli akan dilakukan untuk mendapatkan kriteria perbandingan berpasangan (Saaty, 1980). Dalam menjalankannya, AHP tidak hanya mendukung pembuat keputusan untuk menyusun kerumitan dan melatih penilaian, tetapi membuat pertimbangan subjektif dan objektif dalam menganalisa keputusan (Dyer. dkk, 2002).

## METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini, pendekatan yang digunakan adalah pendekatan kualitatif dengan jenis penelitian deskriptif. Bagman dan Taylor mendefinisikan metodologi kualitatif sebagai prosedur penelitian yang menghasilkan data deskripsi berupa kata-kata yang tertulis atau hasil wawancara dengan orang-orang yang diamati. Penelitian hanya dilakukan di PDAM Delta Tirta Sidoarjo pada bagian pengendalian Tingkat Kehilangan Air (TKA).

Data yang diperoleh adalah data primer yang berasal dari sumbernya langsung atau pihak pertama dalam hal ini PDAM merupakan pihak pertama, hasil wawancara yang tidak terstruktur, hasil *Focus Group Discussion* (FGD) yang dilakukan dengan pihak yang berkepentingan atau expert pada bidang ini, dan hasil kuisioner.

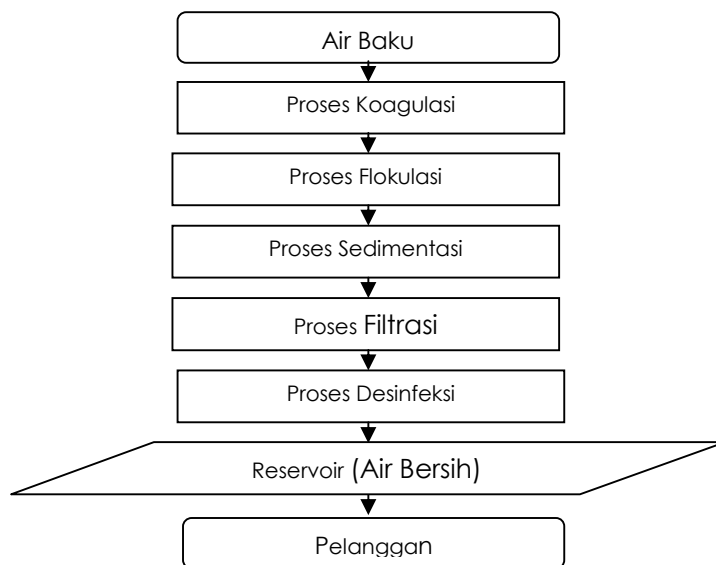
Metode yang digunakan adalah metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Sedangkan tools yang digunakan adalah *cause & effect diagram*. Penelitian difokuskan pada proses pengolahan air baku menjadi air bersih sampai terdistribusinya air tersebut kerumah tangga para pengguna layanan PDAM dan pengendalian tingkat kehilangan air pada PDAM.

Penelitian ini diupayakan untuk menjawab beberapa permasalahan berikut:

- Bagaimana proses pengolahan air baku menjadi air bersih yang didistribusikan kepada pelanggan?
- Apa sajakah penyebab tingginya tingkat kehilangan air secara fisik dan non fisik didalam perusahaan PDAM Delta Tirta Sidoarjo dengan menggunakan *Cause-Effect Diagram*?
- Apa sajakah faktor dominan penyebab tingginya tingkat kehilangan air didalam perusahaan PDAM Delta Tirta Sidoarjo dengan menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP)?

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara Umum PDAM Delta Tirta Sidoarjo merupakan perusahaan yang menyediakan jasa pelayanan dan penyediaan air bersih. Tujuan dari pengolahan air baku tersebut adalah untuk mendapatkan air bersih dan sehat sesuai dengan standar mutu air. Berikut adalah proses pengolahan air baku menjadi air bersih PDAM Delta Tirta Sidoarjo secara garis besarnya:



**Gambar 1. Flow Chart Proses Pengolahan Air PDAM Delta Tirta Sidoarjo**

Sumber: Data primer, diolah

**Tahapan Proses Pengolahan Air PDAM Delta Tirta Sidoarjo****1. Proses Pengolahan Air Baku (*Intake*)**

Dimulai dari pengambilan air baku yang didapatkan dari sungai daerah unit produksi. Kemudian air baku tersebut masuk kedalam *intake*, yaitu suatu bangunan yang dibangun pada suatu badan air dengan fungsi untuk mengalirkan air dari badan air menuju ke unit pengolahan air minum baik secara gravitasi maupun dengan sistem pemompaan. Bangunan tersebut bercabang dua yang didalamnya terdapat *bar screen* (saringan kasar) dan *fine screen* (saringan halus) yang berfungsi untuk mencegah masuknya kotoran-kotoran yang berasal dari arus sungai.

**2. Proses Koagulasi**

Sebelum air baku diolah menjadi air bersih, sering ditemukan bahan baku air mengandung bahan-bahan yang terbawa oleh arus sungai menuju intake. Untuk mempercepat proses penghilangan bahan-bahan tersebut dilakukan proses koagulasi yaitu proses pengadukan cepat dengan pembubuhan bahan kimia (koagulan) yang berfungsi untuk mengurangi air kotor. Bahan kimia yang biasa digunakan antara lain, alum (tawas) biasanya berupa bubuk, cair, dan granular, serta PAC cair.

**3. Proses Flokulasi**

Setelah melalui proses koagulasi menggunakan tawas dll, air baku tersebut masuk kedalam bangunan bernama *Clearator* yang berfungsi sebagai tempat pemisah antara flok yang bersifat sedimen dengan air bersih hasil olahan. Antara proses koagulasi dengan proses flokulasi sangat berkaitan karena sama-sama proses pengadukan namun bedanya pada proses flokulasi pengadukan dilakukan lebih lambat agar memberi kesempatan inti flok untuk bergabung membentuk flok-flok yang lebih besar sehingga mudah mengendap dan menjaga flok yang telah terbentuk agar tidak pecah kembali.

**4. Proses Sedimentasi**

Setelah melalui daerah pemisah flok dengan air bersih hasil olahan, flok-flok tersebut akan mengendap menjadi gumpalan dibagian bawah yang dimana proses sedimentasi tersebut berlangsung sedangkan air yang lebih bersih tersebut masuk kedalam tempat penjernihan selanjutnya. Partikel yang diendapkan adalah partikel flokulen dari bak flokulator.

**5. Proses Filtrasi**

Dari bak pengendapan tadi, air yang telah melalui proses sedimentasi tersebut akan dialirkan kedalam filter untuk menyaring flok-flok halus atau kotoran lainnya. Filter tersebut harus terus dipantau dan dibersihkan dalam jangka waktu tertentu karena flok-flok halus sisa tadi akan menjadi sumbatan didalam proses filtrasi. Proses pembersihan filter tersebut biasanya dinamakan *backwash* (pencucian filter) yang berfungsi untuk mengoptimalkan kembali kinerja dari filter tersebut.

**6. Proses Desinfeksi**

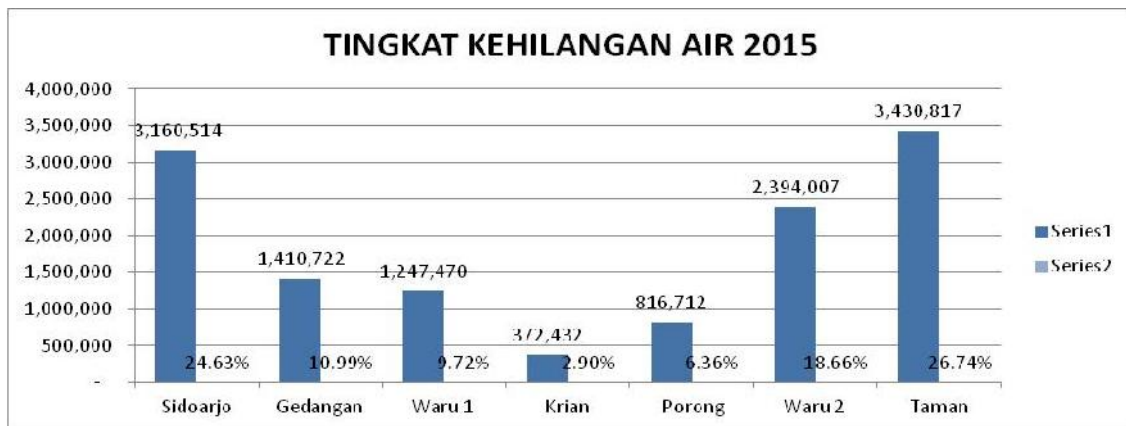
Pada PDAM Delta Tirta Sidoarjo, Air yang mengalir dari proses filtrasi sebelum menuju reservoir harus melalui proses desinfeksi. Dimana didalam proses ini air bersih hasil olahan tersebut dibubuhi gas khlor (*post chlorination*) sebagai desinfektan yang berfungsi untuk memenuhi persyaratan bakteriologis bagi air minum (membunuh mikroorganisme patogen didalam air minum). Gas khlor digunakan rutin untuk desinfeksi dengan dosis 0,7 – 0,8 mg/liter.

**7. Reservoir**

Reservoir merupakan bangunan beton besar yang berfungsi untuk menampung air bersih yang telah melalui proses pengolahan sedemikian rupa tersebut. Dan yang terakhir oleh reservoir, air bersih tersebut didistribusikan kepada pelanggan melalui reservoir diberbagai cabang.

**8. Pelanggan**

Setelah semua urutan proses pengolahan air baku menjadi air bersih selesai barulah air-air tersebut dialirkan kepada pelanggan dari pipa distribusi utama menuju pipa dinas kemudian pipa tersebut dialirkan ke batas persil meter pelanggan.



**Gambar 2. Persentase Kehilangan Air Wilayah Kab. Sidoarjo Tahun 2015**

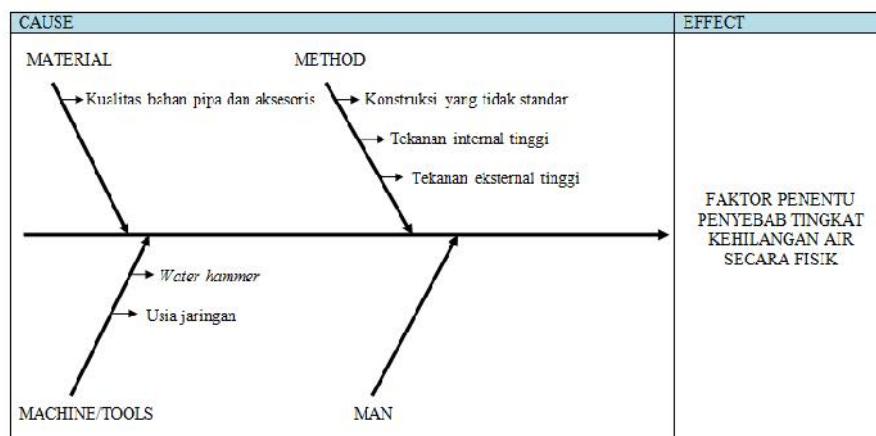
Sumber: Data primer, diolah

Berdasarkan pada tabel diatas dapat dilihat bahwa tingkat kehilangan air tertinggi ada pada Cabang Taman sebesar 5.944.913 M<sup>3</sup> atau 38,74%. Sedangkan yang terendah dari Cabang Krian sebesar 372.432 M<sup>3</sup> atau 2,43% dan total seluruh kehilangan air pada tahun 2015 Kabupaten Sidoarjo sebesar 15.346.769 M<sup>3</sup>

### Cause & Effect Diagram

Berdasarkan dari hasil diskusi dengan pihak *expert* yang ada didalam PDAM Delta Tirta Sidoarjo terutama pada bidang Pengendalian Tingkat Kehilangan Air (TKA) Berikut enam faktor yang menjadi akar permasalahan pada *Non Revenue Water* yang berkaitan dengan kehilangan air secara fisik di PDAM Delta Tirta Sidoarjo:

1. Konstruksi yang Tidak Sesuai dengan Ketentuan Standar
2. *Water Hammer*
3. Tekanan Internal Tinggi (Saat Tekanan Statis Maksimum)
4. Kualitas Bahan Pipa dan Aksesoris
5. Usia Jaringan
6. Tekanan Eksternal Tinggi (Aktifitas Diatas Pipa).

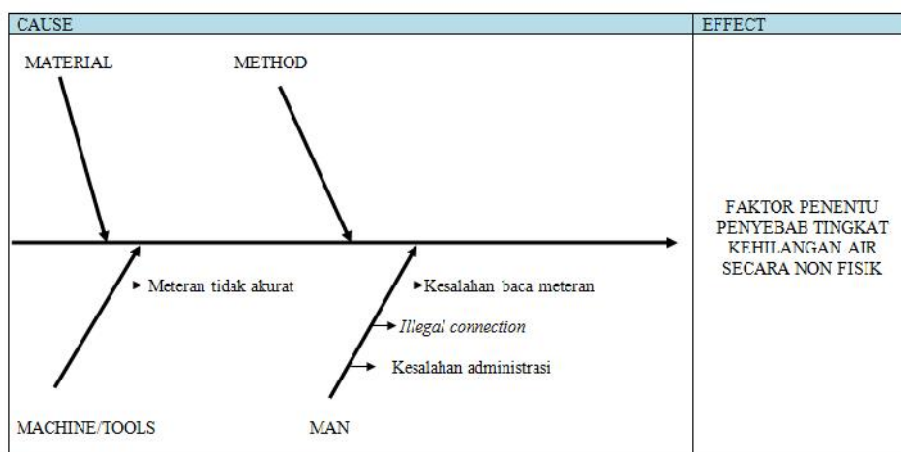


**Gambar 3. Cause-Effect Diagram Kehilangan Air Secara Fisik**

Sumber: Data primer, diolah

Serta terdapat empat faktor yang menjadi akar permasalahan *Non Revenue Water* terutama pada tingkat kehilangan air secara non fisik sebagai berikut:

1. Kesalahan Baca Meteran
2. Meteran Tidak Akurat
3. *Illegal Connection* (Pencurian)
4. Kesalahan Administrasi (*Handling Data*).

**Gambar 4. Cause-Effect Diagram Kehilangan Air Secara Non Fisik**

Sumber: Data primer, diolah

**Analytical Hierarchy Process (AHP)**

Nilai perbandingan pada kriteria diperoleh melalui penyebaran kuisioner kepada pihak *expert* didalam PDAM Delta Tirta Sidoarjo tepatnya pada Bidang Pengendalian Tingkat Kehilangan Air (TKA). Kuesioner yang digunakan dikembangkan sesuai dengan kebutuhan atau tujuan penelitian. Dalam penyusunan kuisioner ini digunakan metode penilaian perbandingan berpasangan dengan skala satu sampai sembilan, dimana pertanyaan pada kuisioner ini dibuat sedemikian rupa sehingga pihak pengambil keputusan dapat menilai kepentingan relatif dan mengkuantitatifkan penilaian mereka dengan mengisi kuisioner. Kuisioner ini disusun berdasarkan hierarki keputusan dengan mengacu pada kuisioner pembobotan standart yang dibuat oleh Saaty.

**Tabel 2. Bobot Penilaian Kuesioner Kehilangan Air Secara Fisik**

|                                                                            | Responden 1<br>(Distrik Meter<br>Area (DMA)) | Responden 2<br>(Penertiban dan<br>Penindakan) | Responden 3<br>(Pengendalian<br>Kebocoran) |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Konstruksi yang tidak sesuai standar < > Water Hammer                      | 8                                            | 3                                             | 3                                          |
| Konstruksi yang tidak sesuai standar < > Tekanan Internal Tinggi           | 7                                            | 2                                             | 2                                          |
| Konstruksi yang tidak sesuai standar < > Tekanan Eksternal Tinggi          | 6                                            | 4                                             | 4                                          |
| Konstruksi yang tidak sesuai standar < > Kualitas Bahan Pipa dan Aksesoris | 6                                            | 4                                             | 5                                          |
| Konstruksi yang tidak sesuai standar < > Usia Jaringan                     | 5                                            | 6                                             | 6                                          |
| Water Hammer < > Tekanan Internal Tinggi                                   | 0,2                                          | 0,5                                           | 0,5                                        |
| Water Hammer < > Tekanan Eksternal Tinggi                                  | 0,2                                          | 2                                             | 2                                          |
| Water Hammer < > Kualitas Bahan Pipa dan Aksesoris                         | 0,16                                         | 3                                             | 3                                          |
| Water Hammer < > Usia Jaringan                                             | 0,14                                         | 4                                             | 4                                          |
| Tekanan Internal Tinggi < > Tekanan Eksternal Tinggi                       | 7                                            | 3                                             | 3                                          |
| Tekanan Internal Tinggi < > Kualitas Bahan Pipa dan Aksesoris              | 8                                            | 4                                             | 4                                          |
| Tekanan Internal Tinggi < > Usia jaringan                                  | 6                                            | 5                                             | 5                                          |
| Tekanan Eksternal Tinggi < > Kualitas Bahan Pipa dan Aksesoris             | 0,16                                         | 3                                             | 2                                          |
| Tekanan Eksternal Tinggi < > Usia Jaringan                                 | 0,14                                         | 3                                             | 3                                          |
| Kualitas Bahan Pipa dan Aksesoris < > Usia Jaringan                        | 0,16                                         | 2                                             | 2                                          |

Sumber: Data kuesioner diolah dengan menggunakan *Expert Choice AHP*

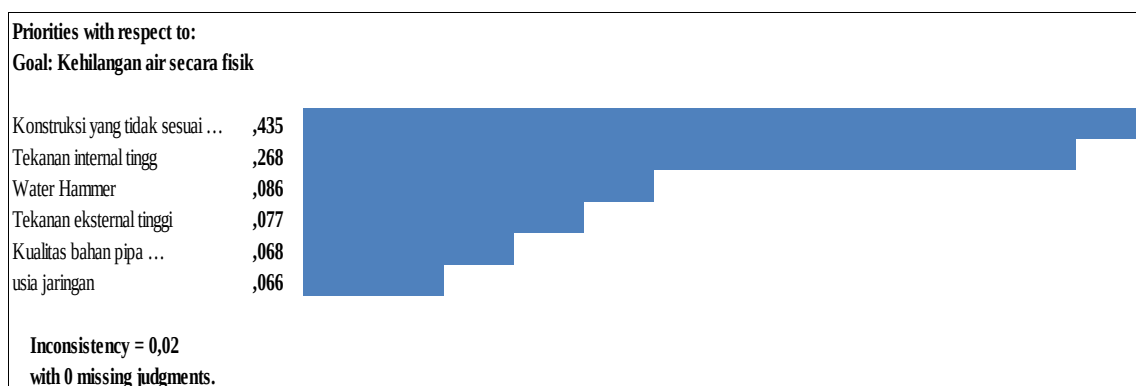
**Tabel 3. Bobot Penilaian Kuesioner Kehilangan Air Secara Non Fisik**

|                                                      | Responden 1<br>(Distrik Meter<br>Area (DMA)) | Responden 2<br>(Penertiban dan<br>Penindakan) | Responden 3<br>(Pengendalian<br>Kebocoran) |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Kesalahan Baca Meteran < > Meteran<br>Tidak Akurat   | 0,16                                         | 0,5                                           | 0,5                                        |
| Kesalahan Baca Meteran < > Illegal<br>Connection     | 1                                            | 3                                             | 3                                          |
| Kesalahan Baca Meteran < > Kesalahan<br>Administrasi | 1                                            | 2                                             | 2                                          |
| Meteran Tidak Akurat < > Illegal<br>Connection       | 1                                            | 4                                             | 4                                          |
| Meteran Tidak Akurat < > Kesalahan<br>Administrasi   | 1                                            | 3                                             | 3                                          |
| Illegal Connection < > Kesalahan<br>Administrasi     | 4                                            | 0,5                                           | 0,5                                        |

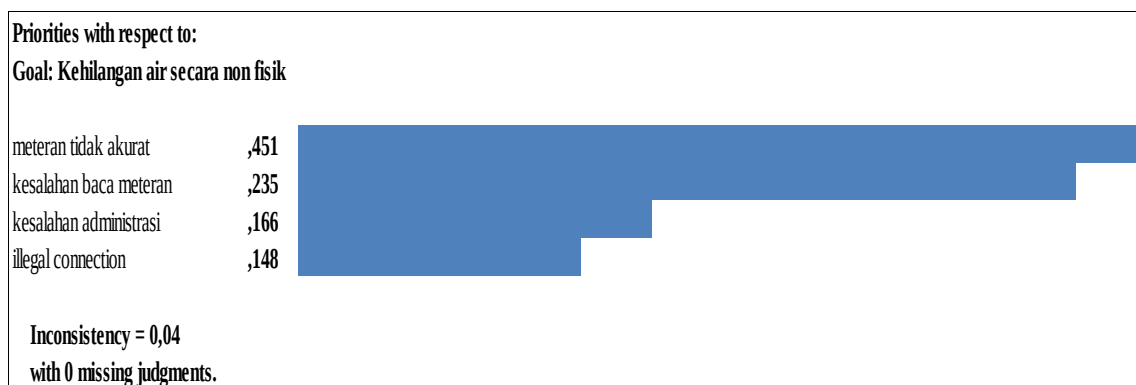
Sumber: Data kuesioner diolah dengan menggunakan *Expert Choice AHP*

### Hasil Pembobotan Prioritas Tingkat Kepentingan Kriteria

Proses pengolahan data untuk AHP menggunakan bantuan *software expert choice* yang dikembangkan oleh Saaty (1993). Pada pengolahan data dilakukan pengujian konsistensi penilaian. Apabila nilai *Consistency Ratio (CR)*  $\leq 0,1$  atau tidak lebih dari 10% maka hasil penilaian tersebut dikatakan konsisten. Namun apabila *Consistency Ratio (CR)*  $\geq 0,1$  atau diatas 10%, maka penilaian dilakukan pengulangan sampai memperoleh tingkat konsistensi yang baik yang selanjutnya akan diperoleh bobot prioritas. Berdasarkan hasil pengolahan data (dengan menggunakan *software expert choice*) diperoleh bobot prioritas dan *Consistency Ratio (CR)* pada gambar di bawah ini:

**Gambar 5. Hasil Pengolahan *Expert Choice* Kehilangan Air Secara Fisik**

Sumber: Data yang diolah

**Gambar 6. Hasil Pengolahan *Expert Choice* Kehilangan Air Secara Non Fisik**

Sumber: Data yang diolah

**KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisis dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Proses pengolahan air baku menjadi air bersih ada delapan proses untuk sampai kepelanggan. Dimana alur proses tersebut yakni
  1. Proses Pengolahan Air Baku.
  2. Proses Koagulasi.
  3. Proses Flokulasi.
  4. Proses Sedimentasi.
  5. Proses Filtrasi.
  6. Proses Desinfeksi.
  7. Reservoir.
  8. Pelanggan.

Proses yang terjadi dalam pengolahan air bersih sangat tergantung dari kualitas air baku yang digunakan. Bisa saja proses-proses diatas bertambah karena kualitas air baku yang didapat kurang baik sehingga dibutuhkan desinfeksi sebelum didistribusikan kepada konsumen.

- Berdasarkan hasil *cause & effect diagram* dan didiskusikan kembali dengan pihak perusahaan, maka diperoleh faktor penyebab kehilangan air secara fisik dan faktor secara non fisik, yakni:
  1. Faktor kehilangan air secara fisik. Faktor ini meliputi beberapa subfaktor yaitu
    - a. konstruksi yang tidak sesuai dengan ketentuan standar,
    - b. *water hammer*,
    - c. tekanan internal tinggi (saat tekanan statis maksimum),
    - d. kualitas bahan pipa dan aksesoris
    - e. usia jaringan, dan
    - f. tekanan eksternal tinggi (aktifitas diatas pipa).
  2. Faktor kehilangan air secara non fisik. Faktor ini meliputi beberapa subfaktor yaitu
    - a. Kesalahan Baca Meteran,
    - b. Meteran Tidak Akurat
    - c. *Illegal Connection* (Pencurian), dan
    - d. Kesalahan Administrasi (*Handling Data*).
- Berdasarkan identifikasi 6 faktor penyebab kehilangan air secara fisik dan 4 faktor penyebab kehilangan air secara non fisik berdasarkan metode *Analytical Hierarchy Process* dengan menggunakan *software expert choice*, didapatkan faktor dominan pada masing-masing faktor sebagai penyebab paling utama tingginya tingkat kehilangan air di PDAM Deleta Tirta Sidoarjo.
  1. Adapun hasil dari *software expert choice* didapatkan nilai bobot sebesar 0,435 pada faktor penyebab kehilangan air secara fisik didapatkan hasil yang dominan yaitu konstruksi yang tidak sesuai dengan ketentuan standar.  
Hal ini dianggap paling dominan karena memiliki peranan dalam penyebab kehilangan air secara fisik didalam PDAM, jika pembangunan sebuah pipa distribusi tidak sesuai dengan konstruksi, maka pada faktor ini akan mempengaruhi proses distribusi air kepada pelanggan, sehingga perlu ada tim khusus untuk menindaklanjuti setiap kegiatan pembangunan atau pembenahan pipa-pipa distribusi.
  2. Dan pada faktor penyebab kehilangan air secara non fisik dengan bobot sebesar 0,451 jatuh kepada meteran tidak akurat.  
Ketidakakuratan meter air cenderung membuat konsumsi air tercatat dalam jumlah rendah yang dapat mengakibatkan turunnya pendapatan perusahaan. Meteran tidak akurat tersebut biasanya karena meter air yang sudah usang ataupun mati. Oleh karena itu, perusahaan harus melakukan survey dengan tepat untuk mengetahui kondisi tiap meter pelanggan yang bermasalah.



**REFERENSI**

- Bill Kingdom, Roland Liemberger, Philippe Marin. 2006. The Challenge of Reducing Non-Revenue Water (NRW) in Developing Countries. *How the Private Sector Can Help: A Look at Performance-Based Service Contracting*. The World Bank, Washington, DC
- Fakultas Ekonomi Universitas Airlangga. 2009. *Pedoman Penulisan Pembimbingan dan Ujian Skripsi*. Surabaya: Fakultas Ekonomi Universitas Airlangga.
- Farley, M. 2008. *The Manager's Non-Revenue Water Handbook: A Guide to Understanding Water Losses*.
- H. A. Yuniarto., Akbari, Dewi., dan N.A Masruroh. *Perbaikan pada Fishbone Diagram Sebagai Root Cause Analysis Tool*. Jurnal Teknik Industri UGM. ISSN: 1411-6340. Yogyakarta.
- Ilie G. And. Ciocoiu C.N. 2010. *Application of Fishbone Diagram to Determine The Risk of An Event with Multiple Causes Management Research and Practice*. Vol. 2 Issue 1. P: 1-20
- Saaty, Thomas L. 2008. Decision Making with The Analytic Hierarchy Process *International Journal Service Science*. Volume 1. No.1.
- Sudarsono. 2002. *Pengantar Ekonomi Perusahaan*. Jakarta.
- Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Pengelolaan Sumber Daya Air.