

**KAJIAN SUMBER AIR BAKU DALAM MENDUKUNG KETERSEDIAAN AIR
BERSIH KOTA DUMAI (STUDI SUNGAI MESJID)**

Mirwan Nuzul**Program Studi Teknik Sipil Sekolah Tinggi Teknologi Dumai****(Naskah diterima: 1 Januari 2020, disetujui: 1 Februari 2020)*****Abstract***

The fulfillment of clean water needs is one indicator of the level of quality of human life in an area. In response to this, it is necessary to analyze the quantity of raw water used by PDAM Tirta Dumai Bersemai, Dumai City, which is expected to support the PDAM program with the Government of Dumai City in optimizing existing raw water sources. The method of measuring discharge using a buoy is in principle the same as the Current meter method, only the flow velocity is measured using a buoy. As a study of raw water sources, the planned flow length at the measurement of velocity is 10 meters during the cross section of width is 32 meters and the average of river depth is 1.349 meters. From the measurement results obtained flow velocity is 0.33 meters/second so that measurement flow of River Mesjid at the time of observation is 14,245 liters / second.

Keywords: *Rock Tunnel, Geotechnical analysis, Finite Element Method, NATM, NTM, Rock Bolt, Shotcrete.*

Abstrak

Terpenuhinya kebutuhan air bersih merupakan salah satu indikator dari tingkat kualitas hidup manusia di suatu daerah. Menyikapi hal tersebut maka perlu adanya analisa mengenai kuantitas air baku yang digunakan oleh PDAM Kota Dumai yang diharapkan dapat mendukung program PDAM bersama Pemerintah Kota Dumai dalam mengoptimalkan sumber air baku eksisting. Metode pengukuran debit dengan menggunakan pelampung pada prinsipnya sama dengan metode *Current meter*, hanya saja kecepatan aliran diukur dengan menggunakan pelampung. Sebagai kajian sumber air baku direncanakan panjang aliran saat pengukuran kecepatan aliran adalah 10 meter sementara lebar penampang adalah 32 meter dan rata-rata kedalaman sungai adalah 1,349 meter. Dari hasil pengukuran didapatkan kecepatan aliran sebesar 0,33 meter/detik sehingga debit aliran Sungai Mesjid pada saat pengukuran sebesar 14.245 liter/detik.

Kata kunci: Debit Aliran, Kecepatan Aliran, Debit Andalan, PDAM, Metode Pelampung, Air Perkotaan.

I. PENDAHULUAN

Jika dilihat dari segi kesehatan dan kesejahteraan manusia, terpenuhinya kebutuhan air bersih merupakan salah satu indikator dari tingkat kualitas hidup manusia di suatu daerah. Seiring penambahan jumlah konsumen yang tidak diikuti dengan peningkatan kapasitas penyediaan air baku dan kualitas pelayanan air bersih, akan menimbulkan kesulitan di kemudian hari. Dalam hal ini air bersih yang tersedia tidak cukup bagi penduduk yang membutuhkan. Sejalan dengan semakin meningkatnya pertumbuhan jumlah penduduk dan perkembangan pembangunan dengan segala aktivitasnya, kebutuhan akan air bersih tentunya akan ikut meningkat, permasalahan yang kita hadapi semakin kompleks terutama di perkotaan. Hal ini disebabkan laju kebutuhan air bersih tidak sebanding dengan laju ketersediaan air bersih untuk memenuhi kebutuhan, disebabkan oleh beberapa hal seperti air baku yang terbatas baik secara kualitas maupun secara kuantitas serta sistim pengelolaan yang belum maksimal. Untuk mengatasi hal - hal tersebut, perlu dilakukan suatu evaluasi terhadap sistem penyediaan air bersih yang ada.

Namun saat ini pelayanan air bersih yang diberikan Perusahaan Daerah Air Minum

(PDAM) Tirta Dumai Bersemai Kota Dumai belum sepenuhnya memuaskan pelanggan yang ada, selain itu juga belum menjangkau wilayah yang tingkat ketergantungan akan pelayanan air bersih oleh PDAM sangat tinggi. Hal ini dikarenakan kuantitas air bersih yang dihasilkan oleh PDAM masih rendah yaitu sebesar 10 Liter / detik. Dalam memenuhi permintaan akan air bersih, PDAM bersama dengan Pemerintah Kota Dumai mempunyai program-program dalam upaya meningkatkan kinerja PDAM. Program tersebut dilandasi oleh *Real Demand Survey / RDS* (Survey Kebutuhan Air Bersih Nyata) yang dilaksanakan oleh PDAM pada tahun 2017. Pada kegiatan RDS ini dapat disimpulkan bahwa kebutuhan air PDAM mencapai > 90%.

Program Kerjasama Pemerintah dengan Badan Usaha merupakan salah satu inisiatif Pemerintah Kota Dumai bersama PDAM dalam upaya meningkatkan pelayanan Sistem Penyediaan Air Minum Kota Dumai. Program ini terdapat suatu masalah yang memprihatinkan adalah fluktuasi debit air baku, sehingga menyebabkan keterbatasan PDAM dalam meningkatkan proses pengolahan air bersih. Fluktuasi debit air baku ini seringkali disebabkan karena curah hujan, posisi *intake* yang

tidak efektif, pemeliharaan badan sungai yang kurang baik.

II. KAJIAN TEORI

1. Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Dumai Bersemai Kota Dumai

PDAM Kota Dumai adalah salah satu perusahaan daerah yang bertekad untuk menerapkan prinsip-prinsip GCG dalam mewujudkan sebuah perusahaan dengan pelayanan prima yang ramah, cepat dan transparan, memberikan kesejahteraan dan profesionalisme SDM, mampu meningkatkan kinerja keuangan melalui pengelolaan yang akuntabel dan transparan serta meningkatkan cakupan pelayanan sehingga menjadi perusahaan yang unggul dalam pelayanan air minum dengan kinerja yang terbaik pada tahun 2023. (*Draft Bussiness Plan PDAM Tirta Dumai Bersemai, 2018*)

2. Program Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Regional DUROLIS (Dumai – Rokan Hilir – Bengkalis)

Merupakan program pemerintah pusat untuk membantu peningkatan pelayanan air minum di daerah dengan menggunakan sumber air baku yang sama untuk beberapa wilayah, terutama untuk daerah yang memiliki keterbatasan air baku seperti di Kota Dumai.

SPAM Regional DUROLIS ini dibagi atas 4 (empat) tahapan. Dimana Kota Dumai

akan mendapatkan 500 L/detik dari ke 4 (empat) tahapan tersebut. Dimana pembagiannya adalah 150 L/detik ditahun 2020, 150 L/detik ditahun 2022, 100 L/detik ditahun 2025, dan 100 L/detik ditahun 2030. Air didapatkan dari SPAM Regional berupa air curah yang telah diolah, Pemko Dumai hanya menyiapkan lahan OFF TAKE dan jaringan distribusi sampai ke SR. (*Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Dumai, 2018*)

3. Kerjasama Pemerintah dengan Badan Usaha (KPBU) Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Kota Dumai

Kerjasama pemerintah dan badan usaha dilakukan dengan tujuan untuk:

- i. Mencukupi kebutuhan pendanaan secara berkelanjutan dalam Penyediaan Infrastruktur melalui pengerahan dana swasta
- ii. Mewujudkan Penyediaan Infrastruktur yang berkualitas, efektif, efisien, tepat sasaran, dan tepat waktu
- iii. Menciptakan iklim investasi yang mendorong keikutsertaan badan usaha dalam penyediaan infrastruktur berdasarkan prinsip usaha secara sehat
- iv. Mendorong digunakannya prinsip pengguna membayar pelayanan yang diterima, atau dalam hal tertentu mempertimbangkan kemampuan membayar pengguna dan/atau

- v. Memberikan kepastian pengembalian investasi badan usaha dalam penyediaan infrastruktur melalui mekanisme pembayaran secara berkala oleh pemerintah kepada badan usaha.

4. Sumber Air

Sumber air adalah sumber daya alam yang diperbaharui melalui siklus hidrologi, dipengaruhi iklim tergantung faktor kosmik, regional dan lokal (kering, normal dan basah) dimana komponen-komponen utama membentuk rezim hidrologi (tercatat *time series* curah hujan dan debit air) dimana komponennya berkarakter acak dan stokastik, pembuangan air ke laut pada kemiringan landai merupakan fenomena deterministik. Ketidakpastian iklim, cuaca mempengaruhi langsung komponen hujan (P) dari Siklus Hidrologi dan sesampai hujan di permukaan tanah dipengaruhi oleh tutupan lahan terdistribusi menjadi air tanah dan air permukaan. (Arwin, 2009)

5. Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM)

Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum Perkotaan terbagi dalam 3 (tiga) komponen, yaitu berturut-turut disebut komponen sumber Air baku, Komponen Pengolahan Air dan Komponen Pelayanan Air (lihat Gambar 2.3). Pada tingkat komponen pelayanan air dimana kepuasan konsumen memenuhi stan-

dar: kualitas air, kuantitas air, kontinuitas air dan harga jual air yang kompetitif. (Arwin;2009)

6. Intake

Bangunan penyadap atau intake adalah suatu unit yang berfungsi untuk menyadap atau mengambil air baku dari badan air sesuai dengan debit yang diperlukan untuk pengolahan. Variasi kualitas air permukaan sangat berarti dalam menentukan titik pengambilan air. Dimana terdapat adanya variasi yang konstan (tidak berfluktuasi), di tempat seperti inilah merupakan titik pengambilan yang diharapkan.

7. Sungai

Sungai adalah bagian dari muka bumi, yang karena sifatnya, menjadi tempat air mengalir. Sifat yang dimaksud, antara lain adalah, bahwa bagian muka bumi itu adalah yang paling rendah, kalau dibandingkan dengan sekitarnya (Sandy, 1996).

8. Luas Penampang Sungai

Luas Penampang Sungai adalah suatu pengukuran yang mencakup lebar dan ketinggian muka air. Luas penampang (A) merupakan hasil perkalian antara Lebar rata-rata (L) saluran/aliran dengan Kedalaman rata-rata (H) saluran/aliran air.

$$A = L \text{ rata-rata} \times H \text{ rata-rata}$$

Dimana, A = Luas Penampang (m^2)

L rata-rata = Lebar rata-rata (meter)

H rata-rata = Kedalaman rata-rata (meter)

Pada prinsipnya adalah pengukuran luas penampang basah dan kecepatan aliran. Penampang basah (A) diperoleh dengan pengukuran lebar permukaan air dan pengukuran kedalaman dengan tongkat pengukur atau kabel pengukur. Kecepatan aliran dapat diukur dengan metode : metode current-meter dan metode apung.

9. Debit Aliran

Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir pada suatu titik keluaran (*outlet*) tertentu dalam satuan volume per waktu. Debit aliran dihasilkan dari data tinggi muka air (TMA) dan data kecepatan arus sungai pada suatu penampang di titik keluaran pada suatu daerah tangkapan air. (*Direktur Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial, 2009*). Pengukuran debit dengan menggunakan *current meter* dapat dilakukan dengan beberapa metode diantaranya:

1. Merawas

Pengukuran debit dengan cara merawas adalah petugas pengukur langsung masuk ke dalam badan air. Petugas pengukur minimal terdiri dari 2 orang, 1 orang petugas mengope-

rasikan peralatan dan 1 orang petugas mencatat data pengukuran.

2. Perahu

Pengukuran debit menggunakan perahu adalah petugas pengukur menggunakan sarana perahu sebagai alat bantu pengukuran. Petugas pengukur minimal terdiri dari 3 orang, 1 orang petugas memegang dan menggeser perahu, 1 orang petugas mengoperasikan peralatan dan 1 orang petugas mencatat data pengukuran.

3. Sisi jembatan

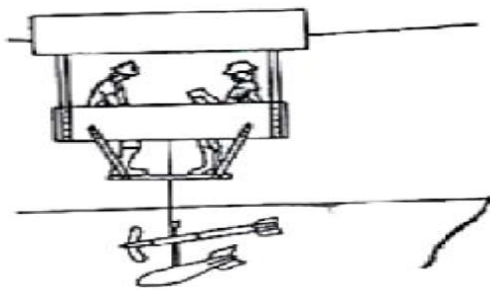


Gambar 2.1. Metode Jembatan

Pengukuran debit dari sisi jembatan adalah pengukuran dilakukan dari sisi jembatan bagian hilir aliran dan sebaiknya jembatan yang digunakan tidak terdapat pilar. Peralatan yang digunakan adalah *bridge crane*, *sounding reel*, *tagline*, dan 1 set *current meter* + pemberat yang beratnya tergantung dari kecepatan aliran. Petugas pengukur minimal terdiri dari 3 orang, 2 orang petugasmengoperasikan *bridge crane* dan peralatan pengukur dan 1 orang petugas mencatat data pengukuran.

Pengukuran dari sisi jembatan dilakukan apabila pada lokasi pos terdapat fasilitas jembatan, dengan kondisi kedalaman air lebih dari 2 m dan kecepatan airnya cukup deras sehingga tidak memungkinkan dilakukan pengukuran dengan menggunakan perahu.

4. *Cable Car* (Kereta Gantung)



Gambar 2.2. Metode Kereta Gantung

Cable car adalah alat bantu pengukuran berupa kereta gantung yang digantungkan pada kabel utama yang juga berfungsi sebagai alat ukur lebar sungai, dilengkapi dengan tempat duduk petugas pengukur dan dudukan *sounding reel*. Peralatan yang digunakan adalah *current meter* lengkap dengan ekor panjang dan pemberat yang disesuaikan dengan kondisi kecepatan dan kedalaman aliran. Petugas pengukur terdiri dari 2 orang, 1 orang petugas mengoperasikan peralatan dan 1 orang petugas mencatat data pengukuran.

5. *Winch Cable Way*

Pengukuran debit dengan menggunakan *winch cable way* dilakukan dari pinggir sungai dengan menggunakan peralatan *winch cable*

way. Petugas pengukur minimal terdiri dari 2 orang, 1 orang petugas mengoperasikan peralatan dan 1 orang petugas mencatat data pengukuran.

Lokasi penempatan *winch cable way* harus memenuhi persyaratan teknis seperti halnya tempat pengukuran dengan metode lainnya. Persyaratan tersebut antara lain pada bagian alur sungai yang lurus, aliran laminar dan merata, dll.

10. *Debit Andalan*

Debit andalan (*dependable flow*) adalah debit minimum sungai untuk kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan yang dapat dipakai untuk irigasi. Kemungkinan terpenuhi ditetapkan 80% (kemungkinan bahwa debit sungai lebih rendah dari debit andalan adalah 20%). Debit andalan ditentukan untuk periode tengah-bulanan. Debit minimum sungai dianalisis atas dasar data debit harian sungai agar analisis cukup tepat dan andal, catatan data yang diperlukan harus meliputi jangka waktu paling sedikit 10 tahun. Jika persyaratan ini tidak bias dipenuhi, maka metode hidrologi analisis dan empiris biasa dipakai. Dalam menghitung debit andalan kita harus memper-timbangkan air yang diperlukan dari sungai hilir pengambilan.

1. Analisis Debit Andalan

Metode 1. Perkiraan Debit Andalan yang dapat Dipergunakan untuk Sumber Air Minum

Metode 2. Perkiraan Debit yang dapat Dipergunakan untuk Sumber Air Minum berdasarkan Survey Hidrometri.

Metode 3. Perkiraan Debit Andalan yang dapat Dipergunakan untuk Sumber Air Minum

2. Analisis potensi pemanfaatan hasil air

Potensi pemanfaatan hasil air dilakukan dengan cara menghitung potensi ketersediaan air untuk memenuhi kebutuhan dasar masyarakat untuk air rumah tangga dan irigasi secara mandiri. WHO (*World Health Organization*) mengeluarkan standar kebutuhan air per kapita per tahun sebesar 1.000-2.000 m³ seseorang, sedangkan di Indonesia standar kecukupan air per kapita ditentukan sebesar 1.600 m³/tahun. (*Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2009*)

11. Persyaratan Lokasi Pengukuran Debit

1. Berada tepat atau di sekitar lokasi pos duga air, dimana tidak ada perubahan bentuk penampang atau debit yang menyolok
2. Alur sungai harus lurus sepanjang minimal 3 kali lebar sungai pada saat banjir/muka air tertinggi
3. Distribusi aliran merata dan tidak ada aliran yang memutar

4. Aliran tidak terganggu sampah maupun tanaman air dan tidak terganggu oleh adanya bangunan air lainnya (misalkan pilar jembatan), tidak terpengaruh peninggian muka air, pasang surut dan aliran lahar

5. Penampang melintang pengukuran diupayakan tegak lurus terhadap alur sungai

6. Kedalaman pengukuran minimal 3 sampai dengan 5 kali diameter baling – baling alat ukur arus yang digunakan

Apabila dilakukan di lokasi *bending*, harus dilakukan di sebelah hilir atau hulu *bending* pada lokasi yang tidak ada pengaruh pengempangan (arus balik)

III. METODE PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Nama Sungai : Sungai Mesjid

Alamat : Jalan Bukit Timah KM.12
Kecamatan Dumai Selatan

Titik Kordinat : Latitude: 1°37'13.21"N

Longitude : 101°20'9.57"E

2. Waktu dan Tempat

Pengukuran debit air dengan metode pelampung dilaksanakan pada hari : Sabtu, 05 Januari 2019 bertempat di Sungai Mesjid.

3. Teknik Pengumpulan Data

1. Observasi (Pengamatan)

Observasi adalah pengamatan yang dilakukan selama melaksanakan penelitian.

2. Wawancara

Pengambilan data dengan memberikan beberapa pertanyaan kepada petugas yang bersangkutan.

3. Studi Literatur

Studi Literatur adalah kegiatan yang bertujuan untuk membandingkan dan juga sebagai acuan dari semua kegiatan yang dilakukan didalam proses penelitian.

4. Praktik Lapangan

Pengambilan data dilakukan dengan melakukan kegiatan secara langsung di lokasi penelitian.

4. Sumber Data

1. Data Primer

Merupakan data yang diambil langsung sewaktu penulis melakukan penelitian. Data tersebut berupa :

(a). Kecepatan Aliran

(b). Pengukuran dan Menentukan Kedalaman Sungai

(c). Pengukuran Penampang Sungai

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diambil dari instansi terkait di Dinas Pekerjaan Umum

dan Penataan Ruang Kota Dumai, Tim Kerjasama Pemerintah dengan Badan Usaha SPAM Kota Dumai, dan Perusahaan Daerah Air Minum Tirta Dumai Bersemai Kota Dumai. Meliputi :

(a). Program SPAM Kota Dumai Mendatang

(b). Rencana Besaran Debit Air yang akan diproduksi

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Data Teknis SPAM Kota Dumai

Penulis mengumpulkan berbagai data dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Dumai dan dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Dumai Bersemai Kota Dumai antara lain sebagai berikut :

1. Kebutuhan Air Baku Dari Sungai Mesjid Berdasarkan Program

a. SPAM Regional Durolis

Sejak tahun 2015 telah diinisiasi program pembangunan SPAM Regional Durolis (Dumai, Rokan Hilir dan Bengkalis) dengan sumber air baku berasal Sungai Rokan dengan posisi *intake* berada di Desa Tg. Melawan. Penandatanganan Kesepakatan Bersama (*Mou*) dan Perjanjian Kerjasama (PKS) Pembangunan SPAM Regional Durolis telah ditandatangani pada bulan Juni tahun 2017.

b. KPBU SPAM Kota Dumai

Program KPBU ini dilaksanakan untuk menyempurnakan jaringan distribusi yang telah dibangun oleh Pemerintah Kota pada tahun 2008-2011 ditambah dengan pembangunan Instalasi Pengolahan Air (IPA) baru guna meningkatkan kapasitas dan meningkatkan pelayanan air minum di Kota Dumai.

c. SPAM Eksisting

Pada SPAM Eksisting akan dilakukan program peningkatan kapasitas produksi menjadi 50 Liter/detik. Program ini dilaksanakan guna meningkatkan kapasitas dan meningkatkan pelayanan air minum di Kota Dumai.

Tabel 4.1 Rekap Kebutuhan Air Baku Kota Dumai

| No. | Uraian | Volume | | | Satuan |
|--------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------------|
| | | Tahun 2019 | Tahun 2020 | Tahun 2025 | |
| 1. | SPAM Regional DUROLIS | - | 0 | 0 | L / detik |
| 2. | KPBU SPAM Kota Dumai | 55 | 255 | 500 | L / detik |
| 3. | SPAM Eksisting | 10 | 55 | 55 | L / detik |
| TOTAL | | 65 | 310 | 555 | L / detik |

Sumber : PDAM Tirta Dumai Bersemai

2. Rencana Supply Air Minum Kota Dumai

Berdasarkan Program

a. SPAM Regional Durolis

Kota Dumai mendapatkan jatah 500 l/dtk dengan tahap pertama mendapatkan 150 l/dtk yang rencananya akan mengalir pada tahun 2019 namun tertunda hingga tahun 2020. Penerimaan air curah (posisi *off take*) untuk Kota Dumai berada di jalan raya Bukit Timah Km 9 di lahan Pemko Dumai.

b. KPBU SPAM Kota Dumai

KPBU SPAM Kota Dumai akan dibangun dengan kapasitas *intake* 500 l/dtk dengan total kapasitas IPA 450 l/dtk melalui 3 (tiga) tahap pembangunan yaitu 50 l/dtk pada tahun 2019, 200 l/dtk pada akhir 2019, dan

terakhir 200 l/dtk pada tahun 2025 yang dilaksanakan dari tahun 2019 sampai dengan tahun 2025 dengan sistem pemberian air curah kepada Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Tirta Dumai Bersemai Kota Dumai. Nantinya pengelola SPAM adalah Badan Usaha Pelaksana (BUP) yang akan dibentuk oleh investor.

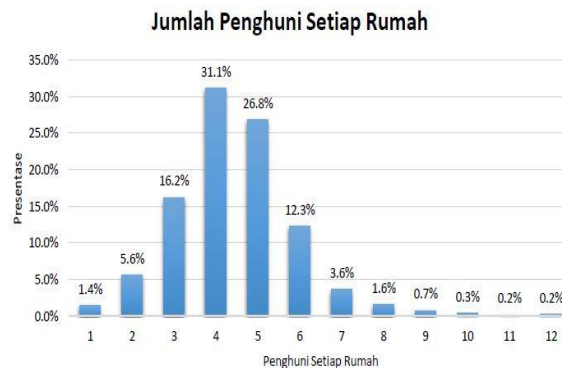
c. SPAM Eksisting

SPAM Eksisting Kota Dumai memiliki kapasitas 8 liter / detik yang akan di uprating dengan program National Urban Water Supply (NUWSP) dengan target kapasitas 50 liter / detik.

Tabel 4.2. Rekap Debit Air Minum yang akan di Distribusi

| No. | Uraian | Volume | | | | Satuan |
|--------------|-----------------------|------------|------------|------------|-------------|------------------|
| | | Tahun 2020 | Tahun 2023 | Tahun 2026 | Tahun 2031 | |
| 1. | SPAM Regional DUROLIS | 150 | 300 | 400 | 500 | L / detik |
| 2. | KPBU SPAM Kota Dumai | 250 | 250 | 500 | 500 | L / detik |
| 3. | SPAM Eksisting | 50 | 50 | 50 | 50 | L / detik |
| TOTAL | | 450 | 600 | 950 | 1050 | L / detik |

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Dumai, 2018



Gambar 4.1. Persentase Penghuni Rumah di Kota Dumai 2018

Tabel 4.3 Proyeksi Penduduk Kota Dumai

| No. | Kecamatan | Tahun (satuan dalam jiwa) | | | | | | | | | | | | |
|--------|---------------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 1 | Dumai Barat | 47,650 | 49,336 | 51,083 | 52,891 | 54,764 | 56,702 | 58,709 | 60,788 | 62,940 | 65,168 | 67,475 | 69,863 | 72,336 |
| 2 | Dumai Timur | 72,649 | 75,220 | 77,883 | 80,640 | 83,495 | 86,451 | 89,511 | 92,680 | 95,961 | 99,358 | 102,875 | 106,517 | 110,287 |
| 3 | Dumai Kota | 52,162 | 54,008 | 55,920 | 57,900 | 59,950 | 62,072 | 64,269 | 66,544 | 68,900 | 71,339 | 73,864 | 76,479 | 79,186 |
| 4 | Dumai Selatan | 60,226 | 62,358 | 64,565 | 66,851 | 69,217 | 71,668 | 74,205 | 76,831 | 79,551 | 82,367 | 85,283 | 88,302 | 91,428 |
| JUMLAH | | 232,686 | 240,923 | 249,452 | 258,282 | 267,425 | 276,892 | 286,694 | 296,843 | 307,352 | 318,232 | 329,497 | 341,161 | 353,238 |

Kebutuhan Air Kota Dumai 2018 = 232.686 Jiwa x 130 liter / jiwa / hari
 = 350.11 liter / detik

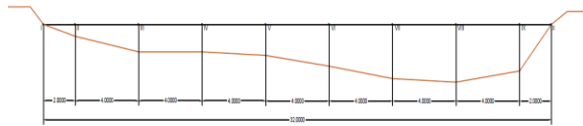
Tabel 4.4 Proyeksi Kebutuhan Air Kota Dumai

| No. | Uraian | Satuan | Tahun | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 1 | Jumlah penduduk | jiwa | 232,686 | 240,923 | 249,452 | 258,282 | 267,425 | 276,892 | 286,694 | 296,843 | 307,352 | 318,232 | 329,497 | 341,161 | 353,238 |
| 2 | Demand Per Jiwa | l/jiwa/hari | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 |
| Kebutuhan Air Minum | | l/d | 350.11 | 362.50 | 375.33 | 388.62 | 402.38 | 416.62 | 431.37 | 446.64 | 462.45 | 478.82 | 495.77 | 513.32 | 531.49 |

2. Analisis Data

1) Analisa Debit Sungai Mesjid

Mencari Luas Penampang Sungai Mesjid



Gambar 4.2. Penampang Sungai Mesjid

Pada tahap awal dilaksanakan pengukuran lebar sungai dan kedalaman sungai. untuk pengukuran lebar dan kedalaman sungai diambil dari jarak 0 – 25 , 25 – 50, 50 – 75, 75

Tabel 4.3. Kedalaman Sungai Pada Saat Penelitian

| JARAK | KEDALAMAN (m) | | | LEBAR (m) | LUAS |
|------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | A | B | C | | |
| 0 - 25 | 1,07 | 1,18 | 1,80 | 32,00 | 43,20 |
| 25 - 50 | 1,03 | 1,15 | 1,85 | 32,05 | 43,05 |
| 50 - 75 | 1,10 | 1,18 | 1,85 | 32,03 | 44,09 |
| 75 - 100 | 1,05 | 1,07 | 1,75 | 32,05 | 41,34 |
| 100 - 125 | 1,02 | 1,10 | 1,84 | 32,05 | 42,30 |
| 125 - 150 | 1,05 | 1,10 | 1,85 | 32,02 | 42,69 |
| 150 - 175 | 1,10 | 1,15 | 1,95 | 32,00 | 44,80 |
| 175 - 200 | 1,05 | 1,15 | 1,95 | 32,02 | 44,29 |
| Rata-rata | 1,058 | 1,135 | 1,855 | 32,03 | 43,22 |

Mencari Kecepatan Aliran Sungai Mesjid

Tabel 4.4. Kecepatan Pelampung

| UJI ULANG | PELAMPUNG I | PELAMPUNG II | PELAMPUNG III |
|------------------|---------------|---------------|---------------|
| I | 30.30 | 29.10 | 29.90 |
| II | 29.20 | 32.20 | 26.60 |
| III | 26.30 | 33.10 | 30.30 |
| IV | 29.40 | 30.50 | 34.40 |
| TOTAL | 115.20 | 124.90 | 121.20 |
| RATA-RATA | 28.80 | 31.23 | 30.30 |

Rata-rata waktu

$$= \frac{28,80 + 31,23 + 30,30}{3} = 30,11 \text{ detik}$$

– 100, 100 – 125, 125 – 150, 150 – 175, 175 – 200. Dengan kesimpulan bahwa Sungai Mesjid memiliki lebar rata-rata 32.03 meter dan kedalaman rata-rata 1.349 meter.

1) Data Pengukuran Sungai Mesjid Pada Kondisi Air Normal

$$v = \frac{\text{Panjang Aliran}}$$

Rata-rata waktu

$$v = \frac{10 \text{ meter}}{30,11 \text{ detik}}$$

$$v = 0,33 \text{ m / detik}$$

Mencari Debit Aliran Sungai Mesjid

Tujuan pengukuran debit air sungai ini adalah untuk mendapatkan data debit sungai

baik di musim kemarau atau di musim penghujan dan data awal kualitas air sungai.

$$= 32,03 \text{ meter} \times 1,349 \times 0,33 \text{ m/detik}$$

$$= 14,26 \text{ m}^3 / \text{detik} \approx 14.258 \text{ liter} / \text{detik}$$

$Q = \text{Lebar Penampang} \times \text{Tinggi Rata-rata} \times \text{Kecepatan Aliran}$

Tabel 4.5. Debit Aliran Sungai Pada Saat Normal (Penelitian)

| JARAK (M) | KEDALAMAN RATA-RATA (M) | LEBAR (M) | LUAS (A) | KECEPATAN RATA-RATA (v) | DEBIT ALIRAN (Q) |
|------------------|-------------------------|--------------|--------------|-------------------------|------------------|
| 0 – 25 | 1,349 | 32,00 | 43,20 | 0,33 | 14,24 |
| 25 – 50 | | 32,05 | 43,05 | | 14,20 |
| 50 – 75 | | 32,03 | 44,09 | | 14,54 |
| 75 – 100 | | 32,05 | 41,34 | | 13,64 |
| 100 – 125 | | 32,05 | 42,30 | | 13,95 |
| 125 – 150 | | 32,02 | 42,69 | | 14,08 |
| 150 – 175 | | 32,00 | 44,80 | | 14,78 |
| 175 – 200 | | 32,02 | 44,29 | | 14,61 |
| Rata-rata | 1,349 | 32,03 | 43,22 | 0,33 | 14,26 |

3. Data Pengukuran Sungai Mesjid Pada Kondisi Air Musim Kemarau

Tabel 4.6. Kedalaman Sungai Pada Saat Kemarau

| JARAK | KEDALAMAN (m) | | | LEBAR (m) | LUAS |
|------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | A | B | C | | |
| 0 - 25 | 0,78 | 0,88 | 1,50 | 28,25 | 29,76 |
| 25 - 50 | 0,73 | 0,85 | 1,55 | 28,15 | 29,37 |
| 50 - 75 | 0,80 | 0,88 | 1,55 | 28,85 | 31,06 |
| 75 - 100 | 0,75 | 0,77 | 1,45 | 28,40 | 28,11 |
| 100 - 125 | 0,69 | 0,80 | 1,54 | 28,45 | 28,73 |
| 125 - 150 | 0,75 | 0,80 | 1,55 | 28,75 | 29,71 |
| 150 - 175 | 0,80 | 0,85 | 1,65 | 29,15 | 32,06 |
| 175 - 200 | 0,75 | 0,85 | 1,65 | 29,00 | 31,42 |
| Rata-rata | 0,756 | 0,835 | 1,555 | 28,62 | 30,02 |

$Q = \text{Lebar Penampang} \times \text{Tinggi Rata-rata} \times \text{Kecepatan Aliran}$

$$= 28,62 \text{ meter} \times 1,049 \times 0,33 \text{ m/detik}$$

$$= 9,91 \text{ m}^3 / \text{detik} \approx 9.907 \text{ liter} / \text{detik}$$

Tabel 4.7. Debit Aliran Sungai Pada Saat Musim Kemarau

| JARAK (M) | KEDALAMAN RATA-RATA (M) | LEBAR (M) | LUAS (A) | KECEPATAN RATA-RATA (v) | DEBIT ALIRAN (Q) |
|------------------|----------------------------|--------------|--------------|--------------------------------|---------------------|
| 0 – 25 | 1,049 | 28,25 | 29,76 | 0,33 | 9,82 |
| 25 – 50 | | 28,15 | 29,37 | | 9,69 |
| 50 – 75 | | 28,85 | 31,06 | | 10,24 |
| 75 – 100 | | 28,40 | 28,11 | | 9,27 |
| 100 – 125 | | 28,45 | 28,73 | | 9,48 |
| 125 – 150 | | 28,75 | 29,71 | | 9,80 |
| 150 – 175 | | 29,15 | 32,06 | | 10,57 |
| 175 – 200 | | 29,00 | 31,42 | | 10,36 |
| Rata-rata | 1,049 | 28,62 | 30,02 | 0,33 | 9,90 |

2) Analisa Terhadap Debit Andalan Sungai
Mesjid

Dalam perhitungan debit andalan Sungai Mesjid ini penulis menggunakan rumus berdasarkan teori Le Roy et,all, 1995 alokasi penggunaan air untuk menjaga kesinambungan alam dan pembangunan yang berkelanjutan.

1. Data Sungai Mesjid pada Musim Normal
(Penelitian)

(a). 70 % air untuk lingkungan hidup

$$Q = 70 \% \times 14.258 \text{ liter / detik}$$

$$= 9.980 \text{ liter / detik}$$

(b). 30 % air untuk konsumsi masyarakat
(30% untuk air perkotaan, 10% industri,
dan 60% untuk irigasi, pertanian dan
perkebunan).

$$Q = 30\% \times 14.258 \text{ liter / detik}$$

$$= 4.277 \text{ liter / detik}$$

a. Untuk Air Perkotaan (pemanfaatan oleh
PDAM)

$$Q = 30\% \times 4.277 \text{ liter / detik}$$

$$= 1.283 \text{ liter / detik}$$

b. Untuk Industri

$$Q = 10\% \times 4.277 \text{ liter / detik}$$

$$= 427 \text{ liter / detik}$$

c. Untuk Irigasi

$$Q = 60\% \times 4.277 \text{ liter / detik}$$

$$= 2.566 \text{ liter / detik}$$

2. Data Sungai Mesjid pada Musim Kemarau
(Angket)

(a). 70 % air untuk lingkungan hidup

$$Q = 70 \% \times 9.907 \text{ liter / detik}$$

$$= 6.934 \text{ liter / detik}$$

(b). 30 % air untuk konsumsi masyarakat
(30% untuk air perkotaan, 10% industri,
dan 60% untuk irigasi, pertanian dan
perkebunan).

$$Q = 30\% \times 9.907 \text{ liter / detik}$$

$$= 2.972 \text{ liter / detik}$$

d. Untuk Air Perkotaan (pemanfaatan oleh
PDAM)

$$Q = 30\% \times 2.972 \text{ liter / detik}$$

= 892 liter / detik

e. Untuk Industri

$Q = 10\% \times 2.972 \text{ liter / detik}$

= 297 liter / detik

f. Untuk Irigasi

$Q = 60\% \times 2.972 \text{ liter / detik}$

= 1.783 liter / detik

3) Analisa Terhadap Kemampuan Debit Sungai Mesjid dalam Menunjang Program – Program PDAM

PDAM Tirta Dumai Bersemai saat ini sedang menjalankan perbaikan, peningkatan, dan perubahan agar menjadi PDAM yang terbaik se-Provinsi Riau sesuai dengan Visi – Misi PDAM Tirta Dumai Bersemai dengan melakukan program – program yang mendukung terwujudnya Visi – Misi yang diusung PDAM Tirta Dumai Bersemai.

Tabel 4.8. Rekap Kebutuhan Sumber Air Baku

| No. | Uraian | Volume | | | Satuan |
|--------------|-----------------------|------------|------------|------------|------------------|
| | | Tahun 2019 | Tahun 2020 | Tahun 2025 | |
| 1. | SPAM Regional DUROLIS | - | 0 | 0 | L / detik |
| 2. | KPBU SPAM Kota Dumai | 55 | 255 | 500 | L / detik |
| 3. | SPAM Eksisting | 10 | 55 | 55 | L / detik |
| TOTAL | | 65 | 310 | 555 | L / detik |

1. Analisa debit Sungai Mesjid pada Musim Normal (Penelitian)

Kesimpulan = Q andalan untuk air perkotaan > Q Kebutuhan PDAM. Kesimpulan = 1.283 liter / detik > 555 liter / detik ≈ memenuhi.

2. Analisa debit Sungai Mesjid pada Musim Kemarau (Angket)

Kesimpulan = Q andalan untuk air perkotaan > Q Kebutuhan PDAM. Kesimpulan = 892 liter / detik > 555 liter / detik ≈ memenuhi

4) Analisa Terhadap Program PDAM untuk mendukung SPAM Regional Durolis

1. Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) Regional DUROLIS

SPAM Regional DUROLIS ini dibagi atas 4 (empat) tahapan. Dimana Kota Dumai akan mendapatkan 500 L/detik dari ke 4 (empat) tahapan tersebut. Dimana pembagiannya adalah 150 L/detik ditahun 2020, 150 L/detik ditahun 2022, 100 L/detik ditahun 2025, dan 100 L/detik ditahun 2030. Air didapatkan dari SPAM Regional berupa air curah yang telah diolah, Pemko Dumai hanya menyiapkan lahan OFF TAKE dan jaringan distribusi sampai ke SR.

2. Pembahasan tentang Build Operate Transfer Plus (BOT +)

Setelah dibangun maka BUP akan mengoperasikan Unit Intake dan Unit Pengolahan Air dalam kurun waktu yang disepakati. Setelah waktu tersebut sudah lewat maka akan diserahkan kepada PDAM Tirta Dumai Bersema sebagai Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) Kota Dumai.

Build Operate Transfer Plus (BOT +) hampir sama dengan BOT seperti penjelasan

diatas, namun terdapat perbedaan yakni ditambah dengan kegiatan pembangunan Jaringan Distribusi. BOT + ini bertujuan untuk menyiapkan jaringan distribusi yang telah dibangun oleh Pemerintah Kota Dumai priode tahun 2008-2011 yang pembangunannya masih dalam 78% untuk mendukung Program SPAM Regional Durolis.

3. Perbandingan produksi dengan kebutuhan air minum Kota Dumai

Tabel 4.9. Tabel Debit Air Minum yang Akan di Distribusikan

| No. | Uraian | Volume | | | | Satuan |
|--------------|-----------------------|------------|------------|------------|-------------|------------------|
| | | Tahun 2020 | Tahun 2023 | Tahun 2026 | Tahun 2031 | |
| 1. | SPAM Regional DUROLIS | 150 | 300 | 400 | 500 | L / detik |
| 2. | KPBU SPAM Kota Dumai | 250 | 250 | 500 | 500 | L / detik |
| 3. | SPAM Eksisting | 50 | 50 | 50 | 50 | L / detik |
| TOTAL | | 450 | 600 | 950 | 1050 | L / detik |

Proyeksi penduduk Kota Dumai adalah sebagai berikut :

| No. | Kecamatan | Tahun (satuan dalam jiwa) | | | | | | | | | | | | |
|---------------|---------------|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 1 | Dumai Barat | 47,650 | 49,336 | 51,083 | 52,891 | 54,764 | 56,702 | 58,709 | 60,788 | 62,940 | 65,168 | 67,475 | 69,863 | 72,336 |
| 2 | Dumai Timur | 72,649 | 75,220 | 77,883 | 80,640 | 83,495 | 86,451 | 89,511 | 92,680 | 95,961 | 99,358 | 102,875 | 106,517 | 110,287 |
| 3 | Dumai Kota | 52,162 | 54,008 | 55,920 | 57,900 | 59,950 | 62,072 | 64,269 | 66,544 | 68,900 | 71,339 | 73,864 | 76,479 | 79,186 |
| 4 | Dumai Selatan | 60,226 | 62,358 | 64,565 | 66,851 | 69,217 | 71,668 | 74,205 | 76,831 | 79,551 | 82,367 | 85,283 | 88,302 | 91,428 |
| JUMLAH | | 232,686 | 240,923 | 249,452 | 258,282 | 267,425 | 276,892 | 286,694 | 296,843 | 307,352 | 318,232 | 329,497 | 341,161 | 353,238 |

Proyeksi kebutuhan air minum Kota Dumai adalah sebagai berikut :

| No. | Uraian | Satuan | Tahun | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| 1 | Jumlah penduduk | jiwa | 232,686 | 240,923 | 249,452 | 258,282 | 267,425 | 276,892 | 286,694 | 296,843 | 307,352 | 318,232 | 329,497 | 341,161 | 353,238 |
| 2 | Demand Per Jiwa | l/jiwa/hari | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 |
| Kebutuhan Air Minum | | | 350.11 | 362.50 | 375.33 | 388.62 | 402.38 | 416.62 | 431.37 | 446.64 | 462.45 | 478.82 | 495.77 | 513.32 | 531.49 |

Perbandingan produksi air minum dengan proyeksi kebutuhan air minum Kota Dumai adalah sebagai berikut :

| No. | Uraian | Satuan | Tahun | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------------------------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 |
| 1 | Jumlah penduduk | jiwa | 232,686 | 240,923 | 249,452 | 258,282 | 267,425 | 276,892 | 286,694 | 296,843 | 307,352 | 318,232 | 329,497 | 341,161 | 353,238 | 365,743 |
| 2 | Demand Per Jiwa | l/jiwa/hari | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 | 130 |
| | Kebutuhan Air Minum | l/d | 350.11 | 362.50 | 375.33 | 388.62 | 402.38 | 416.62 | 431.37 | 446.64 | 462.45 | 478.82 | 495.77 | 513.32 | 531.49 | 550.31 |
| | Produksi Air Minum PDAM | l/d | 8.00 | 8.00 | 450.00 | 450.00 | 450.00 | 600.00 | 600.00 | 600.00 | 950.00 | 950.00 | 950.00 | 950.00 | 950.00 | 1050.00 |
| | Kesimpulan | | BELUM | BELUM | OKE | OKE | OKE | OKE | OKE | OKE | OKE | OKE | OKE | OKE | OKE | OKE |

V. KESIMPULAN

1. (a). Debit Sungai Mesjid pada musim normal (Penelitian) adalah 14.258 liter / detik.
 - (b). Debit Sungai Mesjid pada musim Kemarau (Angket) adalah 9.907 liter / detik.
 2. (a). Debit andalan Sungai Mesjid untuk air perkotaan yang akan dimanfaatkan oleh PDAM Tirta Dumai Bersemai pada musim normal (Penelitian) adalah 1.283 liter / detik.
 - (b). Debit andalan Sungai Mesjid untuk air perkotaan yang akan dimanfaatkan oleh PDAM Tirta Dumai Bersemai pada musim kemarau (Angket) adalah 892 liter / detik.
- Sesuai dengan analisis debit andalan Sungai Mesjid dengan metode Le Roy et,all, 1995. Dengan kata lain air baku sungai Mesjid dalam penelitian kali ini masih dapat dimanfaatkan oleh PDAM Tirta Dumai Bersemai dengan perbandingan sebagai berikut :

Debit Andalan Sungai Mesjid ><

Kebutuhan Air Baku PDAM

1.283 liter / detik >< 555 liter / detik

892 liter / detik >< 555 liter / detik

3. Dukungan dari program yang dilaksanakan PDAM kepada SPAM Regional DUROLIS adalah sebagai berikut :
 - a. Dengan adanya Program KPBU SPAM Kota Dumai dapat membantu Program SPAM Regional DUROLIS karena Program KPBU SPAM Kota Dumai turut membangun sisa pekerjaan Jaringan Distribusi priode 2008-2011dengan sistem BOT +.
 - b. Dengan adanya Program KPBU SPAM Kota Dumai juga dapat meningkatkan pelayanan SPAM Kota Dumai dengan tambahan kapasitas 450 liter / detik.
 - c. Dengan adanya Program KPBU SPAM Kota Dumai pelayanan Kota Dumai akan lebih luas dan dapat mencakup seluruh wilayah perkotaan di Kota Dumai.

DAFTAR PUSTAKA.

Hoek, E, 1987, *Practical Rock Engineering*, North Vancouver, British Columbia, Canada.

Hoek, E and Brown, E.T, 1997, *Practical estimates of rock mass strength*, North Vancouver, British Columbia, Canada.

Japan Society of Civil Engineers, 2007, *Standard Specifications for Tunneling-2006 : Shield Tunnels*, Japan.

Jaeger, C, 1979, *Rock Mechanics and Engineering*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2015, *Pedoman Metode Perencanaan Penggalian dan Sistem*

Perkuatan Terowongan Jalan Pada Media Campuran Tanah-Batuan, Jakarta.

Lunardi, P, 2008, *Design and Construction of Tunnels*, Springer-Verlag, Italy.

Palmström A, 2001, *Measurement and Characterization of Rock Mass Joint*, V.M Sharma and K.R.Saxena, A.A Balkema Publishers, Oslo, Norway.

William G. Pariseau, 2008, *Solutions Manual to Design Analysis in Rock Mechanics*, Taylor & Francis, Netherlands.

Z. T. Bieniawski, 1989, *Engineering Rock Mass Classification*, Jhon Wiley & Son, Inc, Canada.