

## KAJIAN KEANDALAN TAMPUNGAN SISTEM PENYEDIAAN AIR MINUM (SPAM) AIK MEMBADIN KECAMATAN SIJUK

Selly Meiliani

Email : [sellymei19@gmail.com](mailto:sellymei19@gmail.com)

Fadillah Sabri, S.T., M.Eng

Email : [sabrifadillah@yahoo.com](mailto:sabrifadillah@yahoo.com)

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung  
Kampus Terpadu UBB Balunijuk, Merawang, Kab. Bangka

### ABSTRAK

*Aik Membadin merupakan salah satu air tampungan yang memiliki kualitas air yang cukup baik digunakan sebagai sumber air baku oleh SPAM yang terletak di Kecamatan Sijuk Kabupaten Belitung. Untuk itu perlu dilakukan kajian Keandalan Tampungan SPAM Aik Membadin Kecamatan Sijuk. Optimasi aliran yang masuk ketampungan sebagai ketersediaan air dianalisis menggunakan model NRECA dari tahun 2006-2015 dan menunjukkan rerata debit maksimum dan minimum yang masuk ke tampungan dengan model NRECA adalah 0,060 MCM dan 0,010 MCM. Aliran yang masuk ke tampungan dibangkitkan dengan model Markov musim ganda selama 10 tahun (2016-2025) dan didapatkan debit bangkitan yang masuk ketampungan dengan rerata maksimum dan minimum adalah 0,047 MCM dan 0,016 MCM. Selanjutnya data debit yang dibangkitkan digunakan sebagai data aliran masuk ketampungan dalam pengaturan pola operasi standar (SOR) untuk mengetahui keandalan tampungan 10 tahun kedepan (2016-2025) didapatkan debit optimum pengambilan 0,004 m<sup>3</sup>/d dengan keandalan tampungan 99% terjadi pada target pelepasan 40%. Kebutuhan air domestik dan non domestik Kecamatan Sijuk adalah 0,0588 m<sup>3</sup>/d. Maka dapat disimpulkan bahwa debit optimum tidak mampu memenuhi kebutuhan air domestik dan non domestik masyarakat Kecamatan Sijuk pada tahun 2025 ( $Q_{keb} > Q_{ket}$ ) atau debit optimum hanya mampu melayani 6,8% kebutuhan air masyarakat Sijuk pada tahun 2025.*

**Kata Kunci :** *Tampungan, NRECA, Markov, Kebutuhan, SOR, Keandalan.*

### PENDAHULUAN

Air adalah senyawa yang paling penting bagi semua bentuk kehidupan yang diketahui sampai saat ini di bumi. Salah satunya adalah Aik Membadin yang digunakan sebagai Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) untuk melayani kebutuhan air masyarakat Kecamatan Sijuk. Untuk itu perlu dilakukan kajian keandalan tampungan SPAM Aik Membadin.

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk menganalisis besaran ketersediaan air pada Tampungan Aik Membadin Kecamatan Sijuk pada tahun 2016-2025, untuk menganalisis kebutuhan air masyarakat Kecamatan Sijuk pada tahun 2025, dan untuk mengetahui Keandalan Tampungan SPAM Aik Membadin Kecamatan Sijuk pada tahun 2025.

## TINJAUAN PUSTAKA

Akbarsyah (2014), melakukan penelitian dengan judul analisis ketersediaan dan pemanfaatan air Kolong Simpur Pemali. Analisis ketersediaan air dengan model NRECA kemudian dilakukan simulasi debit bangkitan model Markov untuk musim ganda dan menunjukkan rerata debit yang masuk kekolong maksimum adalah 0,262 MCM dan debit minimum 0,042 MCM. Selanjutnya data debit bangkitan digunakan sebagai data aliran masuk pada simulasi *Standard Operating Rule* (SOR) dan hasil penelitian Keandalan kolong 99% terjadi pada target pelepasan 52% dengan debit pengambilan maksimum 26 liter/detik. Analisis terhadap kebutuhan air domestik penduduk Kecamatan Pemali dengan proyeksi 15 tahun kedepan sebesar 38,38 liter/detik, maka dapat disimpulkan bahwa debit optimum tidak mampu memenuhi kebutuhan air domestik penduduk Kecamatan Pemali pada tahun 2028 ( $Q_{keb} > Q_{opt}$ ).

Kiki Komalia dkk, (2012) melakukan penelitian dengan judul analisis pemakaian air bersih (PDAM) untuk Kota Pematang Siantar. Metode yang digunakan adalah menghitung perkiraan jumlah penduduk Kota Pematang Siantar dengan menggunakan tiga metode yaitu Aritmetika, *Last-square* dan Geometrik. Kapasitas air yang dibutuhkan masyarakat Kota Pematang Siantar sampai tahun 2022 yaitu sekitar 1,0014 m<sup>3</sup>/s, sedangkan kapasitas produksi saat ini yaitu sebesar 0,777 m<sup>3</sup>/s, sehingga kapasitas tambahan yang diperlukan yaitu sebesar 0,224 m<sup>3</sup>/s. Sedangkan periode jam puncak terjadi

pada jam 07.00 – 09.00 pagi hari dan sore hari terjadi pada pukul 17.00 – 19.00 karena pada saat itu pelanggan mulai beraktivitas sehingga pemakaian air sangat tinggi.

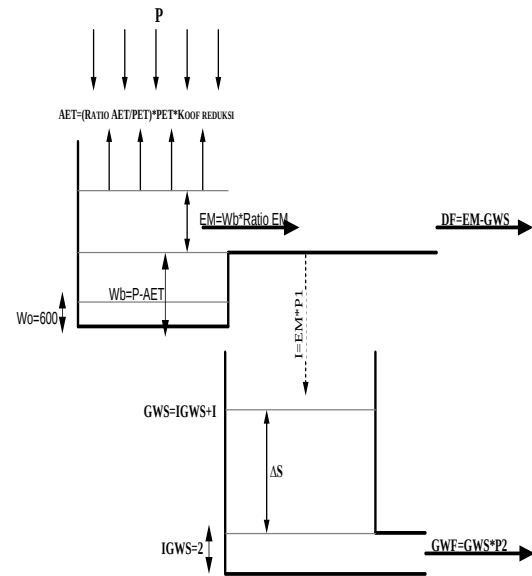
Agus Riyadi, (2011) melakukan penelitian terhadap imbalan air Kolong Retensi Kacang Pedang di Kota Pangkalpinang. Metode yang digunakan untuk menganalisis ketersediaan air estimasi aliran masuk kedalam kolong adalah dengan metode NRECA. Dari hasil penelitian diperoleh, ketersediaan air pada Kolong Retensi Kacang Pedang Kota Pangkalpinang diambil rata-rata dari tahun 2011-2020 sebanyak 1.060.154 m<sup>3</sup>/thn, kebutuhan air penduduk Kota Pangkalpinang rata-rata dari tahun 2011-2020 sebanyak 10.087.872 m<sup>3</sup>/tahun.

Fadillah Sabri, (2008) melakukan penelitian untuk mengetahui nilai ekonomi air (NEA) Kolong DAM-3 Pemali Kabupaten Bangka. Estimasi aliran yang masuk ke dalam badan kolong diperoleh dengan melakukan analisis ketersediaan air menggunakan model NRECA dan menunjukkan rerata debit yang masuk ke kolong maksimum 0,401 l/s dan minimum 0,059 l/s. Selanjutnya dibangkitkan dengan model Markov dan didapat debit bangkitan rata-rata bulanan maksimum 1,05 MCM dan minimum 0,234 MCM. Debit bangkitan rata-rata bulanan maksimum 1,05 MCM dan minimum 0,234 MCM. Keandalan kolong 98% terjadi pada target pelepasan 75% dengan debit pengambilan maksimum 105 l/s. Jumlah NEA untuk kedua peruntukan (PDAM dan BBIS) sebesar Rp.5.262/m<sup>3</sup> untuk periode 5 tahun

pertama, Rp.7.596/m<sup>3</sup> untuk periode 5 tahun kedua, dan untuk periode 5 tahun ketiga sebesar Rp.10.559/m<sup>3</sup>. Alokasi air optimum yaitu 65 l/s untuk PDAM dan 40 l/s untuk BBIS, pada kondisi tersebut jumlah NPA kolong Dam-3 Pemali untuk periode yang sama secara berurutan masing-masing sebesar Rp.6.846.138.032, Rp.9.924.585.995, dan Rp.13.831.846.871. Dony Ariyanto (2007), melakukan penelitian analisis kebutuhan air bersih dan ketersediaan sumber air di IPA Sumur Dalam Banjarsari PDAM Kota Surakarta terhadap jumlah pelanggan. Hasil kajian menunjukkan bahwa kebutuhan air di wilayah Pelayanan IPA Sumur Dalam Banjarsari untuk tahun 2020 sebesar  $Q = 48,74$  lt/det dan ketersediaan air dari Sumur Dalam Banjarsari untuk tahun 2020 sebesar 17,523 lt/det.

### Model NRECA

Untuk melakukan analisis ketersediaan air di tampungan kolong dilakukan pendekatan dengan metode NRECA karena diasumsikan karakteristik fisik kolong memiliki kesamaan dengan embung (Fadillah Sabri, 2008). Langkah perhitungan mencakup 18 tahapan Menurut Puslitbang Pengairan DPU 1994.



Gambar 1. Skema Struktur Model NRECA

### Volume Potensial Tampungan Kolong

Volume Potensial Tampungan Kolong ( $V_p$ ) diformulasikan dengan persamaan berikut ini.

$$V_p = \Sigma V_j + 10 \times A_{kl} \times \Sigma R_j \dots\dots\dots (1)$$

dengan:

$V_p$  : volume potensial tampungan kolong (m<sup>3</sup>),

$\Sigma V_j$ : jumlah aliran total selama satu tahun (m<sup>3</sup>),

$\Sigma R_j$  : curah hujan total selama satu tahun (mm),

$A_{kl}$ : luas permukaan tampungan kolong (ha)

### Jumlah Resapan ( $V_r$ )

Besar resapan air di dalam kolong sangat tergantung dari sifat lulus air material dasar dan dinding kolong.

$$V_r = K \times V_u \dots\dots\dots (2)$$

dengan:

$V_r$  : jumlah resapan tahunan/bulanan (m<sup>3</sup>),

- $V_u$  : jumlah air untuk beberapa kebutuhan ( $m^3$ ),
- $K$  : faktor yang nilainya tergantung dari sifat lulus air material dasar dan dinding kolong
- $K$  : 10%, bila dasar dan dinding kolong praktis rapat air ( $k \leq 10^{-5}$  cm/d), termasuk penggunaan lapisan buatan (selimut lempung, geomembran, rubbersheet, semen tanah).
- $K$  : 25%, bila dasar dan dinding kolong bersifat semi lulus air ( $k = 10^{-3} - 10^{-4}$  cm/d).

### Data Bangkitan (*Generated Data*)

Menurut Zem Dani, 2015 kegunaan pembangkitan data debit adalah:

1. Untuk memenuhi kebutuhan tampungan waduk dengan data sintetis.
2. Untuk membantu perancangan waduk akibat data kurang panjang.
3. Untuk simulasi pengoperasian waduk.

Rantai Markov adalah salah satu teknik perhitungan matematika yang digunakan dalam melakukan pemodelan bermacam-macam kondisi yang digunakan untuk membantu dalam memperkirakan perubahan yang mungkin terjadi pada waktu yang akan datang dengan menggunakan variabel-variabel dinamis diwaktu yang lalu.

Persamaan model Markov untuk musim ganda (*multi season*) dengan mengikuti distribusi normal dapat dilihat pada persamaan 3 dan 4 :

$$q_{i,j} = \mu_j + (\rho(j) \times \sigma_j / \sigma_{j-1}) \times (q_{i,j-1} - \mu_{j-1}) + t_{i,j} \times \sigma_j \times \sqrt{(1 - \rho(j)^2)} \dots (3)$$

dengan:

$$\rho(j) = [E\{(x_{i,j} - \mu_j) \times (x_{i-1,j-1} - \mu_{j-1})\}] / (\sigma_j \times$$

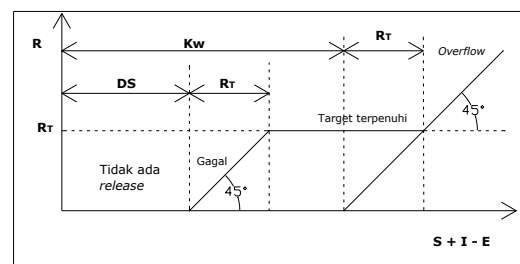
$$\sigma_{j-1}) \dots (4)$$

dimana:

- $q_{i,j}$  : debit ke-i pada musim -j,
- $\mu_j$  : nilai tengah/rata-rata nilai populasi musim -j,
- $\rho(j)$  : koefisien korelasi pasangan aliran yang berdekatan antara musim j-1 dan musim -j,
- $\sigma_j$  : standar deviasi pada musim -j,
- $t_{i,j}$  : bilangan acak distribusi normal pada waktu ke-i dan musim-j

### Operasi Pengaturan Pelepasan Tampungan Air Kolong

Penerapan model simulasi pada kolong untuk mengetahui keandalan kolong terhadap *release* (pelepasan/keluaran) dengan pendekatan pola pemanfaatan waduk/reservoir (kolong) (Fadillah Sabri, 2008).



Gambar 2 *Standard Operating Rule*

Maksud dari grafik di atas prinsipnya simulasi, dilakukan dengan melakukan coba ulang nilai target release  $RT$  sedemikian sehingga kriteria optimal penggunaan air dicapai. Simulasi tampungan kolong dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$S_{t+1} = S_t + I_t - E_t - O \dots (5)$$

$$0 \leq S_t \leq K_w$$

dengan :

$t$  = jumlah diskret waktu (24 periode 15 harian)

$S_{t+1}$  = tampungan (*storage*) kolong saat awal ke-t ( $m^3$ )

$S_t$  = tampungan (*storage*) kolong saat akhir ke-t ( $m^3$ )

$I_t$  = masukan (*inflow*) air kedalam kolong saat ke-t ( $m^3$ )

$E_t$  = kehilangan air akibat evaporasi di kolong saat ke-t ( $m^3$ )

$O_t$  = pelepasan (*outflow*) air dari kolong saat ke-t ( $m^3$ )

$Kw$  = kapasitas waduk ( $m^3$ )

Ruang untuk penampungan sedimen juga perlu dipersiapkan pada kolam/kolong sebagai tempat sedimentasi material yang terangkut ke dalam kolam/kolong. Besar ruang sedimen dalam perencanaan embung/waduk ditetapkan sebesar 5 % dari volume tampungan maksimum (Puslitbang Air P.U., 1994).

### Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik (Non Irigasi)

Analisis sektor domestik dan non domestik merupakan aspek penting dalam menganalisis kebutuhan penyediaan di masa mendatang. Analisis sektor domestik

dan non domestik untuk masa mendatang dilaksanakan dengan dasar analisis pertumbuhan penduduk pada wilayah yang direncanakan (Kiki Komalia, 2012).

Kebutuhan air = proyeksi jumlah penduduk  $\times$  standar kebutuhan air..... (6)

Persamaan yang digunakan dalam memproyeksikan jumlah penduduk pada tahun ke-n adalah persamaan geometrik yang dapat dilihat dalam persamaan 3.21.

$$P_n = P_o \times (1 + i)^n \dots\dots\dots (7)$$

dengan :

$P_n$  = Jumlah penduduk tahun rencana (jiwa)

$P_o$  = Jumlah penduduk tahun sekarang (jiwa)

$i$  = Persentase pertumbuhan penduduk (%)

$n$  = Tahun rencana

Untuk menghitung persentase pertumbuhan penduduk ( $i$ ) digunakan persamaan:

$$i = (\sqrt[n]{P_n/P_o}) - 1 \dots\dots\dots (8)$$

Tabel 2. Standar kebutuhan air untuk berbagai sektor

| Jenis Pemakaian                 | Standar | Satuan          |
|---------------------------------|---------|-----------------|
| DOMESTIK                        |         |                 |
| Sambungan rumah                 |         |                 |
| Kota dengan penduduk : > 1 juta | 250     | liter/jiwa/hari |
| Kota dengan penduduk = 1 juta   | 150     | liter/jiwa/hari |
| Pedesaan : < 1 juta             | 100     | liter/jiwa/hari |
| NON DOMESTIK                    |         |                 |

|                  |      |                         |
|------------------|------|-------------------------|
| Hidran Kebakaran | 5    | %keb.domestik           |
| Kebocoran        | 20   | %keb.domestik           |
| Sekolah          | 10   | liter/jiwa/hari         |
| Kantor           | 10   | liter/jiwa/hari         |
| Tempat Ibadah    | 3000 | liter/unit/hari         |
| Rumah Sakit      | 300  | liter/tempat tidur/hari |
| Puskesmas        | 2000 | liter/unit/hari         |
| Hotel            | 150  | liter/tempat tidur/hari |

Sumber : SNI 19-6728.1-2002

### Keandalan Tampungan Air

Imbangan air merupakan nisbah antara kebutuhan air (KA) dengan air tersedia (AT) (Sunjoto, 2005 dalam Fadillah Sabri, 2013) begitu juga keandalan tampungan secara matematis ditulis sebagai berikut:

$$KT = \frac{KA}{AT} 100\% \dots\dots\dots (9)$$

## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada SPAM Aik Membadin Kecamatan Sijuk yang

sebagian besar pelanggannya berada pada Kecamatan Sijuk Kabupaten Belitung Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.

### Pengumpulan Data

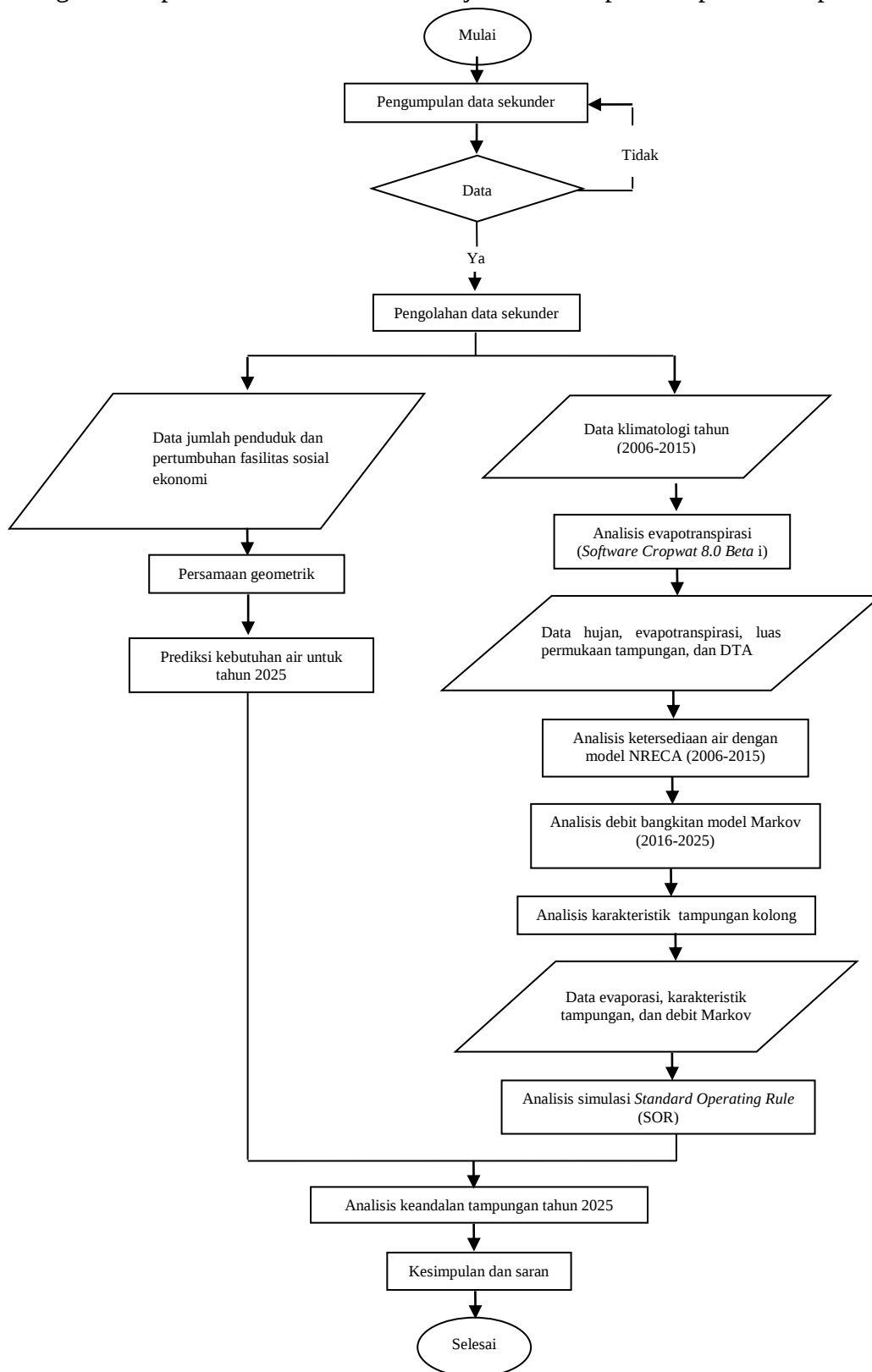
Dalam Penelitian ini, data yang digunakan adalah data sekunder. Selain pengumpulan berupa data sekunder, dilakukan juga wawancara secara langsung untuk mendapatkan informasi tentang SPAM Kecamatan Sijuk.

Tabel 3. Data sekunder dan sumber data

| Nama Data                                                                                             | Sumber Data                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Klimatologi dari tahun 2006-2015                                                                      | Stasiun meteorologi kelas III Buluh Tumbang – Tanjungpandan |
| Data jumlah penduduk dan pertumbuhan fasilitas sosial ekonomi                                         | Badan Pusat Statistik Kabupaten Belitung                    |
| Data kontur, luas dan kedalaman Kolong Aik Membadin                                                   | SNVT PJSA Balai Besar Wilayah Sungai Sumatera VIII Babel.   |
| Peta Topografi Kecamatan Sijuk                                                                        | Dinas Pertambangan Dan Energi Kabupaten Belitung            |
| Tinjauan pustaka yang berkaitan dengan metode NRECA, model markov, dan <i>Standard Operating Rule</i> | Buku literatur, tugas akhir, tesis, jurnal, dan internet    |

### Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian dibuat untuk menjelaskan tahapan-tahapan dalam penelitian.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Ketersediaan Air Tampungan

#### 1. Ketersediaan aliran air tampungan dengan model NRECA

Aliran masuk (*inflow*) pada Tampungan Aik Membadin dianalisis dengan menggunakan model NRECA untuk mendapatkan total aliran masuk pada Tampungan Aik Membadin selama 10 tahun.

Untuk hasil optimasi menggunakan fasilitas *solver* pada *Software microsoft excel* dengan model NRECA didapat tampungan kelengasan tanah awal 771 mm, tampungan air tanah awal 148 mm, karakteristik tanah permukaan 0,2, dan karakteristik lapisan dalam 0,7. Nilai koefisien limpasan atau *runoff Coefficient* (C) total yang dihitung berdasarkan hasil optimasi sebesar 0,36 untuk kala ulang 10 tahun. Nilai ini sama dengan nilai koefisien limpasan yang digunakan dalam metode rasional dalam buku *Applied*

*Hidrologi* untuk daerah rata-rata atau *average gradient* 2-7% dengan karakteristik permukaan tanah berhutan/*woodlands* seperti yang bisa dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Koefisien limpasan permukaan dengan metode Rasional

| character of surface                                      | Return Period (years) |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------|------|------|------|------|------|------|
|                                                           | 2                     | 5    | 10   | 25   | 50   | 100  | 500  |
| Developed                                                 |                       |      |      |      |      |      |      |
| Asphaltic                                                 | 0,73                  | 0,77 | 0,81 | 0,86 | 0,9  | 0,95 | 1    |
| Concrete/roof                                             | 0,75                  | 0,8  | 0,83 | 0,88 | 0,92 | 0,97 | 1    |
| Grass areas (lawns, parks, etc.)                          |                       |      |      |      |      |      |      |
| Poor condition (grass cover than 50% of the area)         |                       |      |      |      |      |      |      |
| Flat, 0-2%                                                | 0,32                  | 0,34 | 0,37 | 0,4  | 0,44 | 0,47 | 0,58 |
| Average, 2-7%                                             | 0,37                  | 0,4  | 0,43 | 0,46 | 0,49 | 0,53 | 0,61 |
| Steep, over 7%                                            | 0,4                   | 0,43 | 0,45 | 0,49 | 0,52 | 0,55 | 0,62 |
| Fair condition (grass cover on 50% to 75% of the area)    |                       |      |      |      |      |      |      |
| Flat, 0-2%                                                | 0,25                  | 0,28 | 0,3  | 0,34 | 0,37 | 0,41 | 0,53 |
| Average, 2-7%                                             | 0,33                  | 0,36 | 0,38 | 0,42 | 0,45 | 0,49 | 0,58 |
| Steep, over 7%                                            | 0,37                  | 0,4  | 0,42 | 0,46 | 0,49 | 0,53 | 0,6  |
| Good condition (grass cover largest than 75% of the area) |                       |      |      |      |      |      |      |
| Flat, 0-2%                                                | 0,21                  | 0,23 | 0,25 | 0,29 | 0,32 | 0,36 | 0,49 |
| Average, 2-7%                                             | 0,29                  | 0,32 | 0,35 | 0,39 | 0,42 | 0,46 | 0,56 |
| Steep, over 7%                                            | 0,34                  | 0,37 | 0,4  | 0,44 | 0,47 | 0,51 | 0,58 |
| Undeveloped                                               |                       |      |      |      |      |      |      |
| Cultivated land                                           |                       |      |      |      |      |      |      |
| Flat, 0-2%                                                | 0,31                  | 0,34 | 0,36 | 0,4  | 0,43 | 0,47 | 0,57 |
| Average, 2-7%                                             | 0,35                  | 0,38 | 0,41 | 0,44 | 0,48 | 0,51 | 0,6  |
| Steep, over 7%                                            | 0,39                  | 0,42 | 0,44 | 0,48 | 0,51 | 0,54 | 0,61 |
| Pasture/Range                                             |                       |      |      |      |      |      |      |
| Flat, 0-2%                                                | 0,25                  | 0,28 | 0,3  | 0,34 | 0,37 | 0,41 | 0,53 |
| Average, 2-7%                                             | 0,33                  | 0,36 | 0,38 | 0,42 | 0,45 | 0,49 | 0,58 |
| Steep, over 7%                                            | 0,37                  | 0,4  | 0,42 | 0,46 | 0,49 | 0,53 | 0,6  |
| Forest/woodlands                                          |                       |      |      |      |      |      |      |
| Flat, 0-2%                                                | 0,22                  | 0,25 | 0,28 | 0,31 | 0,35 | 0,39 | 0,48 |
| Average, 2-7%                                             | 0,31                  | 0,34 | 0,36 | 0,4  | 0,43 | 0,47 | 0,56 |
| Steep, over 7%                                            | 0,35                  | 0,39 | 0,41 | 0,45 | 0,48 | 0,52 | 0,58 |

Sumber : Ven Te Chow, 1988.

Tabel 5. Rekapitulasi ketersediaan air pada Tampungan Aik Membadin dengan model NRECA

| Tahun      | Bulan (MCM) |                              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------|-------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|            | Jan         | Feb                          | Mar   | Apr   | May   | Jun   | Jul   | Aug   | Sep   | Oct   | Nov   | Dec   |
| 2006       | 0,039       | 0,018                        | 0,010 | 0,017 | 0,031 | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,000 | 0,003 | 0,032 | 0,042 |
| 2007       | 0,086       | 0,029                        | 0,031 | 0,058 | 0,007 | 0,018 | 0,012 | 0,003 | 0,005 | 0,044 | 0,023 | 0,033 |
| 2008       | 0,007       | 0,008                        | 0,049 | 0,064 | 0,025 | 0,008 | 0,004 | 0,042 | 0,014 | 0,059 | 0,030 | 0,073 |
| 2009       | 0,041       | 0,004                        | 0,032 | 0,048 | 0,006 | 0,003 | 0,004 | 0,001 | 0,001 | 0,002 | 0,034 | 0,031 |
| 2010       | 0,028       | 0,004                        | 0,018 | 0,022 | 0,052 | 0,055 | 0,064 | 0,054 | 0,072 | 0,040 | 0,065 | 0,061 |
| 2011       | 0,037       | 0,011                        | 0,028 | 0,026 | 0,040 | 0,010 | 0,004 | 0,000 | 0,001 | 0,025 | 0,063 | 0,072 |
| 2012       | 0,006       | 0,012                        | 0,007 | 0,029 | 0,018 | 0,003 | 0,002 | 0,002 | 0,001 | 0,019 | 0,061 | 0,071 |
| 2013       | 0,026       | 0,029                        | 0,006 | 0,045 | 0,075 | 0,022 | 0,038 | 0,009 | 0,003 | 0,041 | 0,063 | 0,116 |
| 2014       | 0,022       | 0,002                        | 0,011 | 0,065 | 0,078 | 0,036 | 0,005 | 0,004 | 0,001 | 0,002 | 0,034 | 0,038 |
| 2015       | 0,029       | 0,028                        | 0,013 | 0,060 | 0,029 | 0,005 | 0,001 | 0,000 | 0,000 | 0,005 | 0,039 | 0,066 |
| Jumlah     | 0,321       | 0,145                        | 0,206 | 0,433 | 0,362 | 0,162 | 0,134 | 0,117 | 0,100 | 0,240 | 0,444 | 0,603 |
| Rata-rata  | 0,032       | 0,014                        | 0,021 | 0,043 | 0,036 | 0,016 | 0,013 | 0,012 | 0,010 | 0,024 | 0,044 | 0,060 |
| Aliran max | 0,060       | terjadi pada bulan Desember  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Aliran min | 0,010       | terjadi pada bulan September |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

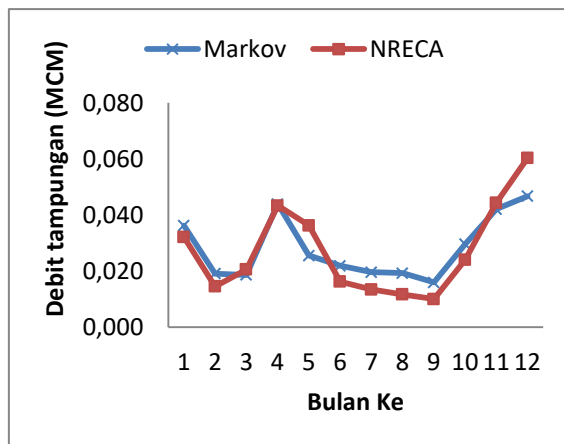
## 2. Ketersediaan air dengan model Markov

Untuk membangkitkan debit yang masuk ke tampungan dari tahun 2016-2025 digunakan model Markov musim ganda seperti yang disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil ketersediaan air dengan model Markov

| Tahun      | Bulan (MCM) |                              |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------|-------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|            | Jan         | Feb                          | Mar   | Apr   | Mei   | Jun   | Jul   | Agust | Sep   | Okt   | Nop   | Des   |
| 2016       | 0,044       | 0,011                        | 0,042 | 0,037 | 0,083 | 0,032 | 0,023 | 0,020 | 0,011 | 0,020 | 0,028 | 0,025 |
| 2017       | 0,043       | 0,043                        | 0,006 | 0,043 | 0,000 | 0,016 | 0,000 | 0,029 | 0,000 | 0,044 | 0,059 | 0,036 |
| 2018       | 0,027       | 0,026                        | 0,001 | 0,048 | 0,031 | 0,034 | 0,037 | 0,034 | 0,017 | 0,030 | 0,031 | 0,057 |
| 2019       | 0,062       | 0,020                        | 0,032 | 0,044 | 0,052 | 0,022 | 0,041 | 0,007 | 0,033 | 0,037 | 0,027 | 0,036 |
| 2020       | 0,028       | 0,010                        | 0,017 | 0,032 | 0,000 | 0,009 | 0,000 | 0,014 | 0,000 | 0,005 | 0,053 | 0,004 |
| 2021       | 0,049       | 0,010                        | 0,017 | 0,048 | 0,008 | 0,011 | 0,002 | 0,000 | 0,002 | 0,020 | 0,020 | 0,031 |
| 2022       | 0,050       | 0,012                        | 0,009 | 0,038 | 0,000 | 0,011 | 0,000 | 0,029 | 0,000 | 0,030 | 0,035 | 0,086 |
| 2023       | 0,024       | 0,023                        | 0,029 | 0,059 | 0,000 | 0,039 | 0,000 | 0,045 | 0,000 | 0,076 | 0,062 | 0,098 |
| 2024       | 0,003       | 0,036                        | 0,022 | 0,063 | 0,034 | 0,044 | 0,040 | 0,015 | 0,029 | 0,019 | 0,056 | 0,041 |
| 2025       | 0,031       | 0,000                        | 0,009 | 0,027 | 0,048 | 0,000 | 0,052 | 0,000 | 0,066 | 0,013 | 0,049 | 0,053 |
| Jumlah     | 0,362       | 0,191                        | 0,186 | 0,439 | 0,255 | 0,218 | 0,196 | 0,192 | 0,159 | 0,296 | 0,421 | 0,467 |
| Rata-rata  | 0,036       | 0,019                        | 0,019 | 0,044 | 0,025 | 0,022 | 0,020 | 0,019 | 0,016 | 0,030 | 0,042 | 0,047 |
| Aliran max | 0,047       | Terjadi pada bulan Desember  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Aliran min | 0,016       | Terjadi pada bulan September |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

(Sumber : Hasil perhitungan)



Gambar 4. Grafik perbandingan antara debit NRECA terhadap debit bangkitan model Markov yang masuk ke tampungan

### Analisis Kebutuhan Air Domestik dan Non Domestik

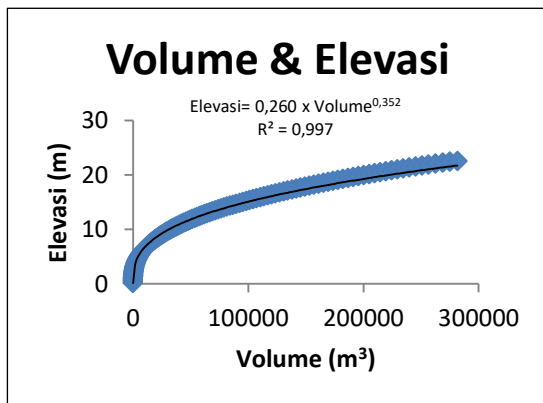
Data jumlah penduduk dan fasilitas sosial ekonomi digunakan untuk menghitung kebutuhan air domestik dan non domestik

masyarakat Sijuk. Jumlah penduduk dianalisis menggunakan persamaan geometrik dan digunakan sebagai dasar dalam menentukan kebutuhan air domestik dan non domestik. Berdasarkan data jumlah penduduk Kecamatan Sijuk tahun 2007-2015, maka didapatkan persentase pertumbuhan penduduk adalah 0,0254. Selanjutnya ditentukan kebutuhan air bersih domestik berdasarkan standar kebutuhan air sebesar 3.836.200 liter/hari. Sedangkan kebutuhan air non domestik untuk berbagai fasilitas sebesar 1.245.020 liter/hari. Total kebutuhan air domestik dan non domestik Kecamatan Sijuk sebesar 0,0588 m<sup>3</sup>/d.

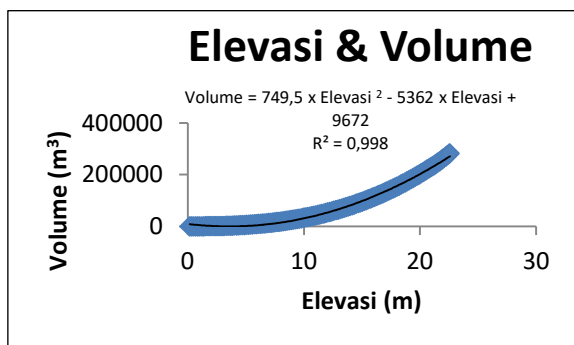
## Analisis Keandalan Tampungan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM)

### 1. Analisis Karakteristik Tampungan Aik Membadin

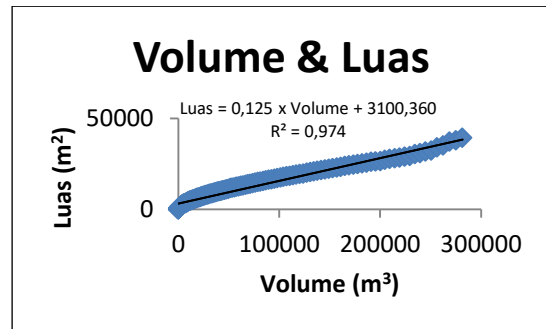
Analisis karakteristik tampungan digunakan sebagai input data dalam *Standard Operating Rule* untuk mengetahui kondisi awal bulan dan kondisi akhir bulan pada tampungan.



Gambar 5. Kurva hubungan antara volume tampungan terhadap elevasi



Gambar 6. Kurva hubungan antara elevasi terhadap volume tampungan



Gambar 7. Kurva hubungan antara volume tampungan terhadap luas permukaan tampungan

### 2. Simulasi *Standard Operating Rule* Tampungan Aik Membadin

Langkah-langkah dalam analisis simulasi *Standard Operating Rule* adalah memasukkan data debit bangkitan sebagai *inflow* kemudian memasukan data evaporasi pada tampungan kolong berdasarkan rekapitulasi data dari Stasiun Meteorologi Tanjungpandan. Untuk kondisi karakteristik tampungan digunakan analisis regresi dengan bantuan *trendline*. Untuk *Outflow* digunakan kebutuhan yang digunakan SPAM dan jumlah volume resapan dan menghitung kondisi akhir bulan sama dengan persamaan yang digunakan pada awal bulan.

Tabel 7.Keandalan Tampungan SPAM Aik Membadin tahun (2016-2025)

| No | Target Release | Reliabilitas | Dist.Kebutuhan SPAM (l/dtk) | Jumlah Kegagalan | Kegagalan |
|----|----------------|--------------|-----------------------------|------------------|-----------|
|    | (%)            | (%)          |                             |                  |           |
| 1  | 100            | 48           | 0,01                        | 62 kali          | Ada       |
| 2  | 95             | 57           | 0,0095                      | 52 kali          | Ada       |
| 3  | 90             | 63           | 0,009                       | 45 kali          | Ada       |
| 4  | 85             | 70           | 0,0085                      | 36 kali          | Ada       |
| 5  | 80             | 72           | 0,008                       | 34 kali          | Ada       |
| 6  | 75             | 76           | 0,0075                      | 29 kali          | Ada       |
| 7  | 70             | 82           | 0,007                       | 22 kali          | Ada       |
| 8  | 65             | 83           | 0,0065                      | 20 kali          | Ada       |
| 9  | 60             | 86           | 0,006                       | 17 kali          | Ada       |

|    |    |     |        |         |           |
|----|----|-----|--------|---------|-----------|
| 10 | 55 | 90  | 0,0055 | 12 kali | Ada       |
| 11 | 50 | 93  | 0,005  | 9 kali  | Ada       |
| 12 | 45 | 94  | 0,0045 | 7 kali  | Ada       |
| 13 | 40 | 99  | 0,004  | 1 kali  | Ada       |
| 14 | 35 | 100 | 0,0035 | 0 Kali  | Tidak ada |

(Sumber : Hasil perhitungan).

Jika keandalan tampungan atau *reliabilitas* 99% dengan target pelepasan 40% maka sepanjang tahun yang direncanakan SPAM Aik Membadin mengalami kegagalan 1 kali kegagalan pada bulan September tahun 2021 dengan debit 0,004 m<sup>3</sup>/d SPAM Aik Membadin maka tidak bisa mencukupi kebutuhan dari SPAM dan kebutuhan seluruh masyarakat Sijuk.

### 3. Analisis Keandalan Tampungan SPAM Aik Membadin

Dalam analisis Keandalan Tampungan SPAM untuk memenuhi kebutuhan air domestik dan non domestik masyarakat Kecamatan Sijuk diperlukan nilai debit optimum. Debit optimum yang akan digunakan didapat berdasarkan simulasi SOR untuk perencanaan 10 tahun dari tahun kedepan yaitu 0,004 m<sup>3</sup>/d dan proyeksi jumlah penduduk 10 tahun kedepan untuk mendapatkan jumlah kebutuhan air domestik dan non domestik penduduk Kecamatan Sijuk yaitu sebesar 0,0588 m<sup>3</sup>/d. Berdasarkan hasil perhitungan antara debit optimum sebesar 0,004 m<sup>3</sup>/d dan debit kebutuhan air domestik dan non domestik sebesar 0,0588 m<sup>3</sup>/d, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa ketersediaan air pada Kolong Aik Membadin untuk 10 tahun kedepan hanya dapat melayani 6,8 % kebutuhan air ( $Q_{op} < Q_{keb}$ ) penduduk Kecamatan Sijuk. Jadi, dari total seluruh masyarakat Sijuk bisa diketahui bahwa SPAM Aik

Membadin bisa melayani 1969 jiwa berdasarkan kebutuhan air domestik. Untuk kebutuhan instalasi pengolahan air pada SPAM Aik Membadin sebesar 0,004 m<sup>3</sup>/d dapat melayani 40% dari total kebutuhan SPAM. Dapat disimpulkan bahwa Keandalan Tampungan SPAM Aik Membadin belum dapat memenuhi kebutuhan air Masyarakat Sijuk karena keterbatasan ketersediaan air yang dimiliki tampungan.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

1. Ketersediaan air yang tertampung pada Aik Membadin dianalisis menggunakan model NRECA. Hasil aliran yang masuk ketampungan didapat aliran maksimum terjadi pada bulan Desember sebesar 0,06 MCM dan aliran minimum terjadi pada bulan September sebesar 0,01 MCM. Ketersediaan air yang tertampung dari tahun 2006-2015 di bangkitkan dengan debit bangkitan model Markov untuk jangka waktu 10 tahun ke depan (2016-2025). Hasil debit bangkitan yang masuk ketampungan didapat aliran maksimum terjadi pada bulan Desember sebesar 0,047 MCM dan aliran minimum terjadi pada bulan September sebesar 0,016 MCM.
2. Kebutuhan air domestik dan non domestik masyarakat Sijuk tahun 2025 didapatkan yaitu 0,0588 m<sup>3</sup>/d.

3. Keandalan Tampungan SPAM pada tahun 2025 yaitu 6,8% dari total seluruh kebutuhan air masyarakat Sijuk dan bisa melayani 1969 jiwa berdasarkan kebutuhan air domestik sehingga tidak mampu untuk memenuhi kebutuhan air masyarakat Kecamatan Sijuk secara keseluruhan.

#### Saran

1. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi masukan positif bagi pemerintah daerah dan pihak SPAM dalam mengambil kebijakan untuk menggunakan Tampungan SPAM Aik Membadin sebagai sumber air baku dengan memperhatikan keandalan tampungan.
2. Untuk melayani kebutuhan air dari masyarakat Sijuk dengan menambah tampungan air dari kolong atau sungai lain yang berfungsi untuk menambah debit dari instalasi pengolahan air supaya ketersediaan air baku untuk melayani masyarakat Kecamatan Sijuk bisa terpenuhi.
3. Data yang digunakan dalam penelitian selanjutnya lebih panjang agar dalam menganalisis debit sintetik terdapat kemiripan aliran tahun yang lampau dengan aliran tahun yang akan datang.
4. Penggunaan bilangan acak dalam debit bangkitan model Markov harus dicoba ulang sampai menemukan debit bangkitan yang hampir sama persis dengan debit model NRECA supaya mengikuti pola aliran historis.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agus Riyadi. 2011. *Analisis Imbangan Air Kolong Retensi Kacang Pedang Kota Pangkalpinang*. UBB, Pangkalpinang.
- Akbarsyah. 2014. *Analisis Ketersediaan dan Pemanfaatan Air Kolong Simpur Kecamatan Pemali*. UBB, Pangkalpinang.
- Anonim. 1994. *Pedoman Kriteria Desain Embung Kecil Untuk Daerah Semi Kering Di Indonesia*. Puslitbang Pengairan DPU; Jakarta.
- Anonim. 2002. *Penyusunan neraca sumber daya bagian 1 Sumber daya air spasial*; Badan Standar Nasional
- Aryanto, Dony. 2007. *Analisis Kebutuhan Air Bersih Dan Ketersediaan Air Bersih Di Ipa Sumur Dalam Banjarsari PDAM Kota Surakarta Terhadap Jumlah Pelanggan*. Unimed; Surakarta
- Fadillah Sabri. 2008. *Nilai Ekonomi Air Kolong DAM-3 Pemali Kabupaten Bangka*. UGM, Yogyakarta.
- Fadillah Sabri dan Roby Hambali. 2013. *Kajian Imbangan Air Pulau Bangka*. UBB; Pangkalpinang.
- Fadillah Sabri. 2015. *Pengelolaan Sumberdaya Kolong*. Citra books; Palembang.
- Kiki Komalia dkk. 2012. *Analisis Pemakaian Air Bersih ( PDAM ) Untuk Kota Pematang Siantar*. USU, Medan.
- Ven Te Chow, Maidment, David R. & Mays, Larry W. 1988. *Applied Hydrology*. McGraw-Hill Book Company.

Zem Dani. 2015. *Pembangkit data*.  
<http://www.scribd.com/doc/197473281/Pembangkitan-Data-Inflow-Metode-Fiering-Pembangkitan-Data-Inflow># scribd, diakses 25 maret 2016.