

**NERACA AIR WADUK SUNGAI PAKU TERHADAP
KEBUTUHAN AIR BAKU BAGI MASYARAKAT**
*Water Balance of Paku River Reservoir to
Standart Water Needs for the People*

Mudjiatko*, Andika Satria Agus**

Abstrak

Waduk sungai Paku merupakan waduk yang terbentuk akibat dari pembendungan pada sungai Paku yang awalnya diperuntukkan sebagai sumber air tanaman 830 Ha lahan produktif di DI Sungai Paku. Alih fungsi lahan menjadi kolam dan kebun kelapa sawit menyebabkan lahan produktif berkurang menjadi 373 Ha. Wacana waduk sebagai sumber air baku bagi masyarakat muncul akibat sudah tidak maksimalnya pemanfaatan sumber air pada waduk. Bathimetri waduk dilakukan untuk mendapatkan lengkung kapasitas waduk. Pengukuran debit keluar juga dilakukan untuk mengetahui besarnya pengurangan air waduk. Air masuk ke dalam waduk selain bersumber dari hujan dalam bentuk debit andalan dengan metode F.J. Mock dan menghasilkan debit andalan maksimum terjadi pada bulan April sebesar 2,5217 m³/detik dan minimum pada bulan Desember sebesar 0,7150 m³/detik. Disamping itu jumlah air baku masyarakat dihitung dari jumlah penduduk 3 desa di sekitar waduk tahun 2015 yang menghasilkan kebutuhan air sebesar 0.0066 m³/detik. Dari Analisis neraca air memperlihatkan bahwa terjadi defisit air pada bulan Agustus sebesar 0,1087 m³/detik dengan volume kekurangan sebesar 291,124.914 m³. Sedangkan dari nilai kapasitas tampungan hidup yang ada pada waduk ini sebesar 2,497,988.579 m³ mampu menutupi kekurangan air yang terjadi dan dapat digunakan sebagai sumber air baku bagi masyarakat.

Kata kunci : Waduk, Lengkung kapasitas, Air baku, Kapasitas hidup

PENDAHULUAN

Waduk Sungai Paku merupakan waduk yang awalnya diperuntukkan untuk penyediaan air tanaman bagi sawah masyarakat yang hingga kini tersisa 373 Ha lahan produktif dari rencana awal sebesar 830 Ha. Terjadinya penyusutan luas lahan produktif ini disebabkan karena alih fungsi lahan produktif tersebut menjadi kolam ikan dan kebun kelapa sawit. Kondisi ini juga diperparah akibat kegiatan penebangan pohon secara ilegal di daerah tangkapan air bagian hulu waduk ini sehingga sisa sisa kegiatan tersebut menjadi beban waduk berupa sedimen ataupun material yang mengurangi kinerja bendung dan mengurangi kapasitas waduk. Potensi dan kondisi waduk sungai paku serta kondisi lahan potensi diperlihatkan pada Gambar 1.

Ketidakoptimalan pemanfaatan sumber daya air yang cukup besar ini untuk sumber air pertanian, menyebabkan peluang penggunaan sumber daya ini berupa wacana sebagai sumber air baku bagi air minum masyarakat di desa desa sekitar waduk. Masyarakat disekitar waduk ini setiap hari mendapatkan air bersih berupa air tanah dan mengalami permasalahan saat terjadi musim kemarau dimana sumur sumur ini mengalami kekeringan. Seolah olah masyarakat berlomba untuk mendapatkan air bersih dengan tanaman kelapa sawit yang ditanam mengelilingi desa desa disekitar waduk sungai paku ini.

* Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau, Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru

** Alumni Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau, Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru



Gambar 1. Potensi dan kondisi waduk sungai paku serta kondisi lahan potensi

Mencermati peluang penggunaan air waduk sebagai sumber air baku masyarakat akan mempengaruhi kapasitas waduk secara berkala dikarenakan kebutuhan air baku bersih konstan setiap waktu sedangkan sumber air waduk bersifat berfluktuasi. Sehingga dibutuhkan suatu simulasi terhadap pengaruh kapasitas waduk akibat dari pengambilan air baku secara berkala terhadap penyediaan air bagi pertanian.

Tujuan penelitian ini adalah mensimulasikan keseimbangan air waduk terhadap kebutuhan air baku dan air tanaman serta kehilangan air lainnya. Sedangkan manfaat penelitian ini adalah: mengetahui waktu kritis dari waduk dan usaha mengatasinya, sebagai bahan referensi dan rekomendasi bagi pengelola Waduk terkait terhadap pengelolaan potensi-potensi yang ada di waduk Sungai Paku, memberikan gambaran bagi masyarakat akan potensi waduk Sungai Paku bagi kehidupan sehingga dapat memacu masyarakat dalam menjaga dan melestarikan keberadaan waduk ini, dan sebagai sumber referensi bagi penelitian sejenis

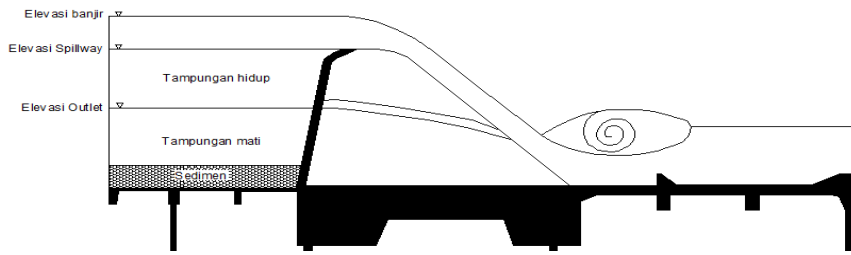
TINJAUAN PUSTAKA

Kapasitas tampungan (*reservoir capacity*) merupakan kapasitas total yang mampu ditampung oleh suatu waduk. Kapasitas tampungan terdiri dari kapasitas aktif (*active storage*) yaitu volume tampungan yang dapat dimanfaatkan untuk melayani kebutuhan air dan kapasitas mati (*dead storage*) yaitu volume tampungan untuk sedimen. Menurut Soedibyo (2003), kapasitas tampungan waduk dapat dihitung dengan menggunakan metode topografi melalui tahapan penentuan lokasi as bendungan berdasarkan peta topografi dengan skala 1:10000 dan beda tinggi kontur 5 meter atau 10 meter. Seterusnya dicari luas untuk setiap elevasi kontur, kemudian ditentukan volume yang dibatasi oleh 2 garis kontur yang berurutan. Volume antara 2 garis kontur yang berurutan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$V_n = \frac{1}{3} \times \Delta h \times (F_{n-1} + F_n + \sqrt{F_n \times F_{n-1}}) \dots\dots\dots (1)$$

dengan : V_n = volume genangan pada elevasi ke-n, Δh = perbedaan tinggi antara dua kontur/elevasi, F_{n-1} = luas genangan sebelum elevasi ke-n, F_n = luas genangan pada elevasi ke-n

Kapasitas tampungan waduk dapat dibagi menjadi 2 kategori yaitu tampungan hidup (*live storage*) yaitu jumlah air dapat dimanfaatkan untuk melayani kebutuhan air baik itu untuk irigasi, air baku, PLTA, atau untuk memenuhi kebutuhan air lainnya dan tampungan mati (*dead storage*) yaitu volume tampungan yang dimanfaatkan untuk menampung sedimen.



Gambar 2. Kapasitas tampungan waduk

Berdasarkan Gambar 2 diketahui bahwa tampungan hidup (*live storage*) adalah jumlah air yang berada diantara elevasi outlet sampai elevasi spillway, dan tampungan mati (*dead storage*) yaitu jumlah air yang berada dibawah elevasi outlet. Maka tampungan hidup (*live storage*) suatu waduk dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$V \text{ hidup} = V \text{ elevasi spillway} - V \text{ elevasi outlet} \dots\dots\dots (2)$$

Neraca air di waduk menggambarkan suatu kondisi seimbang antara air yang masuk (*Inflow*) dengan air keluar (*Outflow*) dari waduk tersebut. Sehingga diketahui perubahan volume tampungan (ΔS) waduk dan mengikuti persamaan kontinuitas yaitu (Triatmojo) :

$$I - O = \pm \Delta S$$

$$R + Q_i + G_i - ET_0 - Q_o - G_o \pm \Delta S = 0 \dots\dots\dots (3)$$

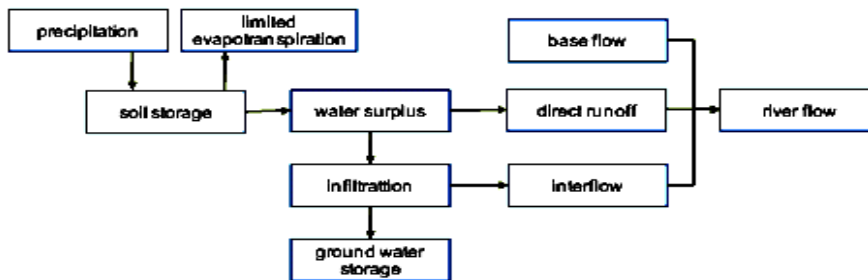
dengan : R = hujan Q_i, Q_o = debit aliran masuk dan keluar, ET_0 = evapotranspirasi G_i, G_o = aliran air tanah masuk dan keluar, ΔS = perubahan volume tampungan

Evapotranspirasi adalah peristiwa berubahnya air menjadi uap ke udara bergerak dari permukaan tanah, permukaan air dan penguapan melalui tanaman. Jika air yang tersedia dalam tanah cukup banyak maka evapotranspirasi itu disebut Evapotranspirasi Potensial (Dirjen Dikti,1997).

Faktor-faktor umum yang mempengaruhi evapotranspirasi adalah temperatur udara (t), kelembaban udara (RH), kecepatan angin (U), dan sinar matahari (n/N) yang saling berhubungan satu dengan yang lain. Sedangkan perhitungan besarnya evapotranspirasi yang terjadi dapat dihitung dengan menggunakan Rumus Penmann modifikasi berikut ini.

$$E_{to} = C(W \cdot R_n + (1 - W) \cdot f(U) \cdot (e_a - e_d)) \dots\dots\dots (4)$$

Penggunaan metode F.J. Mock ini didasarkan pada jarang tersedianya catatan data debit dalam jangka waktu 20 tahun atau lebih dan juga karena metode ini memberikan penghitungan yang relatif sederhana untuk bermacam-macam komponen berdasarkan hasil riset daerah aliran sungai di seluruh Indonesia. Skema perhitungan debit dengan metode Mock dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Skema perhitungan debit dengan metode Mock
Sumber : KP-01 Jaringan Irigasi, 2010

Perhitungan besarnya kebutuhan air bersih bagi penduduk di suatu wilayah digunakan standar kebutuhan air bersih yang dikeluarkan oleh Ditjen Cipta Karya (2000) berupa standar kebutuhan air ada berupa :

- Standar kebutuhan air domestik yaitu kebutuhan air yang digunakan untuk memenuhi keperluan sehari-hari.
- Standar kebutuhan air non domestik yaitu kebutuhan air bersih diluar keperluan rumah tangga.

Kebutuhan air bersih diprediksi berdasarkan Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Standar Penggunaan Air

Jumlah penduduk (org)	Domestik (l/org/hari)	Non Domestik (l/org/hari)	Kehilangan Air (l/org/hari)
> 1000.000	150	60	50
500.000 - 1000.000	135	40	45
100.000 - 500.000	120	30	40
20.000 - 100.000	105	20	30
< 20.000	82.5	10	24

Sumber : Triatmodjo, 2009

METODE PENELITIAN

Lokasi waduk Sungai Paku terletak di kecamatan Kampar Kiri Kabupaten Kampar Provinsi Riau pada koordinat 00°03'32,6" LU dan 101°10'30,1" BT seperti pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Peta lokasi waduk Sungai Paku

Penelitian ini membutuhkan data data yang didapat baik secara pengukuran langsung di lapangan (data primer) maupun data data yang didapat bersumber dari instansi terkait (data sekunder). Pengumpulan data primer dilakukan dengan melaksanakan pengukuran bathimetri untuk mendapatkan kontur bawah permukaan waduk. Pengukuran kecepatan aliran pada saluran dan

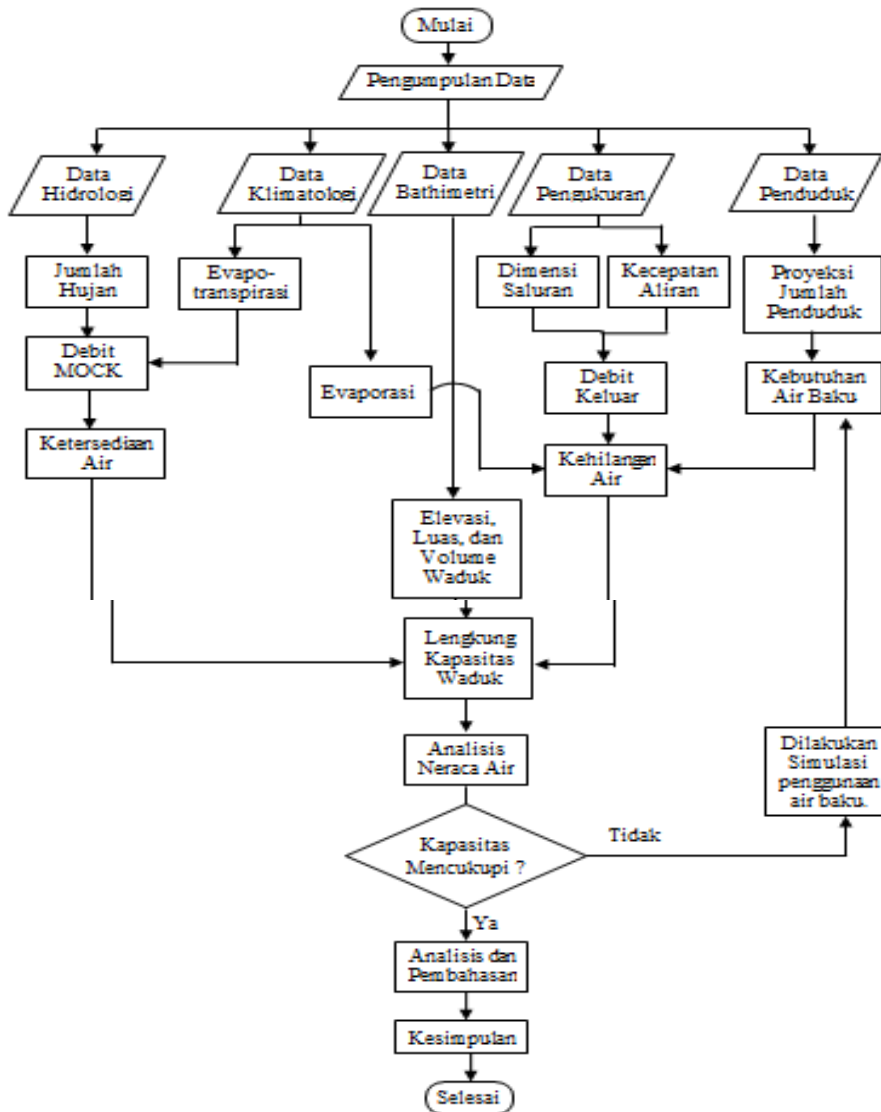
ketinggian air pada pintu outlet dan *spillway* bendung dilakukan untuk mengetahui besarnya air yang keluar dari waduk.

Selanjutnya data klimatologi stasiun stasiun Koto Baru Kecamatan Kampar Kiri, Kabupaten Kampar selama 14 tahun (2000–2013) digunakan untuk mengetahui besarnya kehilangan air akibat penguapan.

Data curah hujan selama 14 tahun terakhir (2000–2013) dari stasiun hujan Lipat Kain, Kecamatan Kampar Kiri, Kabupaten Kampar. digunakan untuk mengetahui besarnya debit aliran bulanan yang masuk pada waduk. Metoda ini digunakan mengingat tidak tersedianya data tercatat terhadap besarnya debit yang masuk pada waduk Sungai Paku ini.

Data jumlah penduduk Kelurahan Lipat Kain, Desa Sungai Geringging, dan Desa Sungai Paku selama 8 tahun terakhir (2006-2013) digunakan untuk memprediksi kebutuhan air bersih masyarakat.

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan secara mulai dari penyediaan data sampai kepada analisis data dan pembahasan hasil penelitian yang tergambar pada Gambar 4. berikut.



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

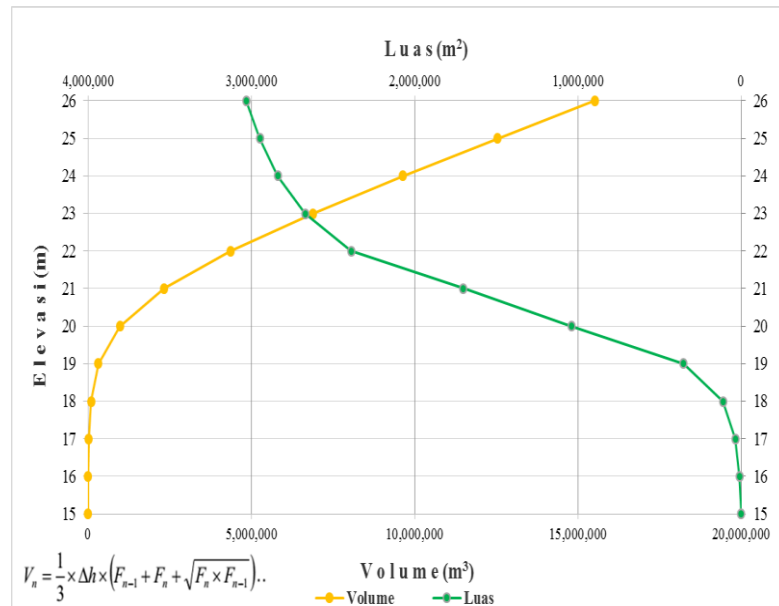
Kontur Bawah Permukaan

Kontur bawah permukaan hasil dari kegiatan bathimetri digunakan sebagai dasar perhitungan kapasitas waduk Sungai Paku. Bentuk kontur dasar permukaan ini diperlihatkan pada Gambar 6. Nilai kontur yang digunakan dalam analisa adalah kontur elevasi 16.0 m dari permukaan laut (dpl) sebagai kontur minimal dan kontur elevasi 26.0 m dpl sebagai elevasi maksimum.



Gambar 6. Kontur bawah permukaan waduk Sungai Paku

Hasil perhitungan kapasitas waduk diperlihatkan pada Gambar 7. dalam bentuk hubungan antara elevasi, luas dan volume genangan waduk.

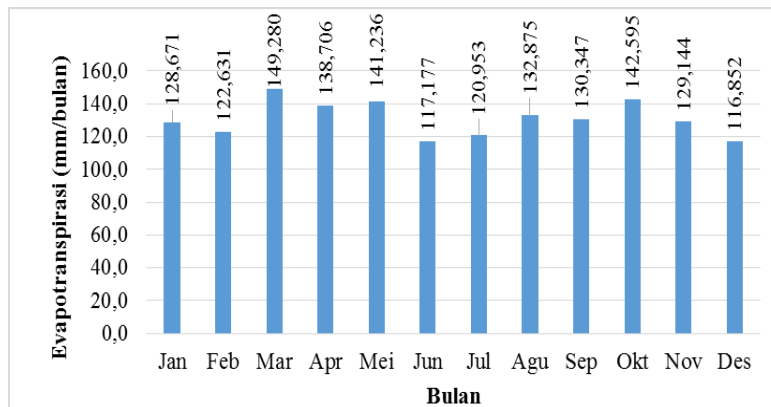


Gambar 7. Lengkung kapasitas waduk

Lengkung kapasitas waduk yang didapat ini memperlihatkan bahwa kapasitas optimal waduk terjadi pada elevasi +22.94 m dpl dan mempunyai luas genangan sebesar ± 2.652.613,693 m² dengan volume genangan waduk sebesar ± 6.745.341,191 m³.

Analisis Ketersediaan Air (Metode F.J. Mock)

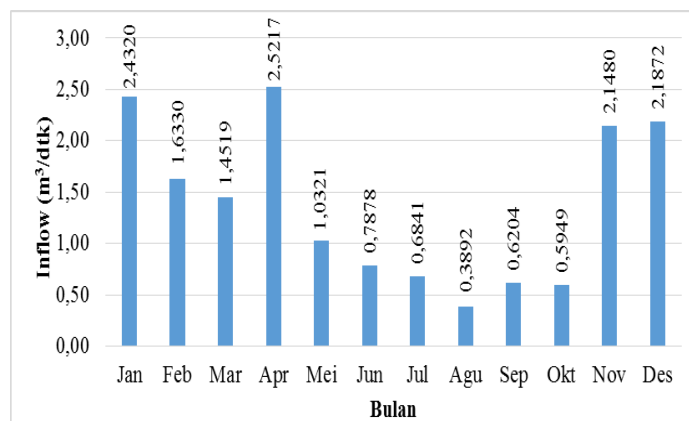
Nilai Evapotranspirasi (E_t) bulanan yang terjadi pada waduk berdasarkan metode Penman Modifikasi diperlihatkan dalam bentuk Gambar 8. berikut :



Gambar 8. Evapotranspirasi (E_t)

Nilai evapotranspirasi bulanan ini akan mempengaruhi besarnya debit aliran yang masuk ke dalam waduk berdasarkan metode Mock. Perhitungan ini dilakukan untuk setiap tahun data yang tersedia, hasil yang diperoleh kemudian diurutkan dari yang terbesar ke yang terkecil, kemudian diambil debit dengan keandalan 80%.

Hasil perhitungan ketersediaan air dari hasil perhitungan debit andalan dengan menggunakan metode Mock dapat dilihat pada Gambar 9 berikut ini.



Gambar 9. Debit andalan metode Mock

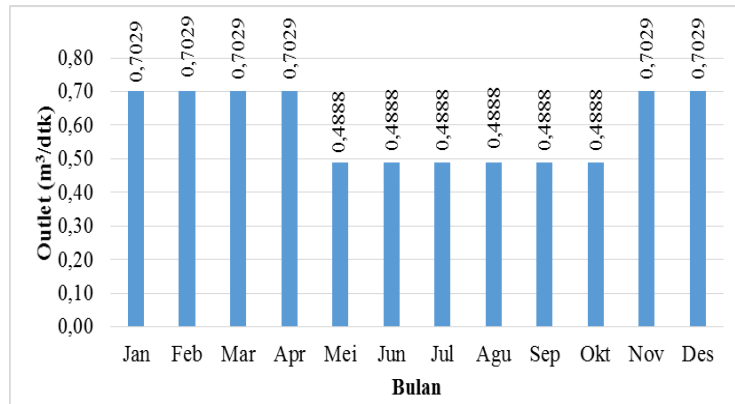
Gambar 9 diatas memperlihatkan bahwa fenomena kejadian debit maksimum metode Mock ini yang terjadi pada Sungai Paku tersebut, terjadi pada bulan April sebesar $2.522 m^3/dtk$ dan debit minimum terjadi pada bulan Agustus yaitu sebesar $0.389 m^3/dtk$. Fenomena ini sesuai dengan curah hujan dimana pada bulan agustus tersebut tergolong bulan kering.

Kehilangan Air

Kehilangan air (*outflow*) diartikan sebagai air yang keluar dari waduk baik secara alami maupun secara disengaja berupa akibat dari evaporasi, melalui outlet pada pintu, spillway dan kebocoran pada pintu bilas.

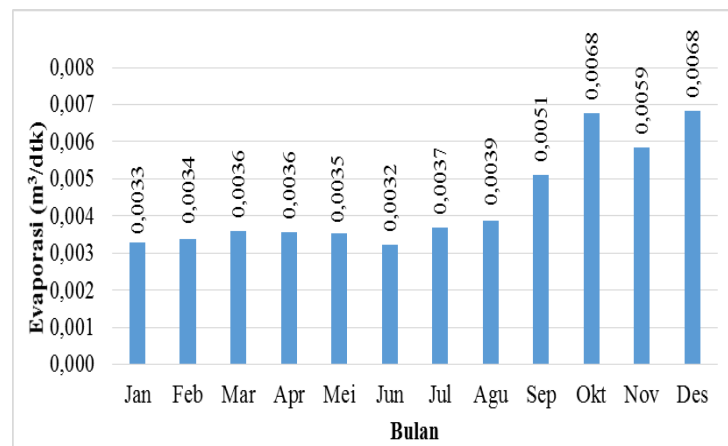
Hasil perhitungan kehilangan air (*outflow*) melalui pintu dan *spillway* memperlihatkan bahwa pengeluaran air dari waduk selama bulan Januari, Februari, Maret, April, November, dan Desember

yaitu sebesar 0,7029 m³/dtk. Sedangkan pada bulan lainnya terjadi penurunan kehilangan sebagai akibat dari kondisi curah hujan yang rendah dan sebagian kegiatan pertanian memasuki masa bera pada bulan tersebut. Sehingga debit yang hilang dari waduk dianggap konstan pada bulan-bulan ini yaitu sebesar 0,4888 m³/dtk. Selengkapnya diperlihatkan pada Gambar 10 berikut :



Gambar 10. Debit yang keluar dari outlet

Kehilangan air akibat evaporasi yang terjadi pada waduk Sungai Paku dapat dihitung dengan menggunakan rumus herbeck (1962) dan diperlihatkan pada Gambar 11 berikut :



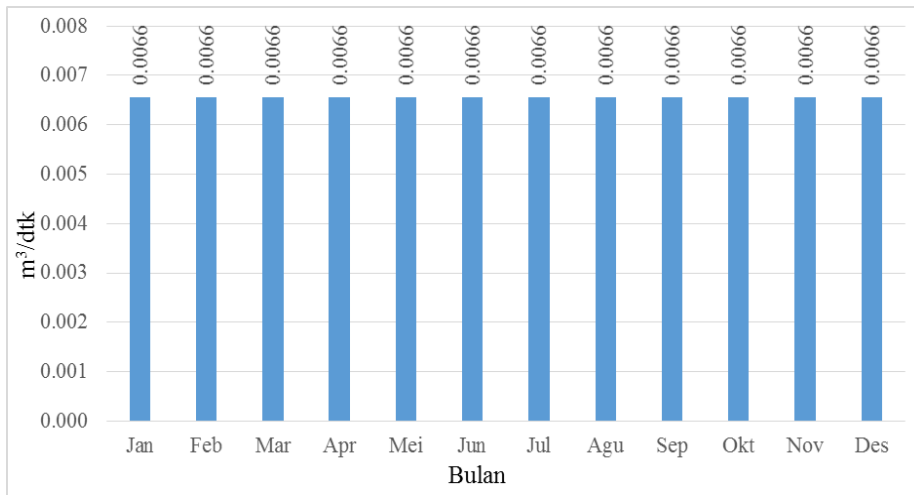
Gambar 11. Hasil perhitungan evaporasi

Gambar 11 diatas memperlihatkan evaporasi yang terjadi di waduk Sungai Paku tidak terlalu ekstrim. Evaporasi maksimum terjadi pada bulan Oktober dan Desember yaitu 0,0068 m³/dtk. Sedangkan evaporasi minimum terjadi pada bulan Juni yaitu 0,0032 m³/dtk.

Kebutuhan Air Baku

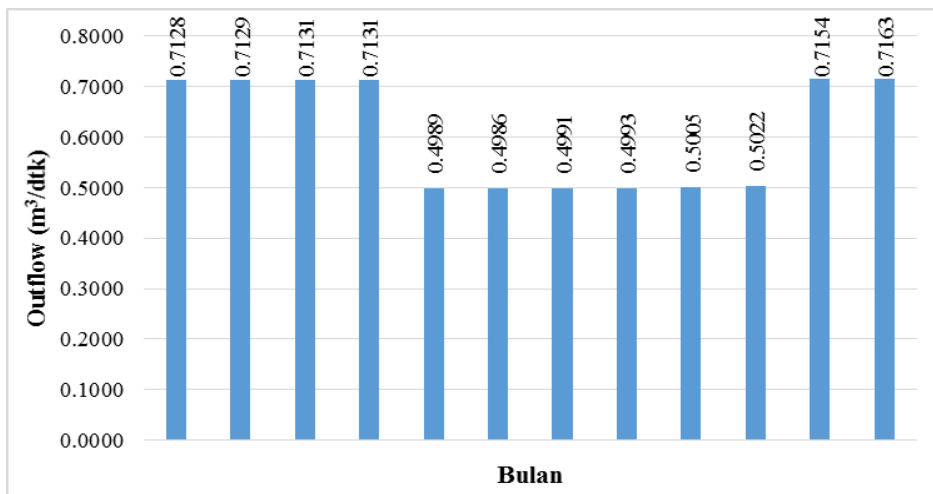
Kebutuhan air baku bagi masyarakat dihitung berdasarkan prediksi jumlah penduduk desa di sekitar waduk Sungai Paku di Kecamatan Kampar Kiri ini diproyeksikan ke tahun 2015 dengan menggunakan metode polinomial orde 2

($y = 32,625 x^2 - 130941,386 9x + 131391877, 92262$). Konsumsi air bersih per orang per hari berdasarkan standar Ditjen Cipta Karya (2000) yaitu 82.5 l/org/hari menghasilkan kebutuhan air baku seperti pada Gambar 12 berikut :



Gambar 12. Hasil perhitungan Kebutuhan Air Baku

Selanjutnya, nilai kehilangan air (*outflow*) dari waduk Sungai Paku melalui pintu dan *spillway* serta pengurangan air akibat penggunaan untuk air baku setiap bulannya diperlihatkan pada Gambar 13 berikut:

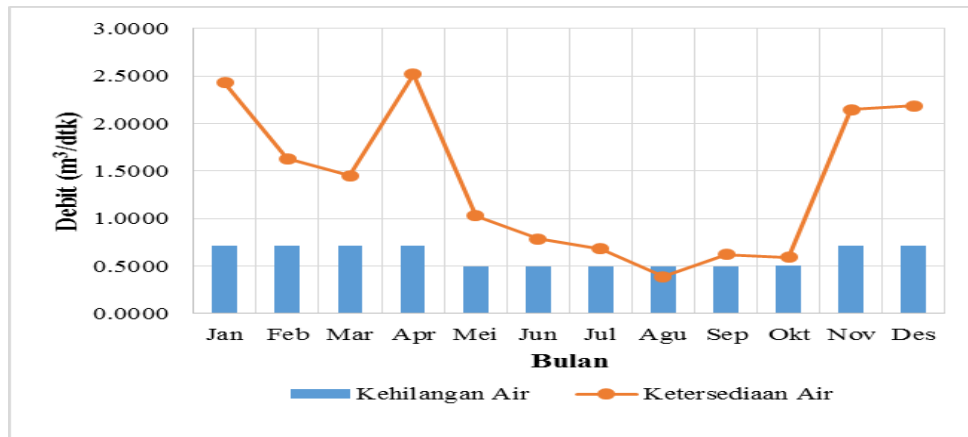


Gambar 13. Total debit keluar waduk (*outflow*)

Gambar diatas memperlihatkan bahwa besarnya *outflow* masih dominan dipengaruhi oleh pengurangan air melalui pintu dan *spillway* bendung sedangkan besarnya debit pengurangan akibat konsumsi air baku dan evaporasi tidak signifikan berpengaruh terhadap pengurangan secara total..

Neraca Air

Neraca air digunakan sebagai bahan pertimbangan terhadap penggunaan air waduk sebagai sumber air baku bagi masyarakat diperangaruhi oleh besarnya pengurangan air di pintu dan *spillway* juga akibat dari pengaruh evaporasi serta pengambilan air guna keperluan penyediaan air baku. Persamaan 2 digunakan untuk memperlihatkan besarnya debit masuk (*inflow*) dan debit air yang keluar (*outflow*) akan menjadi perubahan kapasitas tampungan waduk Sungai Paku (□S). Selengkapnya analisis diperlihatkan pada grafik hubungan antara ketersediaan air dan pengurangan air (gambar 14).



Gambar 14. Grafik neraca air di waduk Sungai Paku

Gambar 14 diatas memperlihatkan bahwa pada bulan Agustus terjadi kekurangan air sebesar $0,1087 \text{ m}^3/\text{dtk}$ yang berarti bahwa dengan pola pengambilan air yang digunakan akan menyebabkan terjadinya defisit air pada waduk dengan volume sebesar $291.124,914 \text{ m}^3$. Defisit air ini terjadi sebelum diperhitungkan besarnya tampungan hidup dari waduk. Elevasi *spillway* terhadap referensi diperoleh sebesar $22,94 \text{ m dpl}$ sedangkan elevasi outlet sebesar $21,94 \text{ m}$. Dengan demikian berdasarkan lengkung kapasitas waduk pada Gambar 6 diperoleh volume tampungan waduk pada elevasi *spillway* sebesar $6.745.341,191 \text{ m}^3$ dan volume waduk pada elevasi outlet sebesar $4.247.352,612 \text{ m}^3$. Sehingga dapat dihitung volume tampungan hidup dengan menggunakan persamaan 2 yaitu sebesar $2.497.988,579 \text{ m}^3$. Nilai tampungan hidup ini lebih besar dari defisit air pada bulan agustus yaitu sebesar $291.124,914 \text{ m}^3$. Maka dapat disimpulkan waduk sungai paku mampu menutupi kekurangan air yang terjadi dan dapat digunakan sebagai sumber air baku bagi masyarakat.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Analisis neraca air pada waduk Sungai Paku terhadap kebutuhan air baku bagi masyarakat dapat disimpulkan bahwa debit andalan maksimum yang masuk pada waduk Sungai Paku terjadi pada bulan April dengan debit sebesar $2,5217 \text{ m}^3/\text{detik}$ sedangkan debit minimum terjadi pada bulan Desember sebesar $0,7150 \text{ m}^3/\text{detik}$. Analisis neraca air memperlihatkan bahwa terjadi defisit air pada bulan Agustus sebesar $0,1087 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan volume kekurangan sebesar $291,124.914 \text{ m}^3$. Sedangkan dari nilai kapasitas tampungan hidup yang ada pada waduk ini sebesar $2,497,988.579 \text{ m}^3$ mampu menutupi kekurangan air yang terjadi dan dapat digunakan sebagai sumber air baku bagi masyarakat.

Saran

Beberapa saran yang dapat di berikan adalah sebagai berikut: Waduk sungai Paku ini terbentuk sebagai akibat dari proses pembendungan dan mempunyai bentuk alur sungai asli yang tidak simetris dan bentuk tampungan yang tidak beraturan sehingga perlu dilakukan kajian terhadap pola aliran serta sedimentasi pada waduk. Tingginya aktifitas alih fungsi lahan yang terjadi di daerah tangkapan

hujan sungai Paku ini, akan menyebabkan terjadinya laju sedimentasi lahan yang besar. Sehingga perlu dilakukan kajian terhadap besarnya laju sedimentasi yang masuk pada waduk yang akan berpengaruh terhadap umur tampungan waduk.

DAFTAR PUSTAKA

- Azhar, Taufiq. 2013. *Studi Perencanaan Embung Kahabilangga Kecamatan Pahuga Lodu Kabupaten Sumba Timur*. Skripsi. Malang: Universitas Brawijaya
- Departemen Pekerjaan Umum. 1986. *Standar Perencanaan Irigasi KP-01*. Direktorat Jenderal Pengairan. Jakarta : Departemen Pekerjaan Umum.
- Garsia, Dafit. 2014. *Analisis Kapasitas Tampungan Embung Bulakan Untuk Memenuhi Kekurangan Kebutuhan Air Irigasi Di Kecamatan Payakumbuh Selatan*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil S1. Pekanbaru : Universitas Riau
- Harto, Sri Br. 1993. *Analisis Hidrologi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- Irpan, Apdani. 2014. *Analisa Kapasitas Embung Untuk Suplai Air Irigasi (Studi Kasus : Desa Sendayan, Kecamatan Kampar Utara)*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil S1. Pekanbaru : Universitas Riau
- Soedibyo. 1993. *Teknik Bendungan*. Jakarta : Pradnya Paramida.
- Soemarto, CD. 1995. *Hidrologi Teknik*. Jakarta : Erlangga.
- Sudjarwadi. 1979. *Pengantar Teknik Irigasi*. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta : Andi Offset
- Triatmodjo, Bambang. 2009. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset
- Wijaya, Mochamad Hasan. 2011. *Perencanaan Embung Kendo Kecamatan Rasanae Timur Kabupaten Bima NTB*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh November