

# SIMULASI POTENSI DAN KAPASITAS EMBUNG SUNGAI PAKU TERHADAP PEMENUHAN KEBUTUHAN AIR BAGI MASYARAKAT

Mudjiatko<sup>1</sup>, Mardani, Bambang<sup>2</sup> dan Andika, Joy Frester<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Sipil Universitas Riau  
mudjiatko@gmail.com

## ABSTRAK

Embung sungai Paku terbentuk sebagai akibat dari pembendungan pada sungai Paku yang awalnya diperuntukkan sebagai sumber air tanaman pada 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 embung ini sebagai sumber air baku bagi masyarakat muncul akibat sudah tidak maksimalnya pemanfaatan sumber air pada embung. Pengukuran bathimetri embung dilakukan untuk mendapatkan kurva lengkung kapasitas embung. Pengukuran debit keluar juga dilakukan untuk mengetahui besarnya pengurangan air embung untuk kebutuhan air tanaman. Air masuk ke dalam embung bersumber dari hujan pada daerah aliran sungai Paku. Metode debit andalan F.J. Mock digunakan untuk mengetahui besarnya debit andalan maksimum yang terjadi yakni pada bulan April sebesar 2,5217 m<sup>3</sup>/detik dan minimum pada bulan Desember sebesar 0,7150 m<sup>3</sup>/detik. Kebutuhan air baku bagi masyarakat dihitung berdasarkan jumlah penduduk 3 desa di sekitar embung dengan tahun 2015 sebagai tahun dasar dan menghasilkan debit kebutuhan sebesar 0.0066 m<sup>3</sup>/detik. Analisis neraca air memperlihatkan bahwa terjadi defisit air pada bulan Agustus sebesar 0,1087 m<sup>3</sup>/detik dengan volume kekurangan sebesar 291,124.914 m<sup>3</sup>. Sedangkan dari nilai kapasitas tampungan hidup yang ada pada embung ini sebesar 2,497,988.579 m<sup>3</sup> mampu menutupi kekurangan air yang terjadi. Sehingga embung ini selain sebagai sumber air tanaman juga mampu memenuhi kebutuhan air baku bagi masyarakat di 3 desa sekitar embung sungai Paku.

*Keywords* : air baku , embung, kurva lengkung kapasitas, kapasitas tampungan hidup

## 1. PENDAHULUAN

Embung Sungai Paku terbentuk dari proses pembendungan pada sungai Paku yang memberikan dampak genangan seluas lebih kurang 265 Ha. Genang ini memberikan potensi air yang cukup besar untuk multi keperluan seperti sebagai penyediaan air tanaman, perikanan jaring apung dan wisata. Sebagai dampak iklim yang terjadi, di mana musim kemarau yang cukup panjang dan alih fungsi lahan serta kegiatan *illegal logging* di DAS sungai paku yang cukup besar menyebabkan terjadinya penurunan debit masuk ke embung. Hal ini berdampak pada menurunnya kemampuan embung memenuhi kebutuhan air tanaman bagi 830 Ha lahan potensi yang ada. Sehingga memberikan dampak proses alih fungsi lahan potensi untuk pertanian sawah ke lahan perkebunan sawit dan karet serta perikanan darat. Alih fungsi ini memangkas lahan produktif menjadi seluas 373 Ha.

Sisa kegiatan *illegal logging* yang terjadi pada hulu DAS sungai Paku ini menyebabkan penumpukan material pada bangunan bagian pintu dan *spillway* yang berdampak pada penurunan efektivitas pintu dalam penyediaan air tanaman. Sistem perawatan terhadap bendung yang ada sampai saat ini berlangsung tidak secara menerus dan tidak pada usaha peningkatan efektivitas dan kapasitas embung. Hal ini yang memperparah kondisi dari embung dan bendung sungai Paku ini.

Wacana penyediaan air baku untuk instalasi penyediaan air bersih (SPAM) bagi 3 desa di sekitar embung sungai paku ini sebagai usaha pemerintah untuk mengefektifkan penggunaan potensi air embung untuk sebesar besarnya dalam peningkatan kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Sehingga diperlukan kajian simulasi potensi dan kapasitas embung dalam pemenuhan kebutuhan air bagi masyarakat tersebut.

Tujuan simulasi ini adalah untuk mengetahui kondisi keseimbangan air embung terhadap penyediaan kebutuhan air baku, air tanaman dan kehilangan air yang terjadi. Simulasi ini akan memberikan manfaat

berupa informasi waktu kritis dari embung dan usaha mengatasinya, sebagai referensi dan rekomendasi bagi pengelola terkait pengelolaan potensi-potensi yang ada, memberikan gambaran bagi masyarakat akan potensi embung Sungai Paku bagi kehidupan sehingga dapat memacu masyarakat dalam menjaga dan melestarikan keberadaan embung ini dan sebagai sumber referensi bagi penelitian sejenis



Gambar 1. Potensi Embung dan kondisi pintu serta alih fungsi lahan yang terjadi

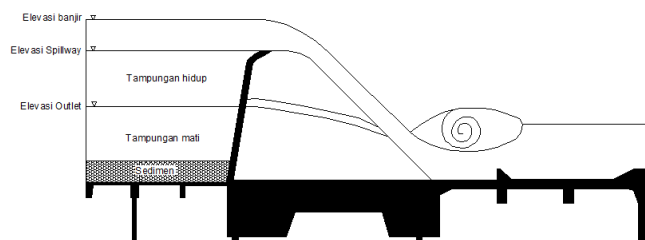
Kapasitas tampungan (reservoir capacity) suatu embung merupakan kapasitas total yang mampu ditampung. Kapasitas tampungan terdiri dari kapasitas aktif (active storage) yaitu volume tampungan yang dapat dimanfaatkan untuk melayani kebutuhan air dan kapasitas mati (*dead storage*) yaitu volume tampungan untuk sedimen. Menurut Soedibyo (2003), kapasitas tampungan embung 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 :

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

dengan :

- V<sub>n</sub> = volume genangan pada elevasi ke-n
- Δh = perbedaan tinggi antara dua kontur/elevasi
- F<sub>n-1</sub> = luas genangan sebelum elevasi ke-n
- F<sub>n</sub> = luas genangan pada elevasi ke-n

Kapasitas tampungan embung 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 embung

Berdasarkan Gambar 2 diatas 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 embung dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$V_{\text{hidup}} = V_{\text{elevasi spillway}} - V_{\text{elevasi outlet}} \quad (2)$$

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

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

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

dengan:

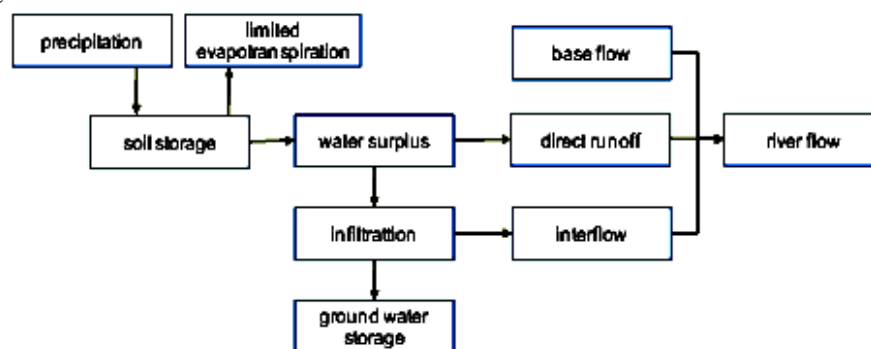
- R = hujan

Qi, Qo = debit aliran masuk dan keluar  
 ETO = evapotranspirasi  
 Gi, Go = 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. Bersumber dari Rahmayeni (2010) bahwa untuk menganalisa evapotranspirasi acuan (ETo) non standar empat variabel menggunakan rumus Penman-Modifikasi seperti yang telah direkomendasikan oleh Kananto (1995). Langkah perhitungan dengan metode Penman Modifikasi adalah mengikuti Persamaan 2 seperti di bawah Jika air yang tersedia dalam tanah cukup banyak maka evapotranspirasi itu disebut Evapotranspirasi Potensial. 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.

$$Eto = C(W. Rn + (1 - W). f(U). (ea - ed)) \quad (4)$$

Analisa debit andalan pada sungai digunakan metode F.J. (Mock Mock, 1973) yang 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. Adapun skema perhitungan debit dengan metode Mock dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 3. Skema perhitungan debit dengan metode Mock  
 Sumber : KP-01 Jaringan Irigasi, 1986

Perhitungan besarnya kebutuhan air baku 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 di luar keperluan rumah tangga.

## 2. METODOLOGI

Lokasi embung 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.

Kebutuhan data data dalam analisa didapat dengan pengukuran langsung di lapangan (data primer) maupun dari berbagai instansi terkait (data sekunder). Pengumpulan data primer dilakukan dengan melaksanakan pengukuran bathimetri untuk mendapatkan kontur bawah permukaan embung. Pengukuran kecepatan aliran pada saluran dan ketinggian air pada pintu outlet dan *spillway* bendung dilakukan untuk mengetahui besarnya air yang keluar dari embung. Penggunaan air yang keluar embung diperhitungkan berdasarkan hasil simulasi pola tanam eksisting. 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 pada lahan dan embung.

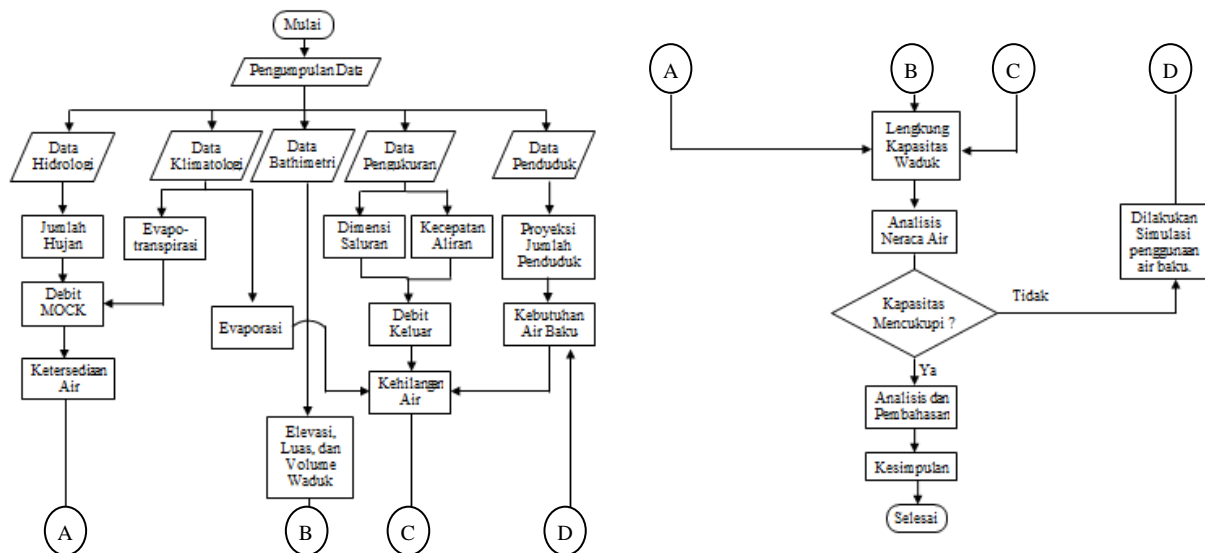


Gambar 4. Peta lokasi embung Sungai Paku

Metode Mock digunakan untuk memperkirakan besarnya debit yang masuk pada embung berdasarkan data curah hujan selama 14 tahun terakhir (2000–2013) dari stasiun hujan Lipat Kain, Kecamatan Kampar Kiri, Kabupaten Kampar. Hal ini dilakukan mengingat tidak tersedianya data tercatat terhadap besarnya debit yang masuk pada embung Sungai Paku ini.

Prediksi kebutuhan air baku dilakukan dengan dasar data jumlah penduduk di 3 desa yaitu kelurahan Lipat Kain, desa Sungai Geringging, dan desa Sungai Paku selama 8 tahun terakhir (2006-2013).

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan secara mulai dari penyediaan data sampai kepada analisis data dan pembahasan hasil penelitian yang tergambar pada Gambar 5. berikut.



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

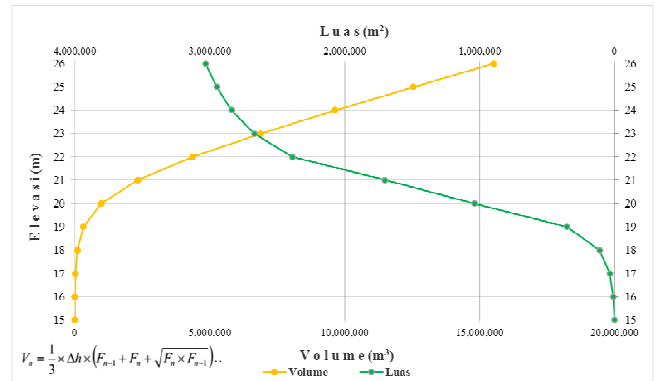
#### Kontur Bawah Permukaan

Kontur bawah permukaan hasil dari kegiatan bathimetri digunakan sebagai dasar perhitungan kapasitas embung 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. Hasil perhitungan kapasitas embung diperlihatkan pada Gambar 7. dalam bentuk hubungan antara elevasi, luas dan volume genangan embung.



Gambar 6. Kontur bawah permukaan embung Sungai Paku

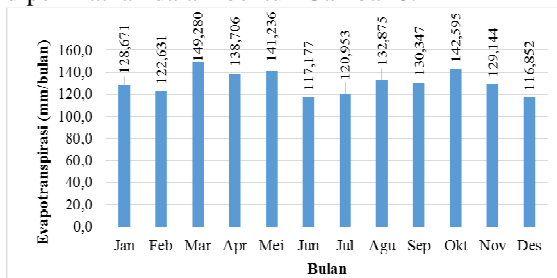


Gambar 7. Lengkung kapasitas embung

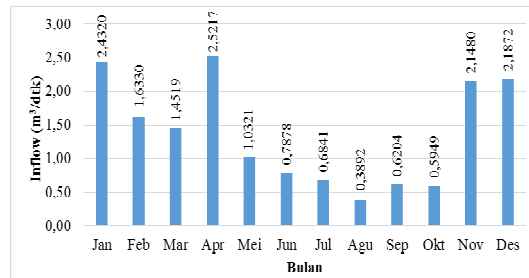
Lengkung kurva kapasitas embung yang didapat ini memperlihatkan bahwa kapasitas optimal embung terjadi pada elevasi +22.94 m dpl dan mempunyai luas genangan sebesar ± 2.652.613,693 m<sup>2</sup> dengan volume genangan embung sebesar ± 6.745.341,191 m<sup>3</sup>.

### Analisis Ketersediaan Air

Evapotranspirasi ( $E_{to}$ ) bulanan yang terjadi pada embung berdasarkan metode Penman Modifikasi diperlihatkan dalam bentuk Gambar 8.



Gambar 8. Evapotranspirasi (Eto)

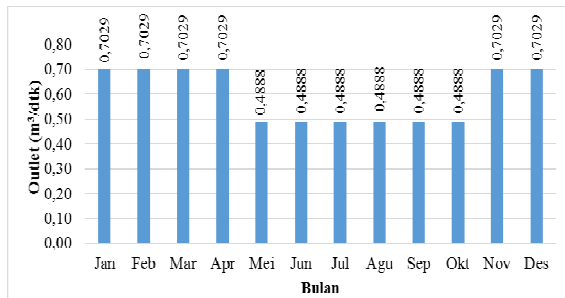


Gambar 9. Debit andalan metode Mock

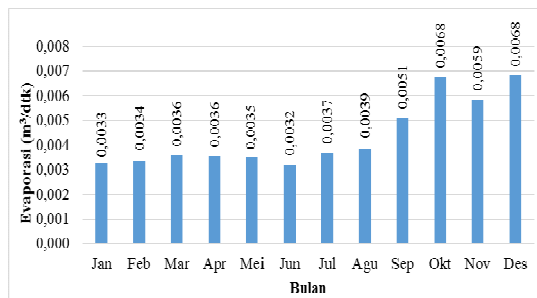
Nilai evapotranspirasi bulanan ini akan mempengaruhi besarnya debit aliran yang masuk ke dalam embung berdasarkan metode Mock. Hasil analisis yang diperhitungkan dengan keandalan 80% (Gambar 9). Fenomena kejadian debit maksimum pada Sungai Paku terjadi pada bulan April dan debit minimum terjadi pada bulan Agustus sehingga fenomena debit minimum sesuai dengan fenomena penguapan yang besar pada periode yang sama sehingga tergolong pada bulan kering.

### Kehilangan Air

Kehilangan air (*outflow*) diartikan sebagai air yang keluar dari embung 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 embung selama bulan Januari, Februari, Maret, April, November, dan Desember yaitu sebesar 0,7029 m<sup>3</sup>/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 embung dianggap konstan pada bulan bulan ini yaitu sebesar 0,4888 m<sup>3</sup>/dtk (Gambar 10). Sedangkan kehilangan air akibat evaporasi yang terjadi pada embung Sungai Paku dapat dihitung dengan menggunakan rumus herbeck (1962) diperlihatkan pada Gambar 11. Evaporasi yang terjadi pada embung Sungai Paku tidak terlalu ekstrem. Evaporasi maksimum terjadi pada bulan Oktober dan Desember dan evaporasi minimum terjadi pada bulan Juni.



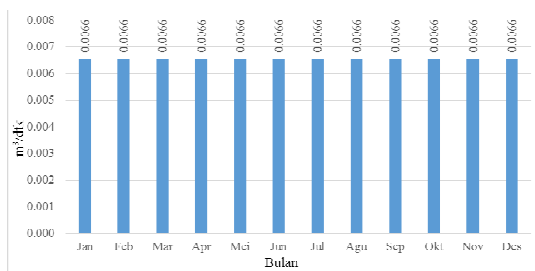
Gambar 10. Debit yang keluar dari outlet



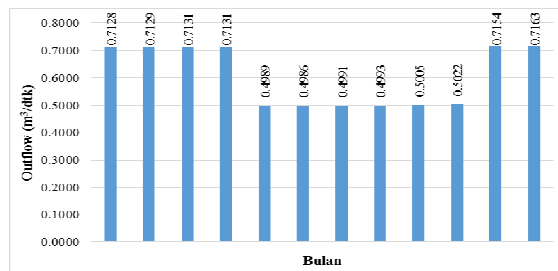
Gambar 11. Evaporasi pada Embung

### Kebutuhan Air Baku

Kebutuhan air baku bagi masyarakat dihitung berdasarkan prediksi jumlah penduduk desa di sekitar embung Sungai Paku di Kecamatan Kampar Kiri ini diproyeksikan ke tahun 2015 dengan menggunakan metode polinomial orde 2 ( $y = 32,625x^2 - 130941,3869x + 131391877,92262$ ). Konsumsi air bersih per orang per hari berdasarkan standar Ditjen Cipta Karya (2000) yaitu 82.5 l/org/hari menghasilkan kebutuhan air baku (Gambar 12). Selanjutnya, total kehilangan air (*outflow*) dari embung Sungai Paku melalui pintu dan *spillway* serta pengurangan air akibat penggunaan untuk air baku setiap bulannya dijumlahkan dan diperlihatkan pada Gambar 13.



Gambar 12. Kebutuhan Air Baku Masyarakat



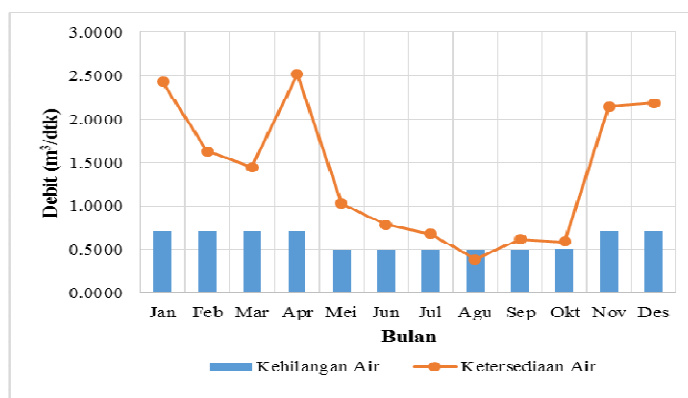
Gambar 13. Total debit keluar embung

Gambar di atas 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.

### Simulasi kebutuhan air

Simulasi dilakukan dengan mengombinasikan antara debit *inflow* dan total *outflow* terhadap kapasitas embung. Simulasi ini menggunakan parameter air baku sebagai parameter perubah terhadap total debit *inflow* dan debit *outflow* tersebut. Simulasi ini digunakan sebagai bahan pertimbangan terhadap penggunaan air embung sebagai sumber air baku bagi masyarakat. Persamaan 3 digunakan untuk memperlihatkan besarnya debit masuk (*inflow*) dan debit air yang keluar (*outflow*) akan menjadi perubahan kapasitas tampungan embung Sungai Paku ( $\Delta S$ ). Selengkapnya analisis diperlihatkan pada grafik hubungan antara ketersediaan air dan pengurangan air (Gambar 14).

Gambar 14 memperlihatkan bahwa pada bulan Agustus terjadi kekurangan air sebesar 0,1087 m³/dtk yang berarti bahwa dengan pola pengambilan air yang digunakan akan menyebabkan terjadinya defisit air pada embung dengan volume sebesar 291.124,914 m³. Defisit air ini terjadi sebelum diperhitungkan besarnya tampungan hidup dari embung. Elevasi *spillway* terhadap referensi diperoleh sebesar 22,94 m dpl sedangkan elevasi outlet sebesar 21,94 m. Dengan demikian berdasarkan lengkung kapasitas embung pada Gambar 7 diperoleh volume tampungan embung pada elevasi *spillway* sebesar 6.745.341,191 m³ dan volume embung pada elevasi outlet sebesar 4.247.352,612 m³. Sehingga dapat dihitung volume tampungan hidup dengan menggunakan persamaan 2 yaitu sebesar 2.497.988,579 m³. Nilai tampungan hidup ini lebih besar dari defisit air pada bulan Agustus yaitu sebesar 291.124,914 m³. Maka dapat disimpulkan embung sungai paku mampu menutupi kekurangan air yang terjadi dan dapat digunakan sebagai sumber air baku bagi masyarakat.



Gambar 14. Hasil Simulasi ketersediaan air di embung Sungai Paku

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian potensi dan kapasitas embung sungai paku terhadap pemenuhan kebutuhan air bagi masyarakat dapat disimpulkan bahwa debit andalan maksimum yang masuk pada waduk Sungai Paku terjadi pada bulan April dengan debit sebesar 2,5217 m<sup>3</sup>/detik sedangkan debit minimum terjadi pada bulan Desember sebesar 0,7150 m<sup>3</sup>/detik. Sehingga hasil simulasi total *inflow* dan *outflow* menunjukkan bahwa embung sungai Paku mampu mencukupi kebutuhan air baku bagi masyarakat.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Jenderal Perguruan Tinggi melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Riau atas bantuan dana penelitian yang diberikan kepada peneliti sehingga dapat merampungkan semua rangkaian penelitian ini.

#### 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.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya (2000), Petunjuk Teknis Pengelolaan Sistem Penyediaan Air Minum Perkotaan, Departemen Pekerjaan Umum, Direktorat Jenderal Cipta Karya, Jakarta.
- Garsia, Dafit. 2014. Analisis Kapasitas Tampung 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
- Irgan, Apdani. 2014. Analisa Kapasitas Embung Untuk Suplai Air Irigasi (Studi Kasus : Desa Sendayan, Kecamatan Kampar Utara). Skripsi Jurusan Teknik Sipil S1. Pekanbaru : Universitas Riau
- Kananto. (1995). Pemilihan Rumus Perhitungan Evapotranspirasi Acuan di Pulau Jawa Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan XII Himpunan Ahli Teknik Hidraulik Indonesia (HATHI) Hal 555-562, Surabaya.
- Mock FJ., 1973, *Land Capabilty Appraisal Indonesia, Water Availability Appraisal*, Bogor, UNDP-FAO.
- Rahmayeni, F., (2010). Analisa Kebutuhan Air Pada Daerah Irigasi Sei Tibun Kabupaten Kampar, Tugas Akhir S1 Jurusan Teknik Sipil Universitas Riau, Pekanbaru.
- Soedibyo. 1993. Teknik Bendungan. Jakarta : Pradnya Paramida.
- Soemarto, CD. 1995. Hidrologi Teknik. Jakarta : Erlangga.
- Sudarmanto. 2015. Kajian Antisipasi Defisit Air Daerah Irigasi Sei Paku Pada Kondisi Kering Meteorologis (Daerah Irigasi Sei Paku, Kecamatan Kampar Kiri, Kabupaten Kampar). Skripsi Jurusan Teknik Sipil S1. Pekanbaru : Universitas Riau

*Annual Civil Engineering Seminar 2015, Pekanbaru*

ISBN: 978-979-792-636-6

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

