

## **STUDI HARGA AIR PADA BENDUNGAN SELOREJO KECAMATAN NGANTANG KABUPATEN MALANG**

Dandy Nugroho

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gresik

### **ABSTRAK**

*Bendungan Selorejo terletak di Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang. Banyaknya sedimen dari hulu sungai yang menumpuk pada Bendungan Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang merupakan masalah yang sering terjadi. Hal ini mengakibatkan tampungan air pada bendungan berkurang, sehingga mengurangi kinerja pasokan pembangkit listrik tenaga air dan irigasi untuk masyarakat.*

*Studi ini dilakukan untuk mengetahui berapa rupiah harga jual air untuk pembangkit listrik yang harus dibayar oleh PJB dan harga jual air untuk irigasi yang nantinya akan ditanggung oleh petani untuk biaya operasional dan pemeliharaan Bendungan Selorejo. Pembahasan dimulai dengan menganalisa besar biaya-biaya yang ada, yakni terdiri dari biaya konstruksi awal pembangunan, biaya PLTA, biaya operasional dan pemeliharaan rutin serta biaya echosounding. Setelah itu dilakukan analisa manfaat yang pada akhirnya menghasilkan analisis ekonomi yang terdiri dari B/C, B-C, IRR, dan Analisa sensitivitas. Pembahasan studi ini meliputi tahun 2009 dengan tingkat suku bunga 11%.*

*Menurut data yang diperoleh, harga air pada alternatif 1 yaitu berdasarkan Rencana Kerja Operasional Perusahaan (RKOP) pada tahun 2009 secara ekonomi mengalami kerugian, dengan harga PLTA sebesar Rp.72,6 per kWh dan pada kondisi eksisting irigasi tidak dikenakan biaya.*

*Karena harga air pada alternatif 1 (RKOP) secara ekonomi tidak layak, maka dilakukan alternatif 2 untuk menaikkan harga air agar tidak mengalami kerugian (dilihat dari nilai  $B/C > 1$ ). Dengan mempertimbangkan segi ekonomi konsumen. Dimana pada alternatif 2 memiliki nilai IRR dan B/C terbesar dan memberikan manfaat yang*

*maksimal. Setelah melalui analisis ekonomi, harga air yang layak sebagai berikut PLTA Rp.414 per kWh dan harga air irigasi sebesar Rp.2,0/m<sup>3</sup> pada kondisi normal atau kondisi yang paling minimum, dengan nilai  $B/C > 1$ ,  $B-C = \text{Rp. } 50.794.386.096$ ,  $IRR = 11,1\%$ .*

**Kata Kunci:** *harga air, B-C, B/C, IRR, dan Analisa Sensitivitas*

## PENDAHULUAN

Air merupakan bagian penting bagi kehidupan manusia dan alam semesta. Air adalah salah satu kebutuhan pokok manusia yang merupakan sumberdaya alam milik publik yang dapat dipergunakan seluruh umat manusia dengan bebas. Namun saat ini air mulai langka di berbagai belahan dunia. Sejak tahun 1998, 28 negara di dunia telah mengalami kelangkaan air, bahkan angka ini diperkirakan akan naik menjadi 56 negara pada tahun 2025. Di Indonesia, krisis air bersih mulai dirasakan oleh penduduk ibu kota dan di beberapa wilayah di Pulau Jawa. Kenyataan ini sangat ironis, karena Indonesia adalah negara kepulauan dengan 470 Daerah Aliran Sungai (DAS) mengalir di seluruh daratan Indonesia.

([http://psycholand.wordpress.com/2010/01/10/menggugat-penjajahan sumberdaya-air-dengan-modus-privatisasi](http://psycholand.wordpress.com/2010/01/10/menggugat-penjajahan-sumberdaya-air-dengan-modus-privatisasi), 12 desember 2010)

Masalah air di Indonesia juga ditandai dengan kondisi lingkungan yang makin tidak kondusif sehingga makin mempercepat kelangkaan air. Kerusakan lingkungan antara lain disebabkan oleh terjadinya degradasi daya dukung daerah aliran sungai (DAS) hulu akibat kerusakan hutan yang tak terkendali sehingga saat ini luas lahan kritis sudah mencapai 18,5 juta hektar. Disamping itu jumlah DAS kritis yang berjumlah 22 buah pada tahun 1984 telah meningkat menjadi 59 buah pada tahun 1998. Fenomena ini telah menyebabkan turunya kemampuan DAS untuk menyimpan air

di musim kemarau sehingga frekuensi dan besarnya banjir makin meningkat, demikian pula laju sedimentasi makin tinggi yang mengakibatkan pendangkalan di bendungan dan sungai sehingga menyebabkan turunya daya tampung dan pengalirannya.

([http://agus\\_dh.staff.gunadarma.ac.id/Pengaruh+Kebijakan+SDA+terhadap+Pengelolaan+Irigasi.pdf](http://agus_dh.staff.gunadarma.ac.id/Pengaruh+Kebijakan+SDA+terhadap+Pengelolaan+Irigasi.pdf), 13 desember 2010).

Berdasarkan uraian di atas, maka permasalahan dalam studi ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Berapa besar manfaat yang didapat dari Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dan irigasi?
2. Bagaimana analisa ekonomi Bendungan Selorejo ditinjau terhadap Nilai Rasio Biaya Manfaat (B/C), Selisih Biaya Manfaat (B-C), Tingkat Pengembalian Internal (IRR), dan Analisis Sensitivitas?
3. Berapa harga air setelah mengalami analisa ekonomi?

Karena besarnya ruang lingkup materi pembahasan yang ada, maka dilakukan batasan masalah pada :

1. Hanya membahas dua manfaat yaitu sebagai pembangkit listrik tenaga air dan untuk pemenuhan kebutuhan air irigasi.
2. Usia Guna Bendungan Selorejo 100 tahun.
3. Besarnya suku bunga yang digunakan sebagai acuan dalam analisa ekonomi adalah 11%.

4. Parameter penentu analisa ekonomi adalah B/C, B-C, IRR dan Analisa Sensitivitas.

## KAJIAN TEORI

### Nilai dan Pengguna Air

Pengertian alokasi air adalah salah satu jenis pengendalian sumber daya air yang diberikan kepada para pengguna air dengan besaran atau unit tertentu melalui pembagian di bangunan-bangunan air. Untuk melaksanakan pembagian air secara adil dan optimal perlu faktor tarif sebagai penentu kebijakan.

Nilai air yang dimaksud yaitu besaran harga tiap unit air yang diterima oleh para pengguna dari bangunan-bangunan air. Harga tersebut disesuaikan dengan besaran biaya bangunan atau sarana yang disediakan untuk pengadaan air tersebut. Adapun pengguna air yakni Irigasi, PLTA, Pengendali banjir, Industri, Air Minum. Sedangkan penggelontoran sebagai aliran dasar tidak dianggap sebagai pengguna. (*Rispiningtati, 2008: 86*).

### Pengertian Harga Air

Menurut *Kuiper (1971:184)*, harga air adalah keuntungan ditambah biaya yang dihasilkan dari perhitungan nilai air. Dalam hal ini, nilai air yang diperhitungkan adalah berbeda dengan biaya air. Nilai air akan lebih tinggi penilaiannya dibanding biaya air. Nilai air disini tidak hanya menghitung proses dari penyediaan air sampai terpenuhinya kebutuhan tetapi juga memperhitungkan nilai dari air itu sendiri. Untuk biaya air, titik berat perhitungan secara komersil dari proses penyediaan air itu saja sedangkan nilai dari air itu sendiri tidak diperhitungkan.

### Operasi Waduk

Fungsi utama waduk adalah untuk menampung kelebihan air yang terjadi saat periode debit tinggi dan memanfaatkan tampungan tersebut saat debit rendah. Disamping menampung air untuk pemanfaatan di masa mendatang, penampungan air dapat memperkecil kerusakan akibat banjir di bagian hilirnya. Berdasarkan pengertian ini maka waduk dapat memodifikasi distribusi air dari yang awalnya bersifat alami menjadi buatan.

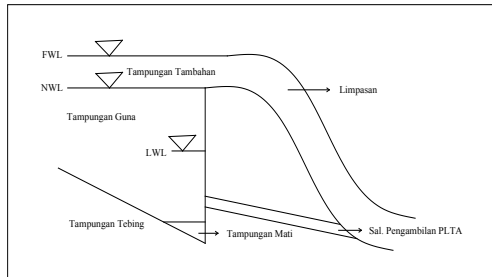
Pengendalian aliran suatu waduk pada dasarnya mempunyai 2 fungsi yaitu : (*Nemec, 1973: 265*):

1. Menambah aliran dalam periode rendah.
2. Mengendalikan aliran pada saat banjir.

Berdasarkan jumlah kegunaannya, terdapat dua jenis waduk yaitu waduk tunggal guna dan waduk serba guna. Waduk tunggal guna adalah waduk yang dibangun dengan maksud untuk satu kegunaan, misalnya hanya untuk pengendalian banjir, untuk memenuhi kebutuhan air irigasi, atau untuk keperluan lainnya. Waduk serba guna adalah waduk yang dibangun dengan maksud lebih dari satu kegunaan, misalnya sebagai pengendali banjir sekaligus pembangkit listrik. Berdasarkan waktu operasinya, terdapat dua jenis waduk yaitu waduk yang beroperasi musiman atau yang sering disebut sebagai waduk tahunan dan waduk yang beroperasi harian. Waduk tahunan adalah waduk yang berfungsi menampung debit berlebih pada musim hujan dan kemudian dilepaskan pada musim kemarau. Waduk harian adalah waduk yang operasi penampungan dan pelepasannya untuk berbagai keperluan berlangsung dalam satu hari, dengan kata

lain waduk dapat diisi dan dikosongkan dalam satu hari.

**Karakteristik Fisik Waduk**



Sumber : Seyhan, 1979: 25

**Gambar 1. Zone-zone tampungan waduk**

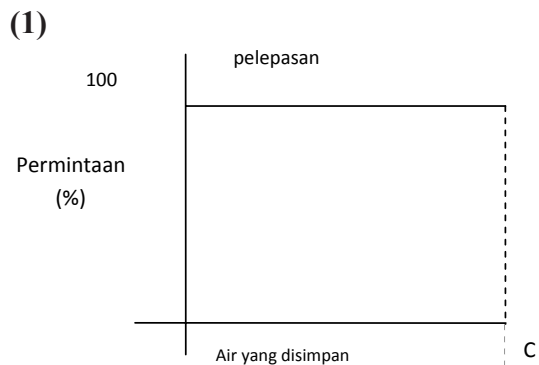
Bagian-bagian pokok sebagai ciri fisik suatu waduk adalah sebagai berikut (Seyhan, 1979: 24):

1. **Tampungan guna (*useful storage*)**  
Tampungan guna adalah tampungan di antara muka air waduk minimum (LWL) dan muka air normal (NWL).
2. **Tampungan tambahan (*surcharge storage*)**  
Tampungan tambahan adalah tampungan di atas muka air normal selama banjir. Tampungan ini terjadi beberapa saat setelah debit meluap melalui pelimpah. Kapasitas tambahan ini umumnya tidak terkendali, dengan pengertian hanya terjadi pada waktu banjir dan tidak dapat dipertahankan untuk penggunaan selanjutnya.
3. **Tampungan mati (*dead storage*)**  
Tampungan mati adalah tampungan yang terletak di bawah muka air minimum dan berfungsi untuk tampungan sedimen yang masuk waduk. Tampungan ini tidak dimanfaatkan untuk operasi waduk.
4. **Tampungan tebing (*valley storage*)**  
Volumenya adalah banyaknya air yang terkandung di dalam tanah di tebing atau lembah sungai yang bergantung pada keadaan geologi tanah.

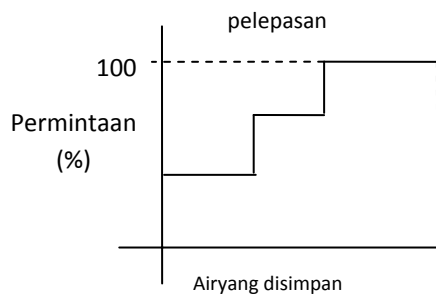
5. **Muka air normal (*normal water level/ NWL*)**  
NWL adalah elevasi maksimum yang dapat dicapai permukaan air waduk, atau sama dengan elevasi puncak pelimpah.
6. **Muka air rendah (*low water level/ LWL*)**  
LWL adalah elevasi terendah jika tampungan waduk dilepaskan pada kondisi normal, atau sama dengan elevasi bangunan pelepasan terendah (intake).
7. **Muka air banjir rancangan (*flood water level/FWL*)**  
FWL adalah elevasi muka air selama banjir rancangan terjadi.
8. **Pelepasan (*release*)**  
Release adalah volume air yang dilepaskan dengan terkendali dari suatu waduk dalam kurun waktu tertentu.

**Pola Operasi Waduk**

Biasanya volume air yang dilepaskan dari waduk akan sama dengan volume air yang dibutuhkan. Tetapi ada saatnya tinggi muka air di waduk rendah sehingga diperlukan adanya pembatasan-pembatasan tertentu agar kebutuhan air tetap terpenuhi. Cara pembatasan atau pengendalian pelepasan ini disebut kurva pelepasan (*release curve*) atau aturan pengoperasian (*operating rute*). (Mc Mahon, 1978:15)



(2)



Sumber : Mc Mahon, 1978:15

**Gambar 2. Contoh aturan pengoperasian**

Aturan pelepasan yang paling sederhana adalah memasok jumlah air yang diminta (Gb. 2.a). Dalam situasi ini waduk tidak memiliki hubungan dengan musim, sehingga jika air tidak mencukupi kebutuhan yang ada maka waduk akan menjadi kosong.

Pada saat volume air yang ditampung menurun maka pembatasan dilakukan terhadap pengguna, sehingga permintaan turun dan pelepasan diturunkan pula (Gb. 2.b).

### Kebutuhan Air

#### Irigasi

Kebutuhan air irigasi terdiri dari banyaknya air yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman, evapotranspirasi dari tanaman, evapotranspirasi dari lapangan, dan perkolasi ke dalam tanah yang semuanya berubah-ubah sesuai dengan cuaca dan cara pertanian (Sosrodarsono, 1987:216). Faktor lain yang mempengaruhi kebutuhan air irigasi adalah kebutuhan air untuk pengolahan tanah dan pembibitan serta kehilangan air di saluran irigasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi banyaknya pemakaian air irigasi, adalah sebagai berikut :

1. Jenis tanaman.
2. Cara pemberian air.
3. Jenis tanah yang digunakan.

4. Cara pengelolaan pemeliharaan saluran dan bangunan (dengan memperhitungkan kehilangan air berkisar antara 30%-40%).
5. Waktu tanam berurutan, berselang lebih dari dua minggu sehingga memudahkan pergiliran air.
6. Pengolahan tanah.
7. Iklim dan keadaan cuaca, meliputi curah hujan, angin, letak lintang, kelembaban udara dan suhu udara.

### Pembangkit Listrik Tenaga Air

PLTA adalah suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga air yang mempunyai ketinggian dan debit tertentu dengan menggunakan turbin dan generator menjadi tenaga listrik (Arismunandar, 1991:1). Pada umumnya PLTA dibangun dengan memanfaatkan penampungan, yaitu berupa waduk atau bendung berpintu.

$$P = 9,81 \times Q \times H_{\text{eff}} \times \text{Eff} \dots\dots\dots(2-6)$$

Keterangan:

- P = besar daya yang dibangkitkan (kW)
- H = tinggi jatuh efektif yang tersedia untuk membangkitkan daya (m)
- $H_{\text{eff}}$  = debit pembangkit listrik ( $\text{m}^3/\text{dtk}$ )
- Eff = efisiensi turbin dan generator (%)

Secara teknis, pembagian PLTA dapat dibagi atas (Dandekar, M.M, 1991:7) :

1. PLTA yang menggunakan air sungai waduk atau air waduk.
2. PLTA yang menggunakan air yang telah dipompa ke suatu reservoir yang letaknya lebih tinggi. PLTA semacam ini terdapat di Paiton-Probolinggo. Dasar utama dari cara yang dikenal dengan sebutan PLTA "pumped storage" ini, adalah menyimpan kelebihan energi listrik

yang dihasilkan oleh suatu sentral dalam bentuk energi potensial air. Penyimpanan listrik ini dilakukan pada waktu pemakaian listrik oleh konsumen berkurang sedang energi potensial air digunakan pada waktu pemakaian listrik bertambah.

3. PLTA yang menggunakan pasang surut air laut.
4. PLTA yang menggunakan energi ombak. Air mengalir melalui turbin, memberi tenaga pada runner (penggerak) dari turbin dan membuatnya berputar (energi mekanis). Energi mekanis diubah oleh generator listrik menjadi tenaga listrik.

### Biaya (Cost)

Biaya investasi proyek dapat didefinisikan sebagai jumlah keseluruhan dana yang dikeluarkan untuk melaksanakan proyek mulai dari ide, studi kelayakan, perencanaan, pelaksanaan sampai pada operasi dan pemeliharaan membutuhkan bermacam-macam biaya. Pada analisa kelayakan ekonomi, biaya-biaya tersebut dikelompokkan menjadi beberapa komponen sehingga memudahkan analisa perhitungan semua biaya (Kodoatie, Robert J., 1995:71). Biaya itu dikelompokkan menjadi dua, yaitu biaya modal (*capital cost*) dan biaya tahunan (*annual cost*). Biaya konstruksi adalah biaya modal, sedangkan biaya tahunan adalah sebagai berikut :

1. Biaya angsuran hutang.
2. Penyusutan.
3. Biaya konstruksi dan peralatan.
4. Bunga selama konstruksi.
5. Biaya operasional dan pemeliharaan.
6. Biaya pembaharuan dan penggantian.
7. Biaya yang sudah terpakai (*sunk cost*).
8. Biaya tak terduga (*contingeties*).

### Manfaat (Benefit)

Manfaat dari proyek terdiri dari (Suyanto, 2001:65):

Manfaat langsung adalah manfaat yang langsung dapat diperoleh dari suatu proyek yang sudah selesai dilaksanakan yaitu berupa :

1. Tersedianya tenaga listrik
2. Pengurangan kerugian akibat bencana banjir
3. Peningkatan produksi pertanian

Manfaat tidak langsung adalah manfaat yang akan dinikmati secara berangsur-angsur dan dalam jangka waktu yang panjang. Manfaat tidak langsung (*Indirect Benefit*), yaitu berupa:

1. Perkembangan industri baik di tingkat nasional maupun regional
2. Kenaikan hasil penerimaan Negara dari pajak
3. Kenaikan keuntungan dari perusahaan (swasta) yang melayani masyarakat yang menerima keuntungan langsung dari proyek
4. Mendorong pengembangan wilayah

Manfaat nyata (*Tangible Benefit*) adalah manfaat nyata yang dapat diukur dalam bentuk suatu nilai uang.

Manfaat tidak nyata (*Intangible Benefit*) adalah merupakan manfaat proyek yang tidak dapat selalu dinilai dengan uang, seperti :

1. Perbaikan lingkungan hidup
2. Perbaikan pemandangan
3. Perbaikan distribusi pendapatan
4. Integrasi nasional
5. Pertahanan nasional

### Nilai Bunga dalam Analisis Biaya dan Manfaat

Bunga adalah pembayaran tambahan yang dibayarkan selagi

menunggu kembalinya uang pinjaman. Tingkat bunga yang berlaku adalah suatu ukuran keproduktifan yang diharapkan dari sumbernya dan tingkat minimum keproduktifan yang diharapkan. Kedua hal tersebut mengikutsertakan jangka waktu antara penerimaan dan pengembalian pinjaman untuk menjamin pendapatan (nilai uang dalam waktu tertentu, *time value of money*). Jadi, bunga adalah jumlah uang total yang terkumpul dikurang investasi semula atau jumlah pinjaman sekarang dikurangi pinjaman semula. Bunga dapat dilihat sebagai imbalan karena menyediakan modal bagi seseorang yang memerlukannya.

Tingkat suku bunga tergantung pada tiga faktor yaitu:

1. Kondisi perekonomian Negara.
2. Besarnya resiko yang dikaitkan dengan pinjaman.
3. Tingkat inflasi yang diperkirakan dimasa depan

Terdapat dua cara untuk menghitung bunga, yaitu bunga biasa dan bunga berganda.

### Indikator Kelayakan Ekonomi

Untuk mendapatkan ukuran yang menyeluruh sebagai dasar penilaian kelayakan proyek, telah dikembangkan berbagai cara yang dinamakan kriteria investasi. Kriteria-kriteria yang umum dipakai dan dianjurkan untuk digunakan dalam evaluasi proyek adalah :

#### Net Present Value (NPV)

*Net Present Value* (NPV) merupakan selisih antara *present value* dari manfaat dan *present value* dari biaya. Dimana langkah yang harus dilakukan untuk perhitungan ini tidak banyak berbeda dengan langkah dalam perhitungan IRR.

Secara umum, rumus untuk perhitungan nilai *present value* ini adalah sebagai berikut (Kuiper, 1971:45) :

$$P = \frac{F}{(1+i)^n} \dots\dots(2-16)$$

dimana :

- P : nilai sekarang (*present value*)  
F : nilai pada tahun ke-n  
i : nilai suku bunga (%)

Dalam evaluasi proyek, nilai NPV pada suku bunga pinjaman yang berlaku harus mempunyai harga > 0. Jika NPV = 0, berarti proyek tersebut mengembalikan persis seperti nilai investasi. Jika NPV < 0 berarti proyek tersebut dari segi ekonomi tidak layak untuk dibangun (rugi).

#### Benefit Cost Ratio (BCR)

*Benefit Cost Ratio* (BCR) adalah perbandingan antara nilai sekarang (*present value*) dari manfaat (*benefit*) dengan nilai sekarang dari biaya (*cost*). Secara umum rumus untuk perhitungan BCR ini adalah (Pujawan, 2009:263) :

$$BCR = \frac{PV \text{ dari manfaat}}{PV \text{ dari biaya}} \dots\dots(2-17)$$

dimana :

- PV : *present value*  
BCR : *benefit cost ratio*

Sebagai ukuran dari penilaian suatu kelayakan proyek dengan BCR ini adalah jika BCR > 1, maka proyek dikatakan layak dikerjakan dan sebaliknya jika nilai BCR < 1 proyek tersebut tidak layak untuk dibangun.

#### Internal Rate of Return (IRR)

*Internal Rate of Return* (IRR) merupakan nilai suku bunga yang diperoleh jika BCR nilainya sama dengan 1 atau nilai suku bunga jika NPV bernilai

sama dengan 0. IRR dihitung atas dasar penerimaan bersih dan total nilai untuk keperluan investasi. Nilai IRR sangat penting diketahui untuk melihat sejauh mana kemampuan proyek ini dapat dibiayai dengan melihat nilai suku bunga pinjaman yang berlaku. Perhitungan nilai IRR ini dapat diperoleh dengan rumus sebagai berikut (Kuiper, 1971:16) :

$$IRR = I + \frac{NPV'}{NPV' - NPV''} (I'' - I') \dots (2-18)$$

dimana :

$I'$  : suku bunga memberikan nilai NPV positif

$I''$  : suku bunga memberikan nilai NPV negatif

NPV : selisih antara *present value* dari manfaat dan *present value* dari biaya

NPV' : NPV positif

NPV'' : NPV negatif

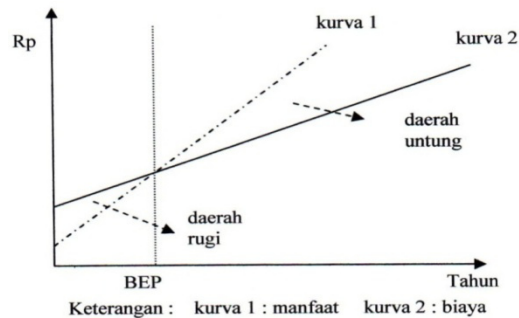
### Titik Impas Investasi

Analisis titik impas adalah salah satu analisa dalam ekonomi teknik yang sangat populer digunakan terutama pada sektor-sektor industri yang padat karya. Analisa ini akan berguna apabila seseorang akan mengambil keputusan pemilihan alternatif yang cukup sensitif terhadap variabel atau parameter dan bila variabel-variabel tersebut sulit diestimasi nilainya. Melalui analisa titik impas, seseorang akan bisa mendapatkan nilai dari parameter tersebut yang menyebabkan dua atau lebih alternatif dianggap sama baiknya, dan oleh karenanya bisa dipilih salah satu diantaranya. Nilai suatu parameter atau variabel yang menyebabkan dua atau lebih alternatif sama baiknya disebut nilai titik impas (*break even point*, disingkat BEP). Apabila nantinya pengambilan keputusan bisa mengestimasi besarnya nilai aktual dari variabel yang bersangkutan (lebih besar atau lebih kecil dari nilai BEP)

maka bisa ditentukan alternatif mana yang lebih baik.

Metode titik impas ini bisa digunakan untuk melakukan analisis pada berbagai macam permasalahan, diantaranya adalah (Pujawan, 2009: 131) :

1. Menentukan nilai ROR dimana dua alternatif proyek sama baiknya.
2. Menentukan tingkat produksi dari dua atau lebih fasilitas produksi yang memiliki konfigurasi ongkos-ongkos yang berbeda sehingga pada tingkat tersebut ongkos tahunan yang terjadi adalah sama.
3. Melakukan analisa jual-beli.
4. Menentukan berapa tahun yang dibutuhkan untuk mencapai titik impas.



Sumber : Pujawan 2009 : 134

### Gambar 3. Konsep Titik Impas Investasi

#### Analisis Sensitivitas

Karena dalam penentuan nilai-nilai dalam proyek (seperti produksi, harga, dan lain-lain) merupakan estimasi dari perencana, terdapat kemungkinan bahwa keadaan sebenarnya yang terjadi tidak sama dengan nilai estimasi tersebut. Dengan melakukan analisis sensitivitas, dapat diperkirakan dampak yang terjadi akibat kejadian di atas. Analisis sensitivitas biasanya dilakukan dengan mengubah salah satu elemen proyek (misalnya harga, biaya) dan menghitung IRRnya dengan harga tersebut.

Beberapa keadaan yang biasanya dilakukan dalam analisa sensitivitas proyek pengairan adalah sebagai berikut :

1. Terjadi 10% penurunan pada nilai *benefit* yang diperkirakan
2. Terjadi 10% kenaikan pada biaya proyek yang diperkirakan
3. Tertundanya penyelesaian proyek selama dua tahun
4. Dan beberapa kondisi lainnya berdasarkan *judgement* ekonomi yang akan atau telah terjadi.

Analisis sensitivitas dibutuhkan dalam rangka mengetahui sejauh mana dampak parameter-parameter investasi yang telah ditetapkan sebelumnya boleh berubah karena adanya faktor situasi dan kondisi selama umur investasi, sehingga perubahan tersebut hasilnya akan berpengaruh secara signifikan pada keputusan yang telah diambil (*Giattman, 2006:129*).

Tujuan lainnya adalah untuk mengurangi resiko kerugian dengan menunjukkan beberapa tindakan pencegahan yang harus diambil. Secara teoritis, ada tiga hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan analisis sensitivitas, yaitu :

1. Perubahan dalam perbandingan harga terhadap tingkat harga umum, misalnya penurunan hasil pendapatan akibat penurunan jumlah pemakaian/konsumsi air irigasi.
2. Menurunnya debit sungai dari perhitungan yang diandalkan.
3. Berdasarkan ketentuan di atas, maka dalam studi kelayakan ini analisis kepekaan proyek akan dihitung terhadap kondisi pesimis.

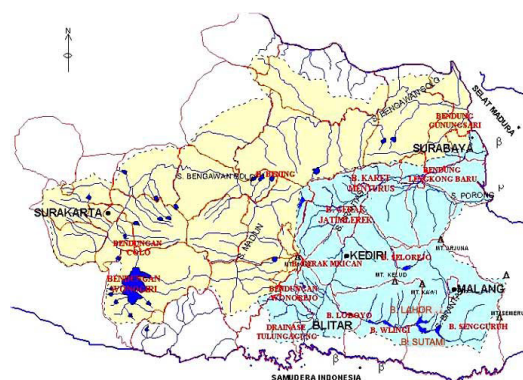
## METODE PENELITIAN

### Lokasi Penelitian

Bendungan Selorejo adalah Waduk Tahunan yang menampung debit

pada musim hujan dan mengeluarkan debit pada musim kemarau. Fungsinya mengairi daerah persawahan di musim kemarau seluas 5.700 ha dan menghidupi Pembangkit Listrik Tenaga Air sebesar 4,5 kW (*Bendungan Selorejo, Leaflet, Jasa Tirta I Kabupaten Malang*).

Bendungan Selorejo terletak di desa Selorejo, kecamatan Ngantang kabupaten Malang dengan daerah pengaliran 236 km<sup>2</sup> dan kapasitas maksimum 62.300.000 m<sup>3</sup>. Secara geografis terletak antara 112°21'55"BT dan 7°51'35" LS. Dimana Bendungan Selorejo merupakan salah satu realisasi dari rencana induk I Pengembangan SDA di DAS Kali Brantas, tepatnya di anak sungai Kali Brantas yaitu Kali Konto di Kecamatan Ngantang, kabupaten Malang ± 50 km sebelah barat kota Malang.



Gambar 4. Lokasi Bendungan Selorejo

### Metode Pengumpulan Data

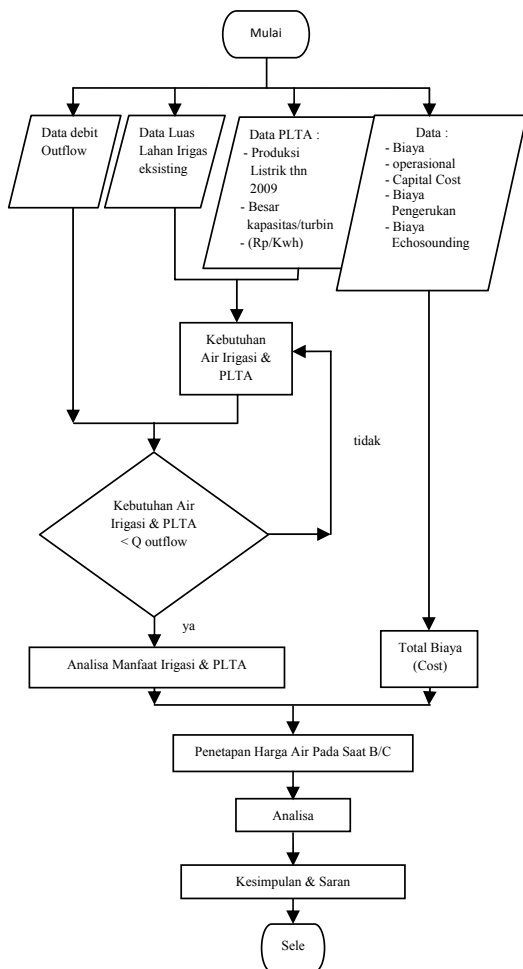
Dalam penyelesaian studi ini diperlukan data-data penunjang untuk melakukan evaluasi perhitungan. Data-data yang diperlukan dalam perhitungan dan analisa adalah sebagai berikut:

1. Data *echosounding*  
*echosounding* adalah alat ukur untuk mengetahui kedalaman air (khususnya pada waduk)
2. Data teknis Bendungan Selorejo
3. Data pola operasi waduk (data debit *Outflow*)



Kapasitas : 5.600 kVA  
Turbin  
Tipe : Kaplan  
Tinggi Efektif : 37 m  
Debit maksimum : 14,9 m<sup>3</sup>/det  
Kapasitas maksimum : 4.500 kW  
Putaran : 500 rpm  
Jumlah : 1 buah  
(Bendungan Selorejo, Leaflet, Jasa Tirta I Kabupaten Malang).

Tahapan penyajian dan pengolahan data dalam studi ini akan digambarkan dalam diagram alir seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Bagan Alir Pengerjaan

## HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Perubahan kapasitas Bendungan terutama dipengaruhi oleh besarnya endapan sedimen yang berasal dari daerah aliran sungainya. Pola penyebaran sedimentasi di dasar Bendungan yang terjadi terutama tergantung dari topografi, ukuran butir sedimen dan pola operasi Bendungan. Berkurangnya kapasitas tampungan Bendungan berdampak pada menurunnya manfaat yang dihasilkan Bendungan tersebut yaitu produksi listrik dan irigasi. Untuk mengetahui kapasitas tampungan Bendungan dan volume sedimentasi, maka perlu dilakukan pengukuran topografi dasar Bendungan (dalam hal ini dilakukan dengan cara *echosounding*).

### Perhitungan Volume Tampungan dan Volume Efektif Bendungan Selorejo

Besarnya volume tampungan Bendungan Selorejo tahun 2009 dari perhitungan total pada kondisi HWL sebesar 42.227.763 m<sup>3</sup> Sedangkan pada kondisi LWL volume tampungan total sebesar 2.121.811 m<sup>3</sup> dipakai untuk menghitung besarnya volume efektif Bendungan.

Kapasitas Bendungan tahun 2009 didapatkan sebesar 42.227.763 m<sup>3</sup> dan volume tampungan efektifnya = HWL - LWL

$$= 42.227.763 - 2.121.811$$

$$= 40.105.952 \text{ m}^3$$

### Perhitungan Sisa Tampungan Mati

Data teknis :

1. Luas DAS: 236 km<sup>2</sup>
2. Kapasitas tamp. mati rencana : 7.700.000 m<sup>3</sup>
3. Volume tamp. akhir periode : 42.227.763 m<sup>3</sup>

Berdasarkan data yang diperoleh, maka dapat diketahui jumlah sedimen yang terdapat di bendungan. Besar volume sedimen dihitung dari selisih antara volume sebelumnya terhadap volume terakhir.

$$\begin{aligned} \text{Sisa tamp. mati} &= \text{tamp. total} - \text{tamp. efektif} \\ &= 42.227.763 - 40.105.952 \\ &= 2.121.811 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Laju sedimen yang terjadi pada tumpungan mati sebagai berikut :

$$\begin{aligned} L_j &= \frac{\text{tamp. rencana} - \text{tamp. matisekarang}}{n} \\ &= \frac{7.700.000 - 2.121.811}{39} \\ &= \frac{5.578.189}{39} = 143.030 \text{ m}^3/\text{tahun} \end{aligned}$$

Jika dilihat dari jumlah sedimen yang masuk, maka dapat dikatakan bahwa sedimen sudah mengisi penuh tumpungan matinya. Namun karena distribusi sedimen dan pengerukan yang terdapat di bendungan, maka sedimen belum menutupi tumpungan mati sehingga bendungan masih dapat beroperasi.

### Analisa Sisa Usia Guna Bendungan Sebelum Pengerukan

Usia guna bendungan Selorejo dianggap terbatas apabila sedimen sudah memenuhi tumpungan mati sebesar 7.700.000 m<sup>3</sup>. Bendungan Selorejo dibangun pada tahun 1970 dan beroperasi pada tahun 1973 sehingga Bendungan selorejo sampai saat ini sudah beroperasi selama 39 tahun.

Data tahun 2009 Usia bendungan 39 tahun.

$$\begin{aligned} \text{Vol. tumpungan bendungan} &= 42.227.763 \text{ m}^3 \\ \text{Vol. tamp. sedimen rencana} &= 7.700.000 \text{ m}^3 \\ \text{Laju sedimentasi} &= 143.030 \text{ m}^3/\text{tahun} \\ \text{Sisa tamp. mati} &= 2.121.811 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Perhitungan sisa usia bendungan Selorejo dilakukan dengan asumsi bahwa tumpungan mati akan terisi penuh oleh sedimen. Maka sisa usia Bendungan Selorejo = sisa tumpungan mati / laju sedimen = 2.121.811 / 143.030 = 15 tahun

### Analisa Sisa Usia Guna Bendungan Setelah Pengerukan

Diketahui :

1. Data tahun 2009 : Usia Bendungan 39 tahun (lama beroperasi)
2. Vol. tamp. sbllm pengerukan = 48.189.690 m<sup>3</sup>
3. Vol tam eff sbllm pengerukan = 45.565.796 m<sup>3</sup>

Dengan dilakukannya pengerukan sedimen, maka kapasitas tumpungan mati bertambah menjadi :

$$\begin{aligned} \text{Sisa tamp. mati} &= \text{tamp. total} - \text{tamp. efektif} \\ &= 48.189.690 - 45.565.796 \\ &= 2.623.894 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Maka sisa usia Bendungan Selorejo setelah pengerukan = 2.623.894 / 143.030 = 18 tahun

### Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi yang dilakukan dalam studi ini adalah dengan melakukan analisa terhadap biaya yang dikeluarkan dalam pelaksanaan pengerukan dan harga jual listrik yang dihasilkan serta hasil produksi tanam. Usia Guna Bendungan Selorejo 100 tahun, dan mulai berfungsi pada tahun ke-3 sehingga untuk saat ini Bendungan Selorejo sudah berjalan selama 39 tahun . Tingkat suku bunga yang menjadi acuan sebesar 11 %.

### Biaya Modal (*Capital Cost*)

Definisi dari biaya modal (*Kuiper, 1971*) adalah jumlah semua pengeluaran

yang dibutuhkan mulai dari prastudi sampai proyek selesai dibangun.

Untuk biaya modal pada pembangunan Bendungan Selorejo sebesar :

Dana dari APBN = Rp 3.701.169.780  
Dana bantuan Jepang = USD 6.463,832  
(pada tahun 1970, 1 US \$ = Rp 378,-)

Untuk Biaya modal pembangunan PLTA pada Bendungan Selorejo sebesar :

Dana dari APBN = Rp 296.571.050  
Dana bantuan Jepang = US \$ 1.415.436  
(pada tahun 1973, 1 US \$ = Rp 415,-)

### Biaya Tahunan (*Annual Cost*)

Biaya tahunan pada bendungan ini terdiri dari perhitungan biaya operasi & pemeliharaan yang cenderung konstan setiap tahunnya.

**Tabel 1. Rincian Pekerjaan O & P Berkala tahun 2009**

No	Uraian Pekerjaan	K.S.P /R	RKOP 2010		Keterangan
			Volume	Biaya	
1	Pengerukan Sedimen Waduk	S	125000 m <sup>3</sup>	Rp 1.000.000	Manfaat Lansung
2	Pengerukan Sedimen Waduk Tahap II	S	25000 m <sup>3</sup>	Rp 200.000	Tambahan Manfaat Lansung
3	Pembuatan Spoilbank	K	125000 m <sup>3</sup>	Rp 400.000	Manfaat Lansung
4	Pembuatan Spoilbank Tahap II	K	25000 m <sup>3</sup>	Rp 100.000	Tambahan Manfaat Lansung
5	Pemasangan Pipa PVC Ø 14"	S	50 bh	Rp 140.000	
Total OP Berkala				Rp 1.840.000	

Sumber : Laporan RKOP Bendungan Selorejo Divisi ASA III

Bendungan Selorejo dibangun pada tahun 1970 dan mulai beroperasi pada tahun 1973, sehingga Bendungan Selorejo saat ini sudah berjalan selama 39 tahun. Pada tahun 2009 Bendungan Selorejo terdapat pengerukan dengan biaya Rp 1.840.000,- dan biaya echosounding sebesar Rp.60.000.000 dengan rincian sebagai berikut :

Hasil Perhitungan :

1. Perhitungan biaya sebelum pengerukan

- a. Bunga 11 %
- b. Faktor Konversi (F/P, 11,53) = 260.4272
- c. Faktor Konversi (F/A, 11,50) = 1668.771
- d. Konstruksi (1970) = Rp. 7.028.475.266
- e. Konstruksi (2023) = (F/P,11,53)x Rp 7.028.475.266  
= (260.4272) x Rp. 7.028.475.266  
= Rp. 1.830.406.133.794
- f. Biaya O & P (1973) = Rp. 319.682.100
- g. B. O & P (2023) = (F/A,11,50) x Rp. 319.682.100  
= (1668.771) x Rp. 319.682.100  
= Rp. 533.476.217.699
- h. Biaya Sounding = Rp.60.000.000  
= (F/A, 11,50) x Rp.60.000.000  
= Rp. 100.126.260.000
- i. Biaya irigasi (1973) = Rp. 22.565.250
- j. B. irigasi (2023) = (F/A,11,50) x Rp. 22.565.250  
= (1668.771) x Rp. 22.565.250  
= Rp. 37.656.234.808
- k. Total *PV Cost* = Biaya konstruksi + Biaya O&P + Biaya Echosounding + Biaya Irigasi  
= Rp.1.830.406.133.794 +  
Rp. 533.476.217.699 +  
Rp. 100.126.260.000 +  
Rp. 37.656.234.808  
= Rp. 2.501.664.846.300

2. Perhitungan biaya setelah pengerukan
  - a. Bunga 11 %
  - b. Faktor Konversi (F/P, 11,57) = 396.224
  - c. Faktor Konversi (F/A, 11,54) = 2588.3174
  - d. Konstruksi (1970) = Rp. 7.028.475.266
  - e. Konstruksi (2027) = ( F/P,11,57) x Rp. 7.028.475.266  
= (396.224) x Rp.7.028.475.266  
= Rp. 2.784.850.583.796

- f. Biaya O&P (1973) = Rp. 319.682.100
- g. B. O&P (2027) = (F/A,11,54) x Rp319.682.100  
= (2588.3174) x Rp. 319.682.100  
= Rp. 827.438.741.899
- h. Biaya Sounding = Rp. 60.000.000  
= (F/A, 11,54) x Rp.60.000.000  
= Rp. 155.299.044.000
- i. Biaya Irigasi (1973) = Rp. 22.565.250
- j. B. Irigasi (2027) = (F/A,11,50)x Rp22.565.250  
= (2588.3174) x Rp. 22.565.250  
= Rp. 58.406.029.210
- k. Biaya Pengerukan = Rp. 1.840.000
- l. B. Pengerukan = (F/A,11,50) x Rp.1.840.000  
= (2588.3174)xRp. 1.840.000  
= Rp. 4.762.504.016
- m. Total *PV Cost* = Biaya konstruksi + Biaya O&P + Biaya Echosounding + Biaya Irigasi  
= Rp.2.784.850.583.796 + Rp.827.438.741.899 + Rp.155.299.044.000 + Rp.58.406.029.210 + Rp.4.762.504.016  
= Rp. 3.830.756.902.920

**Analisa Manfaat (Benefit)**

Analisa Manfaat yang diperoleh dari kajian ini dapat diartikan keuntungan yang diperoleh dari produksi energi listrik dan produksi tanam dengan biaya pengerukan sedimen.

**Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA)**

Komponen benefit dari studi ini didasarkan atas harga jual listrik rata-rata pada tahun 2009 sebesar Rp.72,6 (*Sumber: Perum Jasa Tirta*). Dengan menggunakan satu turbin, total produksi listrik yang dihasilkan pada tahun 2009 sebesar 55.707 kWh.

Perhitungan Benefit PLTA :

**Tabel 2. Hasil Produksi Pembangkit Listrik Tenaga Air**

BULAN	PERIODE	INFLOW	OUTFLOW	P/ENERGI (kWh)	ELEVASI	DEBIT PLTA (m <sup>3</sup> /dtk)	HARGA PER kWh (Rp)	BENEFIT PLTA (Rp)
1	2	3	4	5	6	7	8	9
JAN	I	19194	16595	1674.6	612.6080	0.004543649	72.6	121.576
	II	9929	14420	1375.2	613.8790	0.003609314	72.6	99.840
	III	12925	11962	1176.2	613.7080	0.002851857	72.6	85.392
FEB	I	18591	13900	1304.8	619.6880	0.002979207	72.6	94.728
	II	17866	18181	1708.6	620.3780	0.003842103	72.6	124.044
	III	19648	18810	1731.1	620.4511	0.003886436	72.6	125.678
MAR	I	23460	23323	2886.4	621.0640	0.006393943	72.6	209.553
	II	21802	22610	2600.7	620.9830	0.00577121	72.6	188.811
	III	18136	17859	1764.4	621.8030	0.003846779	72.6	128.095
APR	I	17331	16514	1600.1	620.9250	0.00355264	72.6	116.167
	II	15386	14450	1362.6	621.1270	0.003014304	72.6	98.925
	III	14296	13690	1252.6	621.3250	0.002759122	72.6	90.939
MEI	I	14738	13725	1288.5	621.6760	0.002816856	72.6	93.545
	II	12078	11439	1141.1	621.7780	0.002493541	72.6	82.989
	III	11516	11156	1102.7	621.8760	0.002400384	72.6	80.056
JUN	I	10489	10530	1083.5	621.9600	0.00235437	72.6	78.662
	II	9407	10454	1062.1	621.8430	0.002313634	72.6	71.108
	III	8964	10150	1024.6	621.6180	0.002242718	72.6	74.386
JUL	I	8770	9281	999.4	621.4190	0.002196936	72.6	72.556
	II	8640	9171	946.1	621.2970	0.002082525	72.6	68.687
	III	7653	7800	806.9	621.0460	0.001788141	72.6	58.811
AGS	I	8003	9250	992.5	620.6760	0.002217259	72.6	72.056
	II	8237	9250	992.5	620.3860	0.00221426	72.6	72.056
	III	8246	9250	992.5	620.3891	0.002212274	72.6	72.056
SEP	I	8560	9250	992.5	619.8410	0.002258547	72.6	72.056
	II	8650	10326	1042.6	619.5160	0.002389877	72.6	75.693
	III	6872	10414	1061.3	618.6760	0.002479529	72.6	77.050
OCT	I	8580	10586	1068.1	617.7790	0.002547741	72.6	77.544
	II	8246	12150	1200.4	616.8760	0.00292506	72.6	87.149
	III	8970	12972	1247.4	615.4550	0.003146353	72.6	90.561
NOV	I	9791	12913	1249.2	613.9240	0.003274828	72.6	90.692
	II	8857	12486	1209.9	612.3750	0.003030256	72.6	87.839
	III	10757	11059	1107.4	612.0440	0.003050427	72.6	80.397
DES	I	10581	9682	1001.4	611.3900	0.002808015	72.6	72.702
	II	12144	9193	963.1	612.9820	0.002587423	72.6	69.921
	III	9687	12897	1234.6	612.6060	0.003349986	72.6	89.632
<b>TOTAL</b>				<b>55.707</b>				<b>4.044.328</b>

Hasil Perhitungan:

- 1. Alternatif 1 (Harga Air Berdasarkan Rencana Kerja Operasional Perusahaan tahun 2009)  
i = 11 %  
harga jual listrik = Rp.72,6 per kWh  
Produksi Listrik = 55.707 kWh  
Benefit PLTA = Produksi listrik x harga jual list  
= 55.707 x Rp.72,6  
= Rp. 4.044.328
- Sebelum Pengerukan  
- Faktor Konversi (F/A, 11, 50) = 1668.771  
- *PV Benefit* = (F/A,11,50) x Rp. 4.044.328  
= (1668.771) x Rp. 4.044.328  
= Rp. 6.749.057.614
- Setelah Pengerukan  
- Faktor Konversi (F/A, 11, 54) = 2588.3174  
- *PV Benefit* = (F/A,11,54) x Rp. 4.044.328

$$= 2588.3174 \times \text{Rp. } 4.044.328$$

$$= \text{Rp. } 10.468.005.051$$

2. Alternatif 2 (Harga Air dengan syarat B/C > 1)

$$i = 11 \%$$

$$\text{harga jual listrik} = \text{Rp.}414 \text{ per kWh}$$

$$\text{Produksi Listrik} = 55.707 \text{ kWh}$$

$$\text{Benefit PLTA} = \text{Produksi listrik} \times \text{harga jual listrik}$$

$$= 55.707 \times \text{Rp. } 414$$

$$= \text{Rp. } 23.062.698$$

Sebelum Pengerukan

$$\text{- Faktor Konversi (F/A, 11, 50)} = 1668.771$$

$$\text{- PV Benefit} = (\text{F/A}, 11, 50) \times \text{Rp. } 23.062.698$$

$$= (1668.771) \times \text{Rp. } 23.062.698$$

$$= \text{Rp. } 38.486.361.604$$

Setelah Pengerukan

$$\text{- Faktor Konversi (F/A, 11, 54)} = 2588.3174$$

$$\text{- PV Benefit} = (\text{F/A}, 11, 54) \times \text{Rp. } 23.062.698$$

$$= 2588.3174 \times \text{Rp. } 23.062.698$$

$$= \text{Rp. } 59.693.582.524$$

Irigasi

Keuntungan yang diperoleh dari hasil pertanian adalah dari pendapatan bersih petani dari tanaman yang dihasilkan. Pola tata tanam yang digunakan adalah Padi- Padi-Polowijo. Benefit untuk pertanian akan disajikan dalam tabel berikut ini :

Tabel 3. Perhitungan Keuntungan Padi per hektar tahun 2009

No	Keterangan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Harga Total
A	BIAYA PRODUKSI				
1	Biaya Tenaga Kerja				
a	Pencemaman	HKP	56		Rp. 200.000
b	Pengolahan Tanah				
	Membajak	JKM	22	Rp. 22.500	Rp. 495.000
	Mengan/Meratakan	JKM	22	Rp. 22.500	Rp. 495.000
	Mencangkul	HKP	28	Rp. 12.500	Rp. 350.000
c	Penanaman				Rp. 690.000
d	Pemupukan		84	Rp. 3.600	Rp. 302.400
e	Penyirangan	HKP	168		Rp. 400.000
		HKW	364		Rp. 1.456.000
f	Penyemprotan	HKP	84	Rp. 3.125	Rp. 262.500
g	Pengairan				Rp. 160.000
h	Biaya Panen				Rp. 1.160.000
i	Pengangkutan				Rp. 195.000
	Pengirangan				Rp. 392.000
2	Biaya Suprodi				
a	Berih	kg	35	Rp. 6.400	Rp. 224.000
b	Pupuk				
	Urea	kg	265		Rp. 350.000
	SP-36	kg	175	Rp. 1.550	Rp. 271.250

ZA	kg	92	Rp. 1.050	Rp. 96.600
Phonska	kg	175	Rp. 1.750	Rp. 306.250
Pestisida				
Furadan				Rp. 147.000
Arida				Rp. 595.000
Antracol				Rp. 105.000
Lain-lain				
a. Sewa Lahan				Rp. 3.500.000
b. Pupuk Lahan				Rp. 61.250
<b>B</b>	<b>TOTAL BIAYA PRODUKSI (Cost)</b>			<b>Rp. 11.808.250</b>
<b>C</b>	<b>PRODUKSI</b>	kg	5600	Rp. 2.400
<b>D</b>	<b>KEUNTUNGAN (Benefit)</b>			<b>Rp. 13.440.000</b>
B/C Rasio		1.14		
B/C Rasio		0.14		

Sumber : Dinas Pertanian Kab.Kediri

Tabel 4. Perhitungan Keuntungan Jagung per hektar tahun 2009

No	Keterangan	Satuan	Volume	Harga Satuan	Harga Total
A	BIAYA PRODUKSI				
1	Biaya Tenaga Kerja				
a	Pengolahan Tanah				
	Membajak	HKM	8	Rp. 30.000	Rp. 240.000
	Menganah / meratakan	HKM	8	Rp. 30.000	Rp. 240.000
		HKP(kelebihan)	1	Rp. 20.000	Rp. 20.000
b	Penanaman				
	HKP		3		Rp. 300.000
	HKW		4		Rp. 240.000
	HKP(kelebihan)		3		Rp. 60.000
	HKW(kelebihan)		3	Rp. 20.000	Rp. 60.000
c	Pemupukan				
	HKP		12	Rp. 50.000	Rp. 600.000
	HKP(kelebihan)		8	Rp. 10.000	Rp. 80.000
	HKW(kelebihan)		7	Rp. 10.000	Rp. 70.000
d	Penyirangan				
	HKP		16		Rp. 500.000
	HKP(kelebihan)				Rp. 200.000
e	Pengendalian hama penyakit	HKP	8	Rp. 20.000	Rp. 160.000
f	Pengairan	HKP	8	Rp. 30.000	Rp. 240.000
2	Biaya Suprodi				
a	Berih	kg	20	Rp. 58.000	Rp. 1.160.000
b	Pupuk				
	Urea	kg	350	Rp. 1.300	Rp. 455.000
	SP-36	kg	120	Rp. 1.600	Rp. 192.000
	ZA	kg	120	Rp. 1.500	Rp. 180.000
	Phonska	kg	200	Rp. 2.000	Rp. 400.000
	Pupuk Kandasa/ Pupuk Hijau	truk	11	Rp. 120.000	Rp. 1.320.000
c	Pestisida				
	Acrobat & Buldok				Rp. 270.000
	Regen Red	cc	1000		Rp. 100.000
	Pelarutan				Rp. 70.000
3	Lain - lain				
a	Sewa Lahan				Rp. 3.560.000
b	Pajak Lahan				Rp. 40.000
<b>B</b>	<b>TOTAL BIAYA PRODUKSI (Cost)</b>				<b>Rp. 10.757.000</b>
<b>C</b>	<b>PRODUKSI</b>		5300	Rp. 2.300	Rp. 12.190.000
<b>D</b>	<b>KEUNTUNGAN (Benefit)</b>				<b>Rp. 1.433.000</b>
B/C Rasio		1.13			
B/C Rasio		0.13			

Sumber :Dinas Pertanian Kab.Kediri

Tabel 5. Perhitungan Keuntungan Irigasi Tanam tahun 2009

Musim Tanam	Keterangan	Luas Lahan	Keuntungan Bersih (per hektar)	Keuntungan Total
I	Padi	371	Rp. 1.631.750	Rp. 605.379.250
II	Padi	371	Rp. 1.631.750	Rp. 605.379.250
III	Jagung	186	Rp. 1.433.000	Rp. 265.821.500
	<b>Total</b>		<b>Rp. 4.696.500</b>	<b>Rp. 1.476.580.000</b>

Sumber : Hasil Perhitungan

Keterangan :

1. Musim tanam
2. Jenis tanaman
3. Luas lahan (Ha)
4. Keuntungan bersih (Ha)
5. Keuntungan Total : (3) x (4)

Contoh Perhitungan :  
Manfaat Irigasi-Pertanian  
= Rp. 1.476.580.000

Sebelum Pengerukan

- Faktor Konversi (F/A, 11, 50) =  
1668.771  
-  $PV\ Benefit = (F/A, 11, 50) \times Rp.$   
1.476.580.000  
= (1668.771)  $\times$  Rp. 1.476.580.000  
= Rp. 2.464.073.883.180

Setelah Pengerukan

- Faktor Konversi (F/A, 11, 54) =  
2588.3174  
-  $PV\ Benefit = (F/A, 11, 54) \times Rp.$   
1.476.580.000  
= 2588.3174  $\times$  Rp. 1.476.580.000  
= Rp. 3.821.857.706.492

Nilai *present value* (PV) untuk *benefit* PLTA dan irigasi sebelum dan sesudah pengerukan (Total benefit) adalah sebagai berikut:

1. Alternatif 1 (Harga Air Berdasarkan Rencana Kerja Operasional Perusahaan tahun 2009)

Sebelum Pengerukan:

$PV\ Benefit\ PLTA = Rp. 6.749.057.614$   
 $PV\ Benefit\ Irigasi =$   
Rp. 2.464.073.883.180

Total  $PV\ Benefit = PV\ Manfaat\ PLTA +$   
 $PV\ Manfaat\ Irigasi$   
= Rp. 6.749.057.614 +  
Rp. 2.464.073.883.180  
= Rp 2.470.822.940.795

Setelah Pengerukan:

$PV\ Benefit\ PLTA = Rp. 10.468.005.051$   
 $PV\ Benefit\ Irigasi =$   
Rp. 3.821.857.706.492

Total  $PV\ Benefit = PV\ Manfaat\ PLTA +$   
 $PV\ Manfaat\ Irigasi$   
= Rp. 10.468.005.051 +  
Rp. 3.821.857.706.492  
= Rp 3.832.325.711.543

2. Alternatif 2 (Harga Air dengan syarat  $B/C > 1$ )

Sebelum Pengerukan:

$PV\ Benefit\ PLTA = Rp. 38.486.361.604$   
 $PV\ Benefit\ Irigasi =$   
Rp. 2.464.073.883.180

Total  $PV\ Benefit = PV\ Manfaat\ PLTA$   
 $+ PV\ Manfaat\ Irigasi$   
= Rp. 38.486.361.604 +  
Rp. 2.464.073.883.180  
= Rp 2.502.560.244.784

Setelah Pengerukan:

$PV\ Benefit\ PLTA = Rp. 59.693.582.524$   
 $PV\ Benefit\ Irigasi =$   
Rp. 3.821.857.706.492

Total  $PV\ Benefit = PV\ Manfaat\ PLTA$   
 $+ PV\ Manfaat\ Irigasi$   
= Rp. 59.693.582.524 +  
Rp. 3.821.857.706.492  
= Rp 3.881.551.289.016

**Benefit Cost Ratio (BCR)**

*Benefit Cost Ratio* (BCR) adalah perbandingan antara nilai sekarang (*present value*) dari manfaat (*benefit*) dengan nilai sekarang dari biaya (*cost*).

Berdasarkan persamaan (2-17), maka dapat dihitung nilai BCR sebesar:

1. Alternatif 1 (Harga Air Berdasarkan Rencana Kerja Operasional Perusahaan tahun 2009)

Sebelum Pengerukan:

$B/C = \frac{PV\ dari\ manfaat}{PV\ dari\ biaya} =$   
 $\frac{Rp. 2.470.822.940.795}{Rp. 2.501.664.846.300} = 0,96$

Setelah Pengerukan:

$B/C = \frac{PV\ dari\ manfaat}{PV\ dari\ biaya} =$   
 $\frac{Rp. 3.832.325.711.543}{Rp. 3.830.756.902.920} = 0,99$

2. Alternatif 2 (Harga Air dengan syarat  $B/C > 1$ )

Sebelum Pengerukan:

$$B/C = \frac{\text{PV dari manfaat}}{\text{PV dari biaya}} = \frac{\text{Rp. 2.502.560.244.784}}{\text{Rp. 2.501.664.846.300}} = 1,00$$

Setelah Pengerukan:

$$B/C = \frac{\text{PV dari manfaat}}{\text{PV dari biaya}} = \frac{\text{Rp. 3.881.551.289.016}}{\text{Rp. 3.830.756.902.920}} = 1,01$$

Karena *Benefit Cost Ratio* BCR pada alternatif 2 > alternatif 1, maka proyek ini layak untuk dilaksanakan. Perhitungan BCR dengan suku bunga 11%.

### **Net Present Worth atau Net Present Value (NPV)**

NPV adalah selisih antara *benefit* ( penerimaan) dengan *cost* (pengeluaran) yang telah di-present-value-kan. Dalam menganalisa kelayakan ekonomi jika nilai NPV lebih besar dari nol, berarti suatu proyek dapat dinyatakan bermanfaat untuk dilaksanakan. Jika  $NPV = 0$ , berarti proyek tersebut mengembalikan sama persis dengan nilai modal yang ditanamkan. Jika NPV lebih kecil dari nol, berarti proyek tidak dapat menghasilkan senilai biaya yang dipergunakan, maka proyek tidak akan dipilih atau tidak layak untuk dijalankan.

Contoh perhitungan NPV pada alternatif 2 setelah pengerukan untuk harga air pada suku bunga 11% adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Suku Bunga} &= 11 \% \\ \text{PV Benefit} &= \text{Rp. 3.881.551.289.016,-} \\ \text{PV Cost} &= \text{Rp. 3.830.756.902.920,-} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NPV} &= \text{PV Benefit} - \text{PV Cost} \\ &= \text{Rp. 3.881.551.289.016,-} \\ &\quad - \text{Rp. 3.830.756.902.920,-} \\ &= \text{Rp. 50.794.386.096,-} \end{aligned}$$

### **Internal rate of Return (IRR)**

Definisi IRR adalah tingkat suku bunga yang membuat manfaat dan biaya mempunyai nilai yang sama atau  $B-C=0$  atau tingkat suku bunga yang membuat  $B/C = 1$ .

Contoh perhitungan nilai IRR untuk harga air adalah sebagai berikut :

Contoh perhitungan:

$$IRR = I' + \frac{NPV'}{NPV' - NPV''} (I'' - I')$$

dimana :

$I'$  = suku bunga memberikan nilai NPV positif = 11%

$I''$  = suku bunga memberikan nilai NPV negatif = 12%

$NPV'$  = NPV positif = 50.794.386.096

$NPV''$  = NPV negatif = -432.852.499.344

Sehingga,

$$\begin{aligned} IRR &= 0 \% + \frac{50.794.386.096}{50.794.386.096 - (-432.852.499.344)} (12 \% - 11 \%) \\ &= 11,105 \% \end{aligned}$$

Jadi tingkat pengembalian IRR yang didapat adalah sebesar 11,105 %.

### **Analisis Sensitivitas**

Analisis sensitivitas dibutuhkan dalam rangka mengetahui sejauh mana dampak parameter-parameter investasi yang telah ditetapkan sebelumnya boleh berubah karena adanya faktor situasi dan kondisi selama umur investasi, sehingga perubahan tersebut hasilnya akan berpengaruh pada putusan yang telah diambil. Dalam analisis ini setiap kemungkinan harus dicoba kembali,

karena dalam analisis proyek didasarkan pada proyeksi-proyeksi yang mengandung banyak ketidakpastian tentang apa yang akan terjadi di waktu yang akan datang.

Analisis sensitivitas yang dihitung pada studi ini adalah sebagai berikut :

1. Biaya turun 10%, manfaat tetap
2. Biaya naik 10%, manfaat tetap
3. Biaya tetap, manfaat turun 10%
4. Biaya tetap, manfaat naik 10%

Dari hasil perhitungan analisa sensitivitas pada tahun 2009 terjadi kondisi sebagai berikut :

1. Kondisi biaya turun 10%, manfaat tetap, maka besarnya IRR terjadi pada suku bunga = 11,01 %. Hal ini berarti pada kondisi ini Bendungan Selorejo layak dari segi ekonomi.
2. Kondisi biaya naik 10%, manfaat tetap, maka besarnya IRR terjadi pada suku bunga = 11,00 %. Hal ini berarti pada kondisi ini Bendungan Selorejo layak dari segi ekonomi.
3. Kondisi biaya tetap, manfaat turun 10%, maka besarnya IRR terjadi pada suku bunga = 11,00 %. Hal ini berarti pada kondisi ini Bendungan Selorejo layak dari segi ekonomi.
4. Kondisi biaya tetap, manfaat naik 10%, maka besarnya IRR terjadi pada suku bunga = 11,16 %. Hal ini berarti pada kondisi ini Bendungan Selorejo layak dari segi ekonomi.

### Penetapan Harga Air Irigasi

Dalam kajian ini penetapan harga air pada saat normal, sehingga harga jual air berdasarkan kondisi yang paling minimum yang dapat dikenakan pada konsumen agar proyek Bendungan Selorejo benar-benar layak pada kondisi normal, maka harga jual air dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 i &= 11 \% \\
 (P/A \ 11,100) &= 9.091 \\
 (P/F \ 11,36) &= 38,5758 \\
 \text{Kebutuhan air irigasi} &= 371 \text{ m}^3/\text{dt} \\
 B/C &= 1.01 \\
 \text{IRR} &= 11,105 \% \\
 \text{Cost} &= 3.830.756.902.920 \\
 \text{Kebutuhan air irigasi/th} &= 371 \times 365 \\
 &\text{hari} \times 24 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \times 60 \text{ detik} \\
 &= 6.307.200.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Harga air irigasi} &= \\
 &\frac{\text{total alokasi biaya (B = C)}}{\text{Kebutuhan irigasi (P / A 11,100) x (P / F 11,36)}} \\
 &= \frac{3.830.756.902.920}{371(9.091) \times (38.5758)} = \\
 &2,0 \text{ Rupiah/m}^3
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa semakin besar suku bunga yang dipakai, semakin tinggi harga air yang harus ditanggung oleh petani. Dalam hal ini nilai air yang diperhitungkan adalah berbeda dengan biaya air. Nilai air disini tidak hanya menghitung proses dari penyediaan air sampai terpenuhinya kebutuhan tetapi juga memperhitungkan nilai dari air itu sendiri. Sedangkan untuk biaya air, Perhitungan lebih pada perhitungan secara komersil dari proses penyediaan air itu saja dan nilai dari air itu sendiri tidak diperhitungkan. Jadi harga air yang dimaksudkan adalah manfaat air yang dihasilkan diperhitungkan nilai air.

Studi ini dilakukan untuk mengetahui kira-kira berapa besar harga air yang akan ditanggung oleh petani untuk biaya operasional dan pemeliharaan Bendungan. Setelah mengetahui harga air tersebut diharapkan pihak-pihak yang terkait dapat selalu meninjau supaya harga air yang telah diperhitungkan dapat dibayar tepat waktu agar Bendungan Selorejo dapat terpelihara dengan baik.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan yang telah dilakukan dengan memperhatikan rumusan masalah, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Besar manfaat yang dihasilkan Bendungan Selorejo, alternatif 1 (harga air berdasarkan RKOP) pada PLTA Rp. 72,6 per kWh bermanfaat sebesar Rp. 4.044.328 dan alternatif 2 (harga air dengan syarat  $B/C > 1$ ) pada PLTA Rp. 414 per kWh bermanfaat sebesar Rp.23.062.698 dan irigasi dengan pola tata tanam Padi-Padi-Polowijo bermanfaat sebesar Rp.1.476.580.000.
2. Dengan dua manfaat pada Bendungan Selorejo (analisa ekonomi dengan menggunakan bunga 11%), maka ditinjau terhadap Nilai Rasio Biaya Manfaat (B/C) sebesar 1,0 ; Selisih Biaya Manfaat (B-C) sebesar Rp. 50.794.386.096 ; Tingkat Pengembalian Internal (IRR) sebesar 11,1 % dan Analisa Sensivitas dengan kondisi sebagai berikut :
  - a. Cost turun 10% dan benefit tetap
  - b. Cost naik 10% dan benefit tetap
  - c. Benefit turun 10% dan cost tetap
  - d. Benefit naik 10% dan cost tetap

Maka dapat menghasilkan nilai IRR yang berbeda-beda, namun masih berada di atas suku bunga (6,5%) yang berlaku yaitu sebesar 11,1 %. Hal ini menandakan bahwa proyek ini layak dari segi ekonomi ( $IRR > \text{Suku Bunga}$ ).

3. Harga jual air per  $m^3$  setelah melalui perhitungan dengan dasar nilai  $B/C > 1$  terdapat pada alternatif 2 sebagai berikut :  
PLTA: Rp. 414 /kWh dan  
irigasi: Rp 2,0 / $m^3$

Nilai ini diperoleh setelah melalui perhitungan dengan dasar nilai  $B/C > 1$ , dengan tujuan bahwa dengan harga tersebut diharapkan dapat lebih mengurangi kerugian yang dialami oleh Bendungan Selorejo dengan tetap mempertimbangkan kemampuan konsumen.

### Saran

Adapun saran yang dapat penulis sampaikan adalah sebagai berikut.:

1. Karena rehabilitasi Bendungan ini ditujukan untuk kesejahteraan penduduk, maka untuk penetapan harga air hendaknya tidak melihat dari sisi keuntungan saja tetapi juga harus melihat dari sisi kemampuan ekonomi konsumen.
2. Pemerintah atau instansi yang terkait hendaknya memaksimalkan pemeliharaan bendungan agar tidak terjadi kerusakan berat, sehingga kerusakan dapat cepat diatasi dan dapat meminimalisir biaya operasi dan pemeliharaan.
3. Instansi yang terkait hendaknya juga lebih meningkatkan pemanfaatan bendungan yang ada guna untuk meningkatkan pendapatan per tahunnya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2014. *Panduan Penulisan Artikel Jurnal Ilmiah*. Gresik: UPT. Lembaga Pengabdian Masyarakat Universitas Gresik .
- Anonim. 2003. *Project Completion Report (PCR) Pembangunan Waduk Selorejo di Propinsi Jawa Timur*. Malang: Lembaga Pengabdian Masyarakat Universitas Brawijaya.
- Anonim. 2010. <http://gudangilmu.blogspot.com/2009/10/jaga-bendungan-kita.html>, 11 desember 2010.

- Anonim. 2010. <http://psycholand.wordpress.com/2010/01/10/mengugat-penjajahan-sumberdaya-air-dengan-modus-privatisasi>, 12 desember 2010).
- Anonim. 2010. [http://www.agus\\_dh.staff.gunadarma.ac.id/.../Pengaruh+Kebijakan+SDA+terhadap+Pengelolaan+Irigasi.pdf](http://www.agus_dh.staff.gunadarma.ac.id/.../Pengaruh+Kebijakan+SDA+terhadap+Pengelolaan+Irigasi.pdf), 13 desember 2010.
- Dandekar, M.M dan Sharma, K.N. 1991. *Pembangkit Listrik Tenaga Air*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Dinas Pertanian Kabupaten Kediri. 2009. *Laporan Hasil Analisa Usaha Tani*. Kediri.
- Giatman, M. 2006. *Ekonomi Teknik*. Jakarta: PT RajaGrafindo Persada.
- Jasa Tirta I. (2009). *Rencana Kerja Operasional Perusahaan tahun 2009 Wilayah Sungai Kali Brantas*. Malang.
- Kuiper, Edward. 1971. *Water Resources Project Economic*. Canada.
- Linsley, Ray K dan Franzini, Joseph B. 1986. *Teknik Sumber Daya Air Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Priyantoro, Dwi. 1987. Diklat Kuliah Transportasi Sedimen. Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Tidak diterbitkan.
- Soemarto, CD. 1987. *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Sosrodarsono, Suyono. 1987. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: Pradnya Paramita
- Sudjarwadi. 1989. *Operasi Waduk*. Yogyakarta: Pau Ilmu Teknik Universitas Gadjah Mada.
- Suyanto, Adhi, Trie M. Sunaryo dan Roestam Sjarief. 2001. *Ekonomi Teknik Sumber Daya Air; Suatu Pengantar Praktis*. Jakarta: Masyarakat Hidrologi Indonesia (MHI).
- Seyhan, Ersin. 1979. *Principles Reservoir Engineering*. Amsterdam: Institute Of Earth Sciences Free University Amsterdam.