

STUDI EVALUASI HARGA AIR PADA BENDUNGAN WONOGIRI UNTUK PLTA AKIBAT Pengerukan SEDIMEN

Ariet Setiawan¹⁾, Sugiyarto²⁾, Adi Yusuf Muttaqien³⁾

¹⁾ Mahasiswa, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

^{2),3)} Pengajar, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jln Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126 Telp: 0271-634524.

Email : arietsetiawan84@gmail.com

Abstract

Wonogiri dam is located in District Wuryorejo, Wonogiri is ± 10 km in the south of City Wonogiri. Effect of sediment that accumulates from the upstream watershed Keduang is a problem that occurs in Wonogiri Dam This resulted in reduced water storage dams. The method used in this research is descriptive evaluative, research that describes the condition of a particular project with the analysis of existing data. This evaluation study examines the economic feasibility analysis. This evaluation study examines the feasibility of economic analysis in terms of the value Dam Wonogiri Benefit Cost Ratio (B / C), Difference in Cost Benefit (B-C) or NPV, Internal Rate Of Return (IRR) and Sensitivity Analysis, this evaluation study also use to know minimum selling price of water for power generation for operational costs and maintenance and dredging.

This methods starts with analyzing large existing costs. Which is composed of the initial construction cost of development, hydropower costs, operating costs and the cost. From the results of the sensitivity analysis results can be obtained after dredging and B / C after dredging of 1.48, NPV after dredging dredging for the price of water at the rate of 11% is 1,065.884 078 824, IRR after dredging obtained results 18.055%, BEP is reached after 34 years and 5 months conclude the use of water for hydropower at a minimum price is Rp. 154 .9 per kWh proper from economic feasibility.

Keywords : price of water, hydropower, economic feasibility, breakeven and Sensitivity Analysis

Abstrak

Bendungan Wonogiri terletak di Kecamatan Wuryorejo, Kabupaten Wonogiri terletak ± 10 km disebelah selatan Kota Wonogiri. Akibat banyaknya sedimen yang menumpuk dari hulu DAS Keduang merupakan masalah yang terjadi pada Bendungan Wonogiri Hal ini mengakibatkan tumpukan air pada bendungan berkurang. Sehingga mengurangi kinerja pasokan pembangkit listrik tenaga air untuk PT. Indonesia Power. Studi ini dilakukan untuk mengetahui harga jual air minimal untuk pembangkit listrik yang harus dibayar oleh PT. Indonesia Power untuk biaya operasional dan pemeliharaan serta biaya pengerukan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif evaluatif, penelitian yang menggambarkan kondisi proyek tertentu dengan analisis data-data yang ada. Studi evaluasi ini mengkaji kelayakan Analisa ekonomi Bendungan Wonogiri ditinjau terhadap Nilai Rasio Biaya Manfaat (B/C), Selisih Biaya Manfaat (B-C) atau NPV, Tingkat Pengembalian Internal (IRR) serta Analisa Sensivitas. Dari hasil Hasil Analisa sensitivitas sesudah pengerukan dapat diperoleh dan B/C sesudah pengerukan sebesar 1,48, NPV sesudah pengerukan pengerukan untuk harga air pada suku bunga 11% yaitu 1,065,884.078.824, IRR sesudah pengerukan diperoleh hasil 18,055 %, Titik Impas atau BEP tercapai setelah 34 tahun 5 bulan, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa pemakaian harga jual minimal air PLTA sebesar Rp. 154,9 per kWh layak dari sisi ekonomi

Kata kunci: harga air, PLTA, kelayakan ekonomi, titik impas , Analisa Sensitivitas

PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu anugerah Tuhan Yang Maha Esa yang tidak ternilai harganya bagi kehidupan di Bumi. volume air di permukaan bumi ini kurang lebih adalah sekitar 1,4 milyar km³, tetapi 97% air tersebut adalah berupa air asin di lautan. Hanya 3% saja air di muka bumi ini yang berupa air tawar. Dari sekitar 3% air tawar itu, sebanyak 68,7% berupa es yang terdapat di kutub utara dan kutub selatan, serta di puncak gunung-gunung yang tinggi sebagai salju abadi. Sebanyak 30,1% adalah air tawar yang tersimpan dalam tanah sebagai air tanah sampai pada kedalaman 5 km (<http://km.itb.ac.id>).

Namun demikian ketika penduduk masih sedikit jumlahnya, kehadiran air tidak dihiraukan oleh manusia. Hal ini dapat dipahami karena air sangat mudah didapat walapun hanya dengan menggunakan sarana yang cukup sederhana Seakan-akan air tidak mempunyai nilai ekonomis, air hanya dipakai untuk keperluan yang sangat terbatas. Sehingga cukup banyak air yang mengalir dengan sia-sia tanpa sempat dimanfaatkan. Bahkan karena belum dapat dikendalikan, maka air justru menjadi sumber malapetaka.

Dengan bertambahnya penduduk, air mulai dibutuhkan. Orang sudah mulai mempersoalkan akan kegunaan air yang lebih luas, antara lain dipakai sebagai sarana transportasi, irigasi, air minum, industri, penggelontoran kota dan lain-lain. Tidak mengherankan apabila kemudian perkembangan peradaban suatu bangsa tumbuh pada daerah-daerah disepanjang aliran sungai maupun di daerah pantai.

Ketika penduduk makin padat air menjadi barang yang berharga. Manusia semakin sadar akan keterbatasan sumber daya yang sangat terbatas tersebut. Manusia mulai berfikir bagaimana memanfaatkan air yang pada musim tertentu atau hujan terjadi kelebihan, sedangkan pada musim yang lain atau kering terjadi kekurangan air. Juga karena adanya kepentingan yang berbeda-beda, maka hal itulah pangkal bertolakannya upaya manusia untuk mengelola air.

Salah satu karya besar manusia dalam usaha mengendalikan air adalah dengan membuat waduk penampungan air. Waduk mempunyai peran yang cukup berarti dalam menyumbangkan keberadaan air pada musim basah dan musim kering, penyediaan air untuk irigasi, produksi listrik tenaga air, sebagai pengendali banjir dan sebagainya. Namun demikian potensi air yang belum dimanfaatkan adalah masih berlipat ganda banyaknya. Karena hingga kini air sungai belum dapat dikendalikan secara keseluruhan. Hal ini disebabkan karena ada beberapa kendala dalam pemanfaatan air untuk keperluan manusia, yaitu jumlah (kuantitas), mutu (kualitas), lokasi (tempat) dan waktu.

Dengan kondisi yang demikian tidak mustahil apabila pada akhirnya air menjadi barang langka. Untuk itu perlu adanya pemanfaatan air sebesar-besarnya untuk memenuhi sebanyak-banyaknya kepentingan masyarakat dalam jangka waktu selama mungkin. Sehingga sasaran pemanfaatan air adalah secara optimal. Oleh karena itu pemikiran kita mengarah pada upaya-upaya penggunaan air secara efisiensi, efektif dan produktif, tidak kurang tetapi juga tidak lebih sesuai dengan pola pemakaian sumber daya secara bijaksana (*wise use of resources*).

LANDASAN TEORI

Dio Aditya Aji (2007) menyatakan bahwa Kelayakan ekonomi dihitung dengan membandingkan nilai manfaat dan biaya Embung Gadding ditinjau terhadap nilai rasio manfaat (B/C), selisih manfaat (B-C), tingkat pengembalian internal (IRR), periode pengembalian (Payback Period) dan analisa sensitivitas. Sehingga dapat disimpulkan proyek Embung Gadding ini layak secara ekonomi.

Heru Hari Yadi (2011) menyatakan bahwa sumbangan pemikiran untuk penetapan dan harga jual air yang harus dibayar oleh PLTA untuk biaya O&P, Metode penelitian ini dimulai dengan menganalisa biaya yang timbul akibat pembuatan waduk. Penelitian dilakukan dengan analisa manfaat yang pada akhirnya menghasilkan analisa ekonomi yaitu NPV, B-C Ratio, IRR dan analisa sensitivitas ekonomi

Analisis Ekonomi

Aspek ekonomi mengkaji manfaat dan biaya bagi masyarakat secara menyeluruh misalnya untuk keperluan negara/publik. (Imam Soeharto 1999:109).

Menurut Salim Basalamah (1988:14), aspek ekonomi harus bisa menyesuaikan :

- 1) Pengaruh proyek terhadap peningkatan penghasilan Negara
- 2) Pengaruh proyek kepada penerimaan dan penghematan devisa
- 3) Sumbangan proyek terhadap perluasan kesempatan kerja, serta proses alih teknologi.
- 4) Kegunaan umum yang disumbangkan kepada masyarakat seperti jalanan, penerangan listrik, dan fasilitas lainnya.
- 5) Hubungan proyek dengan proyek lainnya, khususnya hubungan input-output, apakah proyek menjadi pembekal menjadi pembekal dengan proyek lainnya (industri hulu) atau pasar dari proyek lainnya (industri hilir)

Menurut Robert J.K (1995:22). Beberapa rumus penting yang merupakan dasar analisa ekonomi proyek yang berdasarkan/menggunakan bunga berganda (interest compound) dan metode penggadaan yang berperiode (*discrete compounding*) :

- 1) *Future Value* (Harga yang akan datang)

$$F = P(1+i)^n \text{ atau } F = (F/P, i\%, n) \quad [1]$$

- 2) *Present Value* (Harga Sekarang)

$$P = \frac{F}{(1+i)^n} \text{ atau } P = (P/F, i\%, n) \quad [2]$$

- 3) *Sinking Fund* (Penanaman sejumlah uang)

$$A = \frac{Fi}{(1+i)^n - 1} \text{ atau } A = (A/F, i\%, n) \quad [3]$$

- 4) *Capital Recovery* (Pemasukan kembali modal)

$$A = \frac{Pi(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \text{ atau } A = (A/P, i\%, n) \quad [4]$$

- 5) *Future Value dari Annual*

$$F = \frac{A[(1+i)^n - 1]}{i} \text{ atau } F = A(F/A, i\%, n) \quad [5]$$

6) *Present Value dari Annual*

$$P = \frac{A[(1+i)^n - 1]}{i(1+i)^n} \text{ atau } P = A(P/A, i\%, n) \quad [6]$$

7) *Uniform dari Gradient Series*

$$A = G \left[\frac{1}{i} - \frac{n}{(1+i)^n - 1} \right] \text{ atau } A = X(A/G, i\%, n) \quad [7]$$

Nilai Jual Minimum

Untuk jenis proyek yang memberikan jasa maka biaya operasi dan pemeliharaan harus dimasukkan sesuai umur proyek yang telah direncanakan dan menjadi tanggung jawab pihak pengelola / pemilik proyek, sehingga biaya ini dimasukkan dalam unsur tambahan biaya modal (Robert J.K, 1995:59).

Nilai jual minimal dapat diperoleh dari :

Pendapatan = Pengeluaran

Bila nilai jual minimal yang didapat lebih rendah dari pasaran nilai jual pada suatu waktu , berarti proyek sangat fisibel dalam arti mudah dipasarkan dan menarik bagi investor.

Besaran – Besaran Dalam Analisis Ekonomi

Biaya Modal (*Capital Cost*)

Menurut Kuiper (1971), definisi biaya modal adalah jumlah semua pengeluaran yang dibutuhkan mulai dari pra studi sampai selesai dibangun. Bunga modal dibagi menjadi dua bagian yaitu :

1. Biaya langsung (*direct cost*)

Biaya ini merupakan biaya yang diperlukan untuk pembangunan suatu proyek. Biaya langsung pada proyek gedung misalnya biaya pembebasan tanah dan konstruksi. Biaya tanah (*land cost*) berupa pengadaan tanah. Pendapatan dari suatu proyek biasa berasal dari sewa/sewa beli. Jika berasal dari sewa maka bangunan berikut tanahnya tetap menjadi pemilik pengusaha bangunan. Jika berasal sewa beli maka bangunan menjadi milik penyewa dan tanah mejadi milik pengusaha bangunan atau keduanya menjadi milik penyewa setelah jangka waktu yang diperhitungkan.

2. Biaya tidak langsung (*indirect cost*)

Biaya ini mencakup tiga komponen yaitu :

a. Biaya kemungkinan/hal yang tidak terduga dari biaya langsung

Kemungkinan/hal yang tidak pasti ini bila dikelompokkan dapat menjadi tiga, yaitu :

- 1) Biaya / pengeluaran yang timbul tetapi tidak pasti
- 2) Biaya yang timbul namun belum terlihat
- 3) Biaya yang timbul akibat ditetapkannya harga pada waktu yang akan datang (misal kemungkinan adanya kenaikan harga)

Biaya ini merupakan suatu angka prosentase dari biaya langsung misal 5%, 10% ataupun 15% sesuai yang ditulis oleh Robert J. Kodoatie (1995). Hal ini tergantung dari pemilik dan perencana. Semakin berpengalaman pemilik atau perencana, besarnya prosentase ini lebih kecil.

b. Biaya Teknik

Biaya teknik adalah biaya ntuk pembuatan desain mulai dari studi awal sampai biaya perencanaan dan pengawasan selama masa konstruksi. Biaya ini dapat ditentukan berdasarkan prosentase dari biaya langsung atau ditentukan besarnya harga yang pasti.

c. Biaya Bunga

Bunga berpengaruh terhadap biaya langsung, biaya kemungkinan dan biaya teknik sehingga harus diperhitungkan selama masa konstruksi

d. Biaya Tahunan (*Annual Cost*)

Umur ekonomi proyek dimulai setelah proyek selesai dibangun atau setelah masa konstruksi selesai. Selama pemanfaatan proyek masih diperlukan biaya sampai umur proyek selesai dan merupakan beban yang masih harus dipikul oleh pihak investor. Biaya tahunan terdiri dari :

Teknik-Teknik Penilaian Investasi

Kriteria penilaian adalah kriteria yang akan dijadikan alat bantu manajemen untuk membandingkan dan memilih alternatif yang tersedia. Terdapat beberapa macam kriteria penilaian suatu investasi yang dianggap baku antara lain memperhitungkan konsep ekuivalen seperti *Net Present Worth* (NPV), *Benefit Cost Ratio* (BCR) dan Titik Impas (BEP).

Analisis Nilai Sekarang (*Present Worth Analysis*)

Analisis nilai sekarang didasarkan pada konsep ekuivalensi, di mana semua arus kas masuk dan arus kas keluar diperhitungkan terhadap titik waktu sekarang pada suatu tingkat pengembalian minimum yang diinginkan (*Minimum Attractive Rate of Return-MARR*). Analisis dilakukan dengan terlebih dahulu menghitung *Net Present Worth* (NPV). NPV diperoleh menggunakan persamaan :

$$NPV = PW_{\text{pendapatan}} - PW_{\text{pengeluaran}} \quad [9]$$

Dengan

NPV = nilai sekarang neto

PW pendapatan = nilai sekarang dari pendapatan

PW pengeluaran = nilai sekarang dari biaya pengeluaran

Kriteria keputusan untuk mengetahui layak atau tidaknya suatu investasi dalam metode NPV, yaitu jika:

NPV > 0, usulan investasi diterima (menguntungkan)

NPV < 0, usulan investasi ditolak (tidak menguntungkan)

NPV = 0, nilai investasi sama walau usulan investasi diterima maupun ditolak

Analisis *Benefit Cost Ratio*

Benefit Cost Ratio adalah perbandingan nilai ekuivalen semua manfaat terhadap nilai ekuivalen semua biaya. Perhitungan nilai ekuivalen dapat dilakukan menggunakan salah satu dari analisis nilai sekarang, nilai waktu yang datang atau nilai tahunan.

$$\frac{B}{C} = \frac{PW_{\text{manfaat}}}{PW_{\text{biaya}}} = \frac{FW_{\text{manfaat}}}{FW_{\text{biaya}}} = \frac{AW_{\text{manfaat}}}{AW_{\text{biaya}}} \quad [10]$$

Ada tiga kemungkinan nilai B/C yang terjadi, yaitu:

Bila nilai B/C < 1, proyek tidak layak diterima

Bila nilai B/C = 1, proyek marginal (*marginal project*)

Bila nilai B/C > 1, proyek layak diterima

Titik Impas (*Break Even Point*)

Setiap usaha mempunyai resiko dan ketidakpastian. Dengan analisa titik impas besarnya resiko dapat diketahui dalam rangka suatu proses pemutusan. Titik impas dicapai bila keadaan usaha telah menghasilkan pendapatan yang dapat menutup semua pengeluaran.

Analisis Sensitivitas

Karena dalam penentuan nilai-nilai untuk keadaan sesudah proyek seperti produksi, harga, dan lain-lain merupakan estimasi dari perencana, terdapat kemungkinan bahwa keadaan sebenarnya yang akan terjadi tidak sama dengan nilai estimasi tersebut. Dengan melakukan analisis sensitivitas, dapat diperkirakan dampak yang akan terjadi apabila keadaan yang sebenarnya terjadi sesudah proyek tidak sama dengan estimasi awal. 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 atas *judgement* ekonomi 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 (Giatman, 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 atau konsumsi air Pembangkit Listrik Tenaga Air.
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

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif evaluatif, penelitian yang menggambarkan kondisi proyek tertentu dengan analisis data-data yang ada. Analisis data menggunakan metode analisis dan deskriptif. Analisa berarti data yang sudah ada diolah sedemikian rupa sehingga menghasilkan akhir yang dapat disimpulkan. Sedangkan deskriptif maksudnya adalah dengan memaparkan masalah-masalah yang sudah ada atau tampak. Studi evaluasi ini mengkaji kelayakan Analisa ekonomi Bendungan Wonogiri ditinjau terhadap Nilai Rasio Biaya Manfaat (B/C), Selisih Biaya Manfaat (B-C) atau NPV, Tingkat Pengembalian Internal (IRR) serta Analisa Sensivitas.

Tahap-Tahap Pelaksanaan Penelitian

1) Tahap I

Tahap persiapan (Pengumpulan Data)

Persiapan dilakukan dengan mengumpulkan data mengenai bangunan dengan cara bertanya langsung dengan pihak-pihak yang terkait dengan sumber data serta dengan pengumpulan data tertulis dari sumber data yang terkait antara lain :

- a. Data Debit
- b. Data teknis Waduk Wonogiri.
- c. Data Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) selama 1 tahun.
- d. Data biaya konstruksi awal, operasional, usia guna waduk dan biaya pengerukan.
- e. Peta waduk Wonogiri
- f. Foto Lokasi Daerah Studi

2) Tahap II

Analisa Data Manfaat PLTA

3) Tahap III

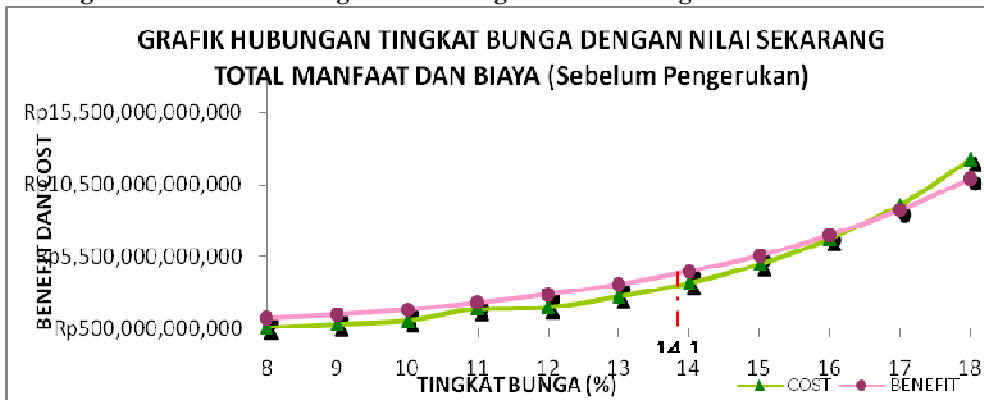
Tahap analisis finansial investasi

- a. Menghitung besar nilai sekarang bersih / *Net Present Value* (NPV).
- b. Perbandingan Manfaat dan Biaya / *Benefit Cost Ratio* (BCR).
- c. Analisis Titik Impas / *Break Even Point* (BEP)
- d. Kesimpulan dan Saran

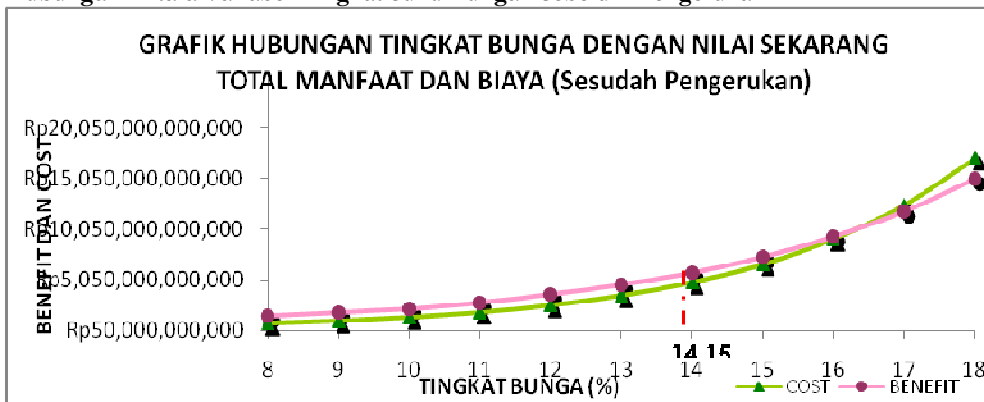
HASIL DAN PEMBAHASAN

Studi ini dilakukan dengan menganalisis kelayakan ekonomi harga air pada Waduk wonogiri di Kabupaten Wonogiri di masa sekarang sehingga bertujuan untuk dapat mengetahui apakah dengan harga air yang sudah ditetapkan saat ini dapat dikategorikan layak secara ekonomi ditinjau dari satu manfaat yakni untuk PLTA. Pembahasan dimulai dengan menganalisis besar biaya-biaya yang ada. Yakni terdiri dari biaya konstruksi awal pembangunan, biaya PLTA, dan biaya operasional dan biaya pengerukan. Untuk penetapan harga jual air ke PLTA PT. Indonesia Power sebesar Rp. 183,56 per kWh. Setelah itu dilakukan analisis manfaat yang pada akhirnya menghasilkan analisis ekonomi yang terdiri dari B/C sebelum pengerukan sebesar 1,49 dan B/C sesudah pengerukan sebesar 1,48, untuk NPV sebelum pengerukan untuk harga air pada suku bunga 11% yaitu 761.491.273.061, NPV sesudah pengerukan pengerukan untuk harga air pada suku bunga 11% yaitu 1.065.884.078.824, untuk IRR sebelum pengerukan diperoleh hasil 18,398 % sedangkan IRR sesudah pengerukan diperoleh hasil 18,055 % , Titik Impas atau BEP sebelum pengerukan tercapai setelah 29 tahun 7 bulan sedangkan sesudah pengerukan Titik Impas atau BEP tercapai setelah 34 tahun 5 bulan. Hasil Analisa sensitivitas sebelum pengerukan dan sesudah pengerukan dapat diambil kesimpulan pemakaian air untuk PLTA dengan harga jual air 183,56 per kWh pada tahun 2012 layak dari sisi ekonomi, sedangkan harga jual air minimal PLTA yang layak dari sisi ekonomi sebesar 154,9 per kWh.

Hubungan Antara Variabel Tingkat Suku Bunga Sebelum Pengerukan



Hubungan Antara Variabel Tingkat Suku Bunga Sebelum Pengerukan



SIMPULAN

Dari analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut::

1. Untuk penetapan harga jual air minimal ke PLTA PT. Indonesia Power sebesar Rp. 154.9 per kWh.
2. Hasil analisis ekonomi yang diperoleh yaitu B/C sebelum pengerukan sebesar 1,49 dan B/C sesudah pengerukan sebesar 1,48, untuk NPV sebelum pengerukan untuk harga air pada suku bunga 11% yaitu 761.491.273.061. Sedangkan NPV sesudah pengerukan pengerukan untuk harga air pada suku bunga 11% yaitu 1.065.884.078.824.
3. Untuk IRR sebelum pengerukan diperoleh hasil 18,398 % sedangkan IRR sesudah pengerukan diperoleh hasil 18,055 % , Titik Impas atau BEP sebelum pengerukan tercapai setelah 29 tahun 7 bulan sedangkan sesudah pengerukan Titik Impas atau BEP tercapai setelah 34 tahun 5 bulan. Hasil Analisa sensitivitas sebelum pengerukan dan sesudah pengerukan dapat diambil kesimpulan bahwa pemakaian air untuk PLTA dengan harga jual air minimal PLTA yang layak dari sisi ekonomi sebesar 154,9 per kWh.

REFERENSI

- Dandekar, M.M dan Sharma, K.N 1991. *Pembangkit Listrik Tenaga Air*, Jakarta: Universitas Indonesia.
- Giatman, M.2006. *Ekonomi Teknik*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada
- Kuiper, Edward.1971. *Water Reosurces Project Economic*, Canada
- Mohan, Thomas A.Mc. 1978. *Reservoir Capacity and Yield*. Elevier.
- Nemec, Jaromir.1973. *Engineering Hydrology*. New Delhi: Tata Mcgrow Hill Publishing Company Ltd
- Priyantoro, Dwi. 1987 Diktat Kuliah Transportasi Sedimen. Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.Tidak diterbitkan
- Pudjosumarto, Mulyadi 1985, *Evaluasi Proyek Malang*. Fakultas Ekonomi Universitas Brawijaya
- Pujawan, I Nyoman. 2009 *Ekonomi Teknik*. Liberty, Yogyakarta
- Sudjarwadi. 1998.*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)
- Kodoatie, Robert J. 1995. *Analisa Ekonomi Teknik*. Yogyakarta : Andi Offset.