

Analisis Biaya Pengelolaan Air Dengan Metode Sistem Dinamik Pada Waduk Jatigede

Analysis Of Water Service Costs With System Dynamic Methods In Jatigede Reservoir

Ussy Andawayanti^{1*)}, Harya Muldianto¹, Ery Suhartanto¹, and Widandi Soetopo¹

¹Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang 65145, Indonesia

Article info:

Kata kunci:

Biaya Pelayanan Air; sistem dinamik; waduk serbaguna

Keywords:

Water Service Fee; System dynamics; Multipurpose reservoir.

Article history:

Received: 08-08-2021

Accepted: 07-12-2021

^{*}Koresponden email:
uandawayanti@ub.ac.id

Abstrak

Pengoperasian dan pemeliharaan pada suatu waduk sangat penting dalam keberlanjutan fungsinya. Hal ini harus ditunjang dengan biaya pengoperasian dan pemeliharaan yang memadai. Adapun biaya pengoperasian waduk yang memadai terdiri dari biaya pengelolaan air dari pengguna air dan subsidi dari pemerintah jika diperlukan. Operasi dan pemeliharaan yang berkelanjutan harus menjaga subsidi pemerintah pada tingkat minimum, sementara pada saat yang sama harus juga mempertimbangkan kesediaan pengguna air untuk membayar. Kedua parameter subsidi dan iuran pengelolaan air ini membentuk suatu loop umpan balik yang saling bergantung dalam menentukan biaya operasi dan pemeliharaan, yang termasuk dalam fenomena dinamika sistem. Studi ini bertujuan untuk menghitung besarnya subsidi pemerintah dan besarnya iuran pengelolaan air agar mencapai pengelolaan sumber daya air yang optimal. Dengan pendekatan sistem dinamik dengan menggunakan program Powersim.. Analisis ini dilakukan di Waduk Jatigede Jawa Barat – Indonesia. Waduk Jatigede dengan volume 877 juta m³ yang digunakan untuk irigasi, pasokan air publik dan PLTA. Berdasarkan hasil simulasi agar mencapai pengolaan SDA yang optimal, didapat subsidi sebesar 0% pada kondisi normal, 0% pada kondisi basaha dan 0,88% pada kondisi kering. Adapun iuran pengelolaan air per m³ untuk PDAM Rp. 111,00, PAM Industri Rp. 175,00, Industri langsung Rp. 236,00, PLTA Rp.35.00/KWH dan subsidi Pemerintah Rp. 191.760.000,-.

Abstract

The operation and maintenance of a reservoir are essential in the sustainability of its function. To achieve this, it must be supported by adequate operating and maintenance costs. The cost of operating an adequate reservoir consists of the cost of water services from water users and subsidies from the government if needed. Sustainable operation and maintenance must keep government subsidies to a minimum while at the same time taking into account the willingness of water users to pay. These two parameters of subsidy and water service fees form an interdependent feedback loop in determining operating and maintenance costs, which are included in the phenomenon of system dynamics. This study aims to calculate the amount of government subsidies and water service fees in water service fees to achieve optimal water resources management. With a dynamic system approach using the Powersim program. This analysis was carried out in the Jatigede Reservoir, West Java – Indonesia. Jatigede Reservoir has a volume of 877 million m³ is used for irrigation, public water supply, and hydropower. Based on the simulation results in order to achieve optimal natural resource management, the subsidy obtained is 0% in normal conditions, 0% in wet conditions and 0.88% in dry conditions. The water service fee

per m³ for drinking water is Rp. 111.00, drinking water for industry Rp. 175.00, Industry Rp. 236.00, hydropower Rp. 35.00/KWH and government subsidies Rp. 191.760.000,-.

Kutipan: Andawayanti, U., Muldianto, H., Suhartanto, E., Soetopo, W. (2021). Analisis Biaya Pengelolaan Air Dengan Metode Sistem Dinamik Pada Waduk Jatigede. *Jurnal Teknik Pengairan*.
<https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2021.012.02.11>

1. Pendahuluan

Potensi tahunan sumber daya air permukaan di Indonesia saat ini $\pm 2,780$ miliar meter kubik (R. Radhika, dkk, 2018) dan Indonesia menempati urutan kelima dunia dalam hal potensi cadangan air, tetapi hanya 25% yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan seperti irigasi, air baku, dan industri.

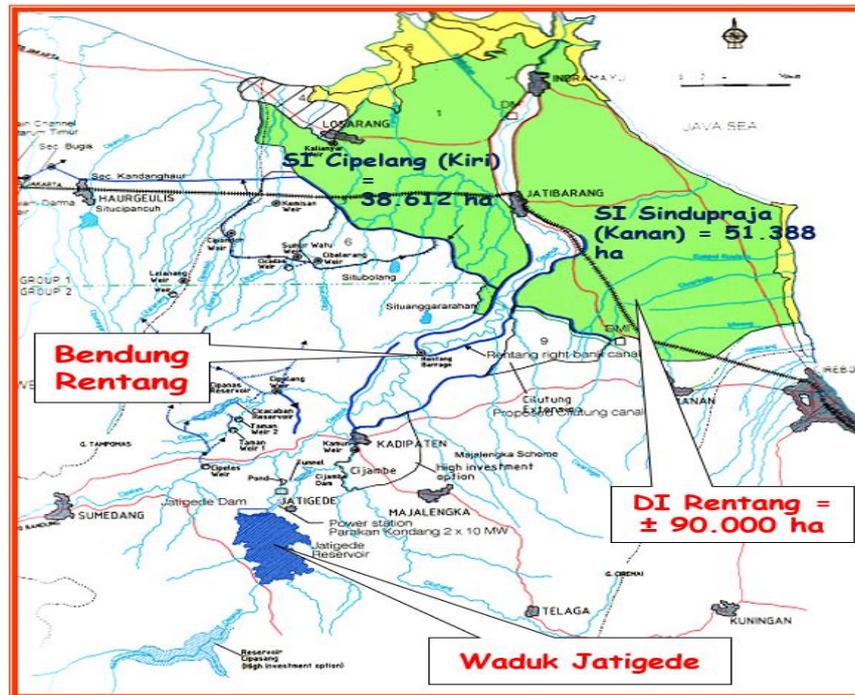
Potensi sumber daya air yang tinggi merupakan anugerah, pembangunan berkelanjutan, dan pengelolaan bendungan dalam upaya mendukung terwujudnya kedaulatan air yang akan mendukung ketahanan pangan dan energi. Pembangunan infrastruktur sumber daya air merupakan upaya pemerintah untuk menyediakan air baku, ketahanan energi nasional dan mendukung ketahanan pangan, serta upaya mengurangi kerugian akibat banjir.

Proyek Bendungan Jatigede merupakan salah satu proyek strategis di bidang sumber daya air. Dengan menginvestasikan biaya pembangunan dan hal-hal lain yang terkait, Waduk Jatigede dihitung untuk dapat memberikan manfaat selama masa operasinya (Indah Karya, 2009). Keberlanjutan fungsi prasarana irigasi menentukan keberhasilan pengelolaan sumber daya air. Untuk mencapai keberlanjutan, aspek operasi dan pemeliharaan (O&P) infrastruktur irigasi adalah sangat penting untuk menjamin manfaat layanan air dan melindungi masyarakat dari kerusakan air, selain untuk memenuhi pengembalian investasi yang dialokasikan pada saat pembangunan. Oleh karena itu perlu adanya penentuan dan penerapan iuran pengelolaan air akan berdampak pada kenaikan efisiensi, karena pengguna akan memanfaatkan air secara lebih hemat dan berkelanjutan (Griffin R. C, 2006). Sehingga di Waduk Jatigede guna keberlanjutan fungsinya diperlukan penentuan iuran biaya layanan air ini berdasarkan proses sebab akibat atau proses kausal dimana harus mempertimbangkan antara subsidi pemerintah dan iuran yang ditanggung pengguna.

Tujuan dari analisis ini adalah untuk mencari iuran layanan air yang optimal untuk setiap pemanfaatan dengan mempertimbangkan berbagai parameter yang dominan. Serta untuk menghitung besarnya subsidi pemerintah dan besarnya iuran pengelolaan air agar mencapai pengelolaan sumber daya air yang optimal. Iuran air yang diperoleh harus dapat diterima dengan baik oleh pengguna air, adil, dan mendukung operasi dan pemeliharaan (O&P) Bendungan Jatigede yang berkelanjutan. Tarif berkelanjutan menyeimbangkan antara optimalitas, kelangsungan hidup, keadilan, dan efisiensi. Tarif ini harus dirancang cukup rendah agar terjangkau, dan masyarakat pengguna air dapat bersama-sama berpartisipasi mendukung berjalannya sistem pengelolaan Waduk Jatigede. Namun juga harus efisien, mendekati perhitungan tarif berdasarkan biaya operasi dan pemeliharaan tahunan, untuk menjamin kelangsungan sistem pengelolaan Waduk Jatigede.

2. Bahan dan Metode

Lokasi studi adalah Waduk Jatigede yang merupakan salah satu waduk serbaguna terbesar di Indonesia dan terletak di pulau Jawa tepatnya di provinsi Jawa Barat. Waduk Jatigede mendapatkan aliran masuk dari sungai Cimanuk dengan kapasitas 979,5 juta m³ dengan fungsi utama mengairi 90 ribu hektar areal irigasi. Waduk ini juga berfungsi untuk mensuplai air baku 3,5 m³/s dan PLTA 110 MW. Waduk ini juga melayani air baku untuk industri dan suplai industri langsung dari waduk. Selain itu, waduk tersebut juga berfungsi mengamankan kawasan banjir seluas 14 ribu hektare. Peta lokasi waduk Jatigede disajikan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Peta Lokasi Waduk Jatigede dan Lokasi Pengelolaan

2.1 Prinsip Ekonomi dalam Pengelolaan Sumber Daya Air

Pengertian ekonomi manfaat air dapat diartikan sebagai penilaian dalam satuan uang untuk mengukur kepuasan atau kesejahteraan yang diterima manusia karena pilihannya (Ahmad S dan Simonovic, P, 2000). Tentu saja nilai ini tidak dapat ditemukan secara mutlak di dunia nyata karena air merupakan sumber daya esensial yang memiliki eksternalitas yang besar (Pearce, D, 1993) Dalam menentukan nilai ekonomi penggunaan air menggunakan kerangka ekonomi Alfred Marshall (Merrett, 2004). Dalam kerangka berpikir inilah kesejahteraan dalam masyarakat diukur berdasarkan surplus dinikmati oleh dua kelompok yang berlawanan, yaitu kelompok produsen dan kelompok konsumen (Dinwiddy, C and F. Teal, 1996).

Adapun biaya pengelolaan sumber daya air terdiri dari beberapa komponen. Rogers, P, De Silva R. D., and Bhatia, R. (2002) menyatakan bahwa biaya meliputi: biaya operasi pemeliharaan, pengembalian investasi, biaya peluang, eksternalitas ekonomi, dan eksternalitas lingkungan.

2.1 Diagram Kausal Loop

Diagram kausal Loop (DKL) atau fishbone pertama kali diperkenalkan oleh Profesor Kaoru Ishikawa dari Universitas Tokyo, oleh karena itu diagram kausal disebut juga diagram Ishikawa atau diagram tulang ikan. Tujuan pembuatan diagram kausal ini adalah untuk mengetahui akar permasalahan atau untuk menunjukkan akar penyebab dan karakteristik kualitas dari faktor-faktor penyebabnya. Secara umum, diagram kausal ini menunjukkan 5 faktor penyebab. Adapun ke 5 faktor tersebut adalah manusia (*human, labour*), metode (*method*), bahan (*material*), mesin (*machine*), dan lingkungan (*environment*). Diagram ini biasanya disusun berdasarkan informasi yang diperoleh dengan brainstorming. Menurut R. M. Sánchez-román *et al* (2009) analisis kausal ini diciptakan sebagai alat untuk pengendalian kualitas dan untuk mengidentifikasi faktor-faktor potensial yang menyebabkan efek keseluruhan yang diakibatkan oleh berbagai fenomena yang diteliti. Diagram ini digunakan untuk :

- 1) Membantu mengidentifikasi akar penyebab suatu masalah,
- 2) Membantu menghasilkan ide-ide untuk pemecahan masalah,
- 3) Membantu dalam penyelidikan lebih lanjut atau pencarian fakta.

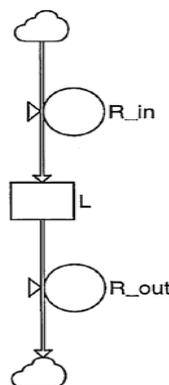
Penetapan tarif merupakan proses kausal yang dapat disimulasikan dalam model dinamika sistem. Dalam penyelesaian ini ada 3 siklus yaitu :

- 1) Semakin tinggi tarif yang dibebankan kepada masyarakat; semakin besar dana masyarakat yang diperoleh;
- 2) Semakin tinggi tarif yang dibebankan kepada masyarakat, maka masyarakat akan semakin enggan untuk membayar sehingga menyebabkan semakin kecilnya dana masyarakat yang diperoleh, dan mengakibatkan membengkaknya subsidi yang dibutuhkan;
- 3) Semakin rendah dana O&M yang tersedia, maka O&M tahunan tidak akan optimal, sehingga menyebabkan biaya perawatan berkala yang lebih besar, dan mengakibatkan total biaya yang lebih besar dalam jangka panjang.

2.2 Sistem dinamika

P. Caratti, et.all (2005), mendefinisikan sistem adalah sebagai kumpulan dari elemen-elemen yang saling terkait, masing-masing berhubungan satu sama lain, dan tidak ada bagian yang tidak berhubungan satu sama lain. Berpikir sistemik (*system thinking*) sejarahnya dimulai dengan Norbert Wiener pada tahun 1948, dengan ilmu sibernetika, dengan adanya umpan balik (feedback) yang dapat digunakan untuk menjelaskan perilaku manusia, hewan, dan mesin. Namun, menurut V. Bertalanffy (1986) menjelaskan bahwa teori sistem dapat diterapkan pada masalah sistem teknis, biologis, dan sosial. Inti dari sistem dinamika adalah analisis sistem. Sistem didefinisikan sebagai sekumpulan elemen yang saling berinteraksi dengan pola interaksi yang saling mempengaruhi dan menentukan satu sama lain. Problem dengan dinamika alami dan memiliki struktur umpan balik akan lebih baik jika sistem dinamika dilakukan. (S. P. Simonović, 2012) Keuntungan dari pendekatan ini adalah untuk menjelaskan struktur sistem, mekanisme yang menguatkan (loop umpan balik positif) atau meniadakan (loop umpan balik negatif) (Sjodin, J, Zaeske A., and Joyce, J, 2016)

Model dinamika sistem dalam penelitian ini dikembangkan dengan menggunakan software Powersim 8 untuk mendapatkan tarif air domestik yang optimal untuk mencapai biaya O&P Riil Tahunan dengan subsidi yang ditentukan. Powersim adalah alat untuk pemodelan dan simulasi sistem dinamis. Ini dapat digunakan untuk mempelajari kemajuan waktu yang berkelanjutan di sejumlah besar bidang, misalnya, biologi, ekonomi, fisika, dan ekologi. Pemodelan dilakukan dengan membangun diagram Powersim, dengan memilih dari kumpulan simbol grafis yang ditentukan dan menempatkannya di tempat yang sesuai. Unsur-unsur yang mempengaruhi satu sama lain kemudian dihubungkan dengan panah. Powersim mudah dipahami dan digunakan bahkan untuk orang yang tidak memiliki pengetahuan yang baik dalam matematika, pemrograman, dan simulasi. Integrasi didasarkan pada "analogi Bath Tub" yang tidak menuntut pengetahuan tentang kalkulus diferensial.



Gambar 2. Analogi Bath Tub

Keadaan L (Level) pada gambar 2 dipengaruhi oleh aliran masuk (*inflow*) R_{in} (Kecepatan) dan aliran keluar (*outflow*) R_{out} . Perhatikan bahwa keadaan L tidak sepenuhnya ditentukan oleh aliran keluar (*outflow*), tetapi juga oleh nilai awal L_0 . Perhatikan juga bahwa keadaan tidak bergantung pada aliran saat ini, tetapi pada akumulasi aliran dari kondisi yang lalu. Secara matematis L ditentukan oleh persamaan:

$$\frac{dL}{dt} = R_{in}(t) - R_{out}(t) \quad (1)$$

$$L(0) = L_0 \quad (2)$$

Dalam sistem orde pertama Powersim persamaan diferensial dimodelkan dan disimulasikan sebagai berikut:

$$L(t) = L_0 + \int (R_{in}(t) - R_{out}(t))dt \quad (3)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Faktor Eksternal

Faktor eksternal menyatakan daya beli masyarakat (*willingness to pay*) yang mempengaruhi harga air dimana tiap wilayah sungai akan memiliki Faktor Eksternal yang berbeda – beda. Semakin tinggi nilai faktor eksternal berarti semakin tinggi daya beli masyarakat, atau dapat juga menunjukkan tidak ada pilihan lain sehingga masyarakat rela membeli air dari waduk Jatigede. Penentuan nilai faktor eksternal Waduk Jatigede dianalisa dengan mempertimbangkan WS lainnya yaitu: WS Ciliwung – Cisadane (DKI), WS Citarum (Jabar), WS Cimanuk – Cisanggarung (Jabar), WS Bengawan Solo (Jateng), WS Brantas (Jatim). Dengan menggunakan AHP dilakukan analisa untuk faktor-faktor tersebut sehingga didapatkan bobot dari masing-masing faktor tersebut. Adapun bobot faktor eksternal disajikan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Bobot Faktor Eksternal

No	Item	Bobot Faktor Eksternal (%)
1	Pendapatan/pengeluaran Masyarakat	25
2	Pendapatan Daerah	5
3	Kelangkaan Air Permukaan	20
4	Ketersediaan Air Tanah	35

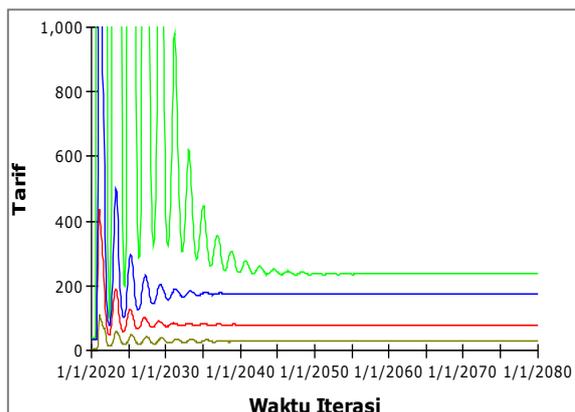
Hasil analisis yang disajikan pada tabel tersebut menunjukkan bahwa faktor terpenting yaitu ketersediaan air tanah, selanjutnya pendapatan / pengeluaran masyarakat, kelangkaan air, dan pendapatan daerah.

3.2. Simulasi Harga Pengelolaan Air

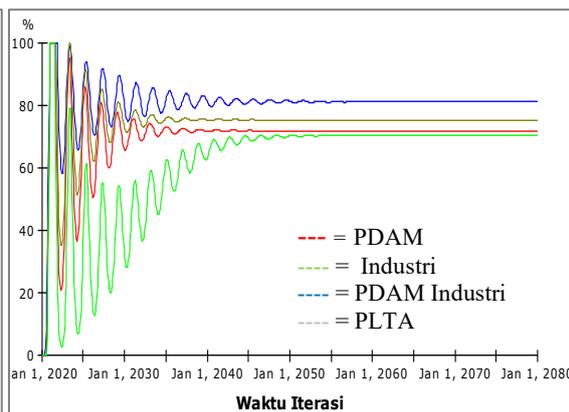
Simulasi dilakukan dengan tiga skenario yaitu skenario pola basah dengan produksi PLTA 580 GWh/tahun, skenario pola normal dengan produksi PLTA 550 GWh/tahun, dan scenario pola kering dengan produksi PLTA 510 GWh/tahun.

Skenario Pola Basah.

Hasil simulasi optimalisasi pola basah menunjukkan bahwa harga jasa pengelolaan air stabil dengan dana OP bisa dipenuhi mencapai hampir 100,61%. Harga jasa pengelolaan air untuk PDAM didapat 111,00 Rp/m³, untuk PDAM Industri 175,00 Rp/m³, untuk industri pengambilan langsung 236,00 Rp/m³, dan untuk PLTA 29,00 Rp/KWh. Kemauan membayar masyarakat (*Willingness To Pay/WTP*) untuk air baku PDAM 72%, PDAM industri 75,49%, industri langsung 70,53% dan untuk PLTA 81,34%. Dengan terpenuhinya dana OP menutupi biaya OP maka tidak diperlukan tambahan subsidi pemerintah atau subsidi 0%. Seperti di gambarkan pada grafik berikut.



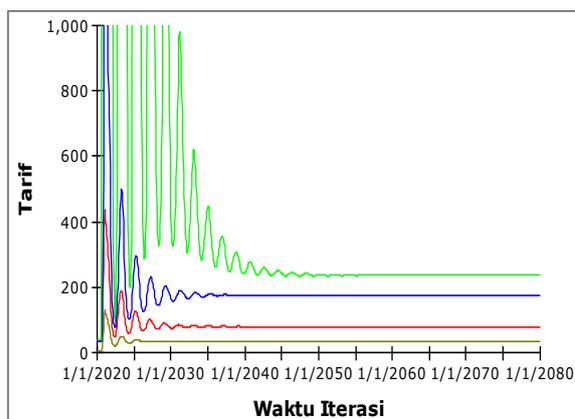
Gambar 3. Harga Pengelolaan Air Pola Basah



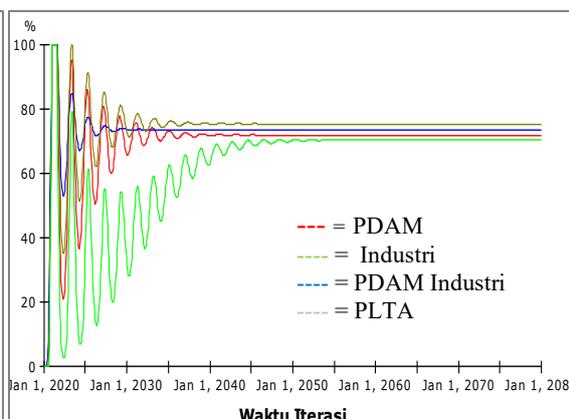
Gambar 4. Kemauan membayar (WTP)Pola Basah

Skenario Pola Kering.

Hasil simulasi optimalisasi pola kering menunjukkan bahwa harga jasa pengelolaan air stabil dengan dana OP bisa dipenuhi mencapai 100%. Harga jasa pengelolaan air untuk PDAM didapat 111,00 Rp/m³, untuk PDAM Industri 175,00 Rp/m³, untuk industri pengambilan langsung 236,00 Rp/m³, dan untuk PLTA 30,00 Rp/KWh. Kemauan membayar operator untuk air baku PDAM stabil di 72%, PDAM industri stabil di 75,49%, industri langsung stabil di 70,53% dan untuk PLTA di 73,69%. Biaya OP bendungan juga tidak mencukupi jika hanya mengandalkan dana dari harga jasa yang ditetapkan sehingga membutuhkan subsidi pemerintah sebesar 0,88% atau sekitar Rp.191,8 juta. Grafik harga pengelolaan air dan kemauan membayar untuk skenario kering ini disajikan pada gambar dibawah.



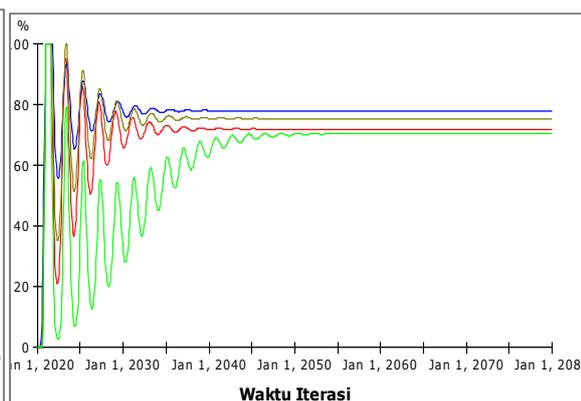
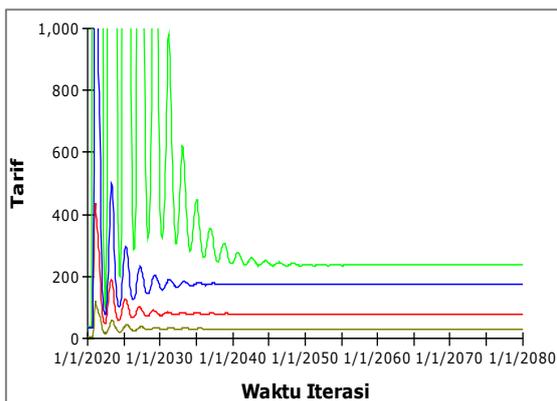
Gambar 5. Harga Pengelolaan Air Pola Kering



Gambar 6. Kemauan membayar (WTP) Pola Kering

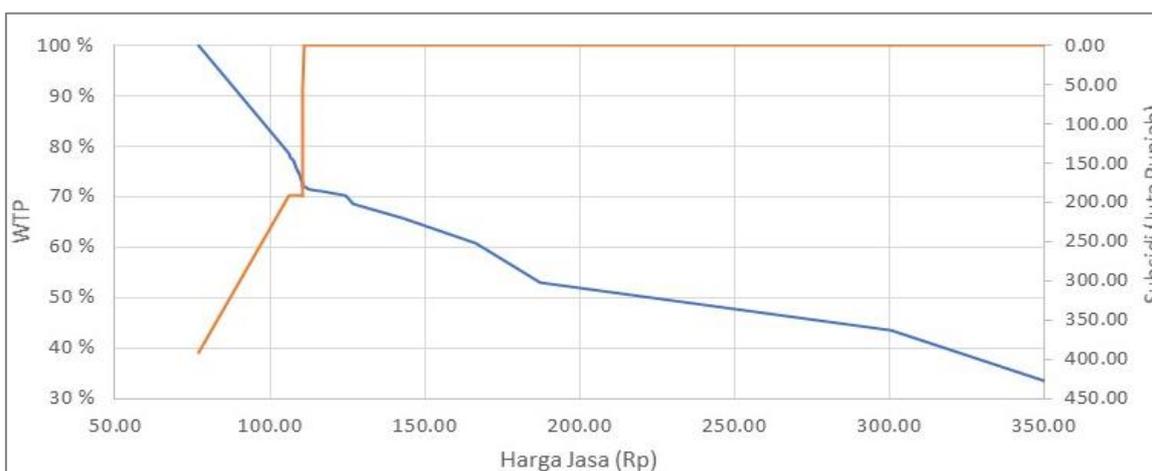
Skenario Pola Normal

Hasil simulasi optimalisasi pola normal menunjukkan bahwa harga jasa pengelolaan air stabil dengan dana OP bisa dipenuhi mencapai 100%. Harga jasa pengelolaan air untuk PDAM didapat 111,00 Rp/m³, untuk PDAM Industri 175,00 Rp/m³, untuk industri pengambilan langsung 236,00Rp/m³, dan untuk PLTA 31,00 Rp/KWh. Kemauan membayar operator untuk air baku PDAM stabil di 72%, PDAM industri stabil di 75,49 %, industri langsung stabil di 70,53% dan untuk PLTA di 78,05%. AKNOP bendungan pada skenario ini dapat dicapai hingga 100% sehingga tidak membutuhkan subsidi dari pemerintah. Grafik harga pengelolaan air dan kemauan membayar untuk skenario basah ini disajikan pada gambar dibawah.



Gambar 7. Harga Pengelolaan Air Pola Normal Gambar 8. Kemauan membayar (WTP) Pola Normal

Dari Gambar 3 sampai dengan 8 didapat bahwa hubungan antara harga pengelolaan air, WTP, dan subsidi dimana semakin tinggi harga jasa, semakin rendah WTP dan semakin kecil subsidi. Sebaliknya makin rendah harga jasa, makin tinggi WTP dan makin besar subsidi. Sebagai contoh harga PDAM saat pola Kering dapat digambarkan Grafik hubungan antara harga pengelolaan air, WTP dan subsidi dapat digambarkan berikut:



Gambar 9. Harga Pengelolaan Air PDAM vs WTP PDAM dan Subsidi Pemerintah Pola Kering

Dari Gambar 9 tersebut pada skenario pola kering, semakin tinggi harga pengelolaan PDAM maka makin rendah WTP PDAM seperti terlihat pada garis biru. Sedangkan subsidi semakin tinggi harga PDAM maka semakin rendah subsidi yang dibutuhkan terlihat pada garis merah. Kedua garis berpotongan di suatu titik optimal dimana harga jasa PDAM di angka Rp 111,00, WTP 72%, dan subsidi Rp 191,8 juta.

Adapun Rekapitulasi Harga Pengelolaan Air, WTP dan Subsidi adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Harga Pengelolaan SDA dan Subsidi pemerintah Bendungan Jatigede

	Pola Basah		Pola Normal		Pola Kering	
	Harga (RP)	WTP (%)	Harga (RP)	WTP (%)	Harga (RP)	WTP (%)
PDAM (Rp/m ³)	111.00	72.00%	111.00	72.00%	111.00	72.00%
PDAM Industri (Rp/m ³)	175.00	75.49%	175.00	75.49%	175.00	75.49%
Industri Langsung (Rp/m ³)	236.00	70.53%	236.00	70.53%	236.00	70.53%
PLTA (Rp/KWh)	29.00	81.34%	31.00	78.05%	35.00	73.69%
Subsidi Pemerintah	0	0%	0	0%	191,758,421	0.88%

4. Kesimpulan

Dari hasil analisis maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Harga jasa pengelolaan air yang didapatkan adalah PDAM Rp111,00 , PDAM industri Rp175,00, industri langsung Rp236,00 per m³ untuk ketiga skenario pola operasi waduk, dan untuk PLTA sebesar Rp29,00 untuk pola basah, Rp31,00 untuk pola normal, dan Rp35,00 untuk pola kering.
2. Kemauan membayar masyarakat adalah 72% untuk PDAM, 75,49% untuk PDAM industri, 70,53% untuk industri langsung, dan untuk PLTA 81,34% untuk pola basah, 78,05% untuk pola normal, dan 73,69% untuk pola kering.
3. Besar subsidi pemerintah yang dibutuhkan untuk menutupi biaya OP adalah 0% atau Rp0 untuk skenario basah dan skenario normal, sedangkan untuk skenario pola kering membutuhkan subsidi 0,88% atau senilai Rp191,8 juta.

Daftar Pustaka

- Adeniran, A. E., & Bamiro, O. A. (2015). Development of a Strategic Planning Model for a Municipal Water Supply Scheme Using System Dynamics. *Journal of Water Resource and Protection*, 07(15), 1183–1194. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2015.715097>
- Ahmad, S., & Simonovic, S. P. (2000). S Ystem D Ynamics M Odelling in S Cience. *System Dynamics Modeling of Reservoir Operations for Flood Management*, 14(July), 190–198.
- Caratti, P., Ravetz, J., Alvarez, M., & Schade, W. (2005). Bringing Sustainable Development vision into evaluation practice : a ‘ flexible framework ’ toolkit for assessing and benchmarking sustainability performance of European regions. *Assessment*, 1–31.
- Dinwiddy, C., & Teal, F. (1996). Principles of cost-benefit analysis for developing countries. *Principles of Cost-Benefit Analysis for Developing Countries*. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511582578>
- Ghashghaie, M., Marofi, S., & Marofi, H. (2014). Using System Dynamics Method to Determine the Effect of Water Demand Priorities on Downstream Flow. *Water Resources Management*, 28(14), 5055–5072. <https://doi.org/10.1007/s11269-014-0791-z>
- Griffin R. C, 2006, Achieving Water Use Efficiency in Irrigation Districts, DOI: 10.1061/ASCE0733-9496.2006132:6) 434
- Indah Karya (Persero), 2009. Supervisi Pembangunan Waduk Jatigede, BBWS Cimanuk Cisanggarung, Cirebon
- Koushali, H. P., Moshtagh, R., & Mastoori, R. (2015). Water Resources Modelling Using System Dynamic in Vensim. *Journal of Water Resource and Hydraulic Engineering*, 4(3), 251–256. <https://doi.org/10.5963/jwrhe0403006>
- Li, Y., Zhang, C., Chu, J., Cai, X., & Zhou, H. (2016). Reservoir operation with combined natural inflow and controlled inflow through interbasin transfer: Biliu reservoir in northeastern China. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 142(2). [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000607](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000607)
- Luckmann, J., Flaig, D., Grethe, H., & Siddig, K. (2016). Modelling Sectorally Differentiated Water Prices - Water Preservation and Welfare Gains Through Price Reform? *Water Resources Management*, 30(7), 2327–2342. <https://doi.org/10.1007/s11269-015-1204-7>
- Merrett, S. (2004). Introduction To The Economics Of Water Resources. In *Introduction To The Economics Of Water Resources*. <https://doi.org/10.4324/9780203645390>
- Pearce, D. (1993). Economic values and the natural world. *Economic Values and the Natural World*. <https://doi.org/10.2307/3059852>
- Sánchez-Román, R. M., Folegatti, M. V., & Orellana González, A. M. G. (2009). Water Resources Assessment at Piracicaba, Capivari and Jundiá River Basins: A Dynamic Systems Approach. *Water Resources Management*, 24(4), 761–773. <https://doi.org/10.1007/s11269-009-9470-x>