

KAJIAN POTENSI
PEMANFAATAN ENERGI BARU
TERBARUKAN DALAM RANGKA
MENJAMIN KETERSEDIAAN
PASOKAN ENERGI LISTRIK
YANG BERKELANJUTAN DI
WILAYAH KEPULAUAN
INDONESIA

by Pak Addin

Submission date: 14-Feb-2023 11:02AM (UTC+0800)

Submission ID: 2013671119

File name: tem_Dinamik_Untuk_Pembangunan_Berkelanjutan_compressed-77-85.pdf (200.46K)

Word count: 2287

Character count: 14201

KAJIAN POTENSI PEMANFAATAN ENERGI BARU TERBARUKAN DALAM RANGKA MENJAMIN KETERSEDIAAN PASOKAN ENERGI LISTRIK YANG BERKELANJUTAN DI WILAYAH KEPULAUAN INDONESIA

[Addin Aditya]

Pendahuluan

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan utama dalam keberlangsungan hidup manusia. Kebutuhan akan energi listrik juga berbanding lurus dengan pertumbuhan ekonomi, teknologi, industri dan lain sebagainya. Dalam skala nasional, rasio elektrifikasi di Indonesia saat ini berada mendekati 100%, yakni diangka 98.3% (ESDM & Ketenagalistrikan, 2019). Indonesia memiliki target rasio elektrifikasi nasional mencapai angka 100% di tahun 2020 nanti. Tabel 5.1 menunjukkan rasio elektrifikasi nasional dari tahun 2013 sampai 2018. Dapat dilihat bahwa kenaikan signifikan terjadi mulai 2015 hingga 2018.

Tabel 5.1 Rasio Elektrifikasi Nasional

Tahun	Jumlah Rumah Tangga	Jumlah Pelanggan Rumah Tangga	Rasio Elektrifikasi (%)
2013	62.204.615	51.668.927	80.51
2014	64.835.092	54.690.431	84.35
2015	65.669.197	57.963.048	88.3
2016	66.489.409	60.612.009	91.16
2017	67.228.573	64.105.549	95.35
2018	68.082.153	66.921.705	98.3

Sumber: Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional 2019-2038

Kebijakan penyediaan tenaga listrik linear dengan tujuan pembangunan ketenagalistrikan sebagaimana ketentuan dalam pasal 2 ayat (2) Undang-Undang Nomor 30 tahun 2009 tentang ketenagalistrikan, yakni menjamin ketersediaan tenaga listrik dalam jumlah cukup, kualitas yang baik serta harga yang wajar. Target pengembangan penyediaan tenaga listrik pada sektor perangkitan tahun 2025 antara lain Energi Baru Terbarukan (EBT) 23%, sementara pembangkit yang bergantung pada bahan bakar minyak (BBM) hanya digunakan saat bersifat mendesak terutama untuk daerah kepulauan kecil di Indonesia. Selanjutnya adalah pengembangan pembangkit listrik *combine cycle* seperti Pembangkit Listrik Tenaga gas dan Uap (PLTGU) atau Pembangkit Listrik Tenaga Minyak dan Gas (PLTMG). Selain itu ada juga pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang menggunakan *clean coal technology*, pemanfaatan sumberdaya alam setempat dan pemanfaatan energi nuklir yang sesuai dengan Kebijakan Energi Nasional (KEN).

Sistem Dinamik untuk Pembangunan Berkelanjutan

Namun hingga saat ini, pemanfaatan EBT untuk pembangkitan energi listrik terbilang cukup minim. Realisasi EBT baru mencapai 8% dari potensi 400 megawatt atau hanya dimanfaatkan sekitar 32 megawatt (Setiawan, 2019). Situasi ini tidak sejalan dengan dokumen Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2019-2028 dimana pemerintah memiliki target untuk menambah kapasitas pembangkit berbasis EBT hingga 16.714 Gigawatt. Target ini patut didukung sepenuhnya mengingat masih banyak sumberdaya alam baru terbarukan yang belum dimanfaatkan sebagai sumber energi listrik.

Untuk mendukung program peningkatan rasio elektrifikasi dengan memanfaatkan EBT, maka diperlukan pengembangan pembangkit listrik dengan mempertimbangkan potensi sumberdaya alam daerah setempat, terutama di pulau-pulau kecil di wilayah Republik Indonesia. Salah satu potensi sumberdaya alam yang cocok untuk dikembangkan di wilayah Indonesia adalah pembangkit listrik tenaga air (PLTA). Pembangkit jenis ini memanfaatkan potensi energi air yang selanjutnya dikonversi menjadi energi listrik dengan cara merubah energi mekanik oleh turbin lalu diubah lagi menjadi energi listrik (Marsudi, 2011). PLTA juga merupakan salah satu pembangkit listrik EBT yang cukup populer untuk dikembangkan di Indonesia. Mengingat kondisi geografis di Sebagian wilayah Indonesia cukup berpotensi untuk dikembangkan PLTA.

Pulau Madura merupakan salah satu pulau kecil yang wilayah administrasinya termasuk di provinsi Jawa Timur. Sejauh ini, kondisi kelistrikan di Madura masih bergantung pada pasokan dari Pulau Jawa melalui dua sirkuit kabel laut tegangan tinggi 150.000-volt berkapasitas 2x100 mW yang terbentang dari Gresik menuju Kamal (Aditya & Suryani, 2018). Kabel transmisi dibentangkan melalui selat Madura, dimana selat ini merupakan jalur transportasi laut yang cukup padat sehingga rentan terjadi kerusakan kabel akibat jangkar kapal. Meski cadangan pasokan listrik di Pulau Jawa terbilang cukup, namun dengan pertumbuhan permintaan energi listrik yang mencapai 7% - 9% per tahun dan beban puncak hingga 22.381 megawatt, maka diperlukan tambahan kapasitas dengan mengembangkan pembangkit listrik EBT yang disesuaikan dengan sumberdaya alam agar dapat memenuhi kebutuhan energi listrik sehingga Pulau Madura memiliki pasokan energi listrik yang mandiri dan tidak bergantung dengan Pulau Jawa.

Pulau Madura memiliki satu lokasi yang berpotensi untuk dikembangkan PLTA, yakni Air Terjun Toroan yang bertempat di Kabupaten Sampang, Madura. Air terjun ini merupakan salah satu air terjun terkenal yang dimiliki oleh Pulau Madura. Sementara ini, potensi air terjun Toroan hanya dimanfaatkan sebatas tempat wisata saja. Seiring dengan kebutuhan akan energi listrik, maka selayaknya potensi air terjun ini dimaksimalkan. Dewasa ini, air terjun dan bendungan tidak hanya dimanfaatkan untuk destinasi wisata saja tetapi juga dapat dimanfaatkan untuk pembangkitan energi listrik juga.

Kajian ini bertujuan untuk mengembangkan model dinamis sebagai salah satu upaya strategis dalam perencanaan pembangkit energi listrik berbasis energi baru terbarukan dengan memanfaatkan air terjun. Diharapkan kajian ini dapat menjadi penggerak bagi terciptanya kemandirian energi bagi daerah kepulauan.

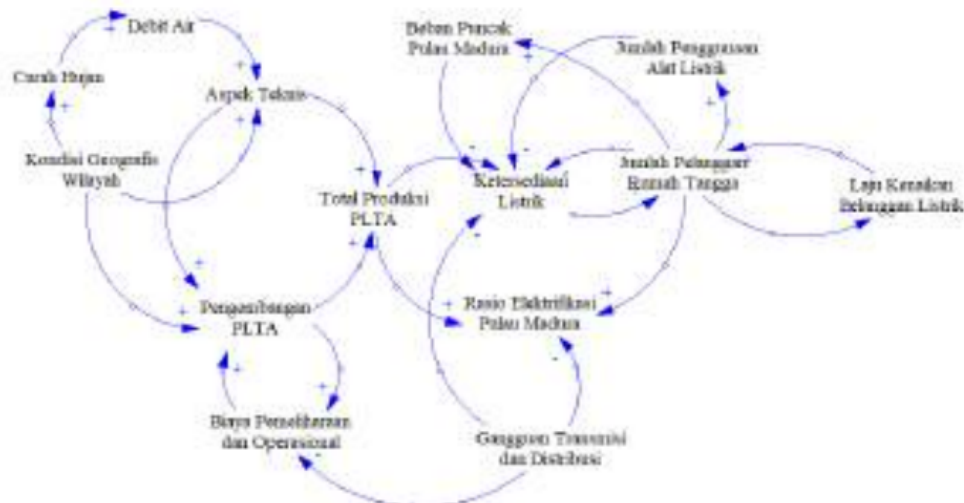
Pembahasan

Model merupakan sebuah representasi dari sistem nyata. Suatu model dikatakan baik apabila perilaku dari model tersebut menyerupai sistem yang sebenarnya dengan tidak melanggar aturan main dalam sebuah sistem. Dalam membangun sebuah model sangat dipengaruhi oleh subjektivitas seseorang maupun organisasi. Oleh karenanya, perlu adanya perbaikan secara kontinyu guna menggali potensi dan informasi yang relevan (Winardi, 1989).

Tahapan dalam pengembangan model sistem dinamik sendiri diawali dengan pemahaman sistem dan permasalahannya. Pemahaman ini dijabarkan dalam bentuk sebuah diagram sebab-akibat tertutup (Suryani, 2006). Dalam pembuatan model, ada dua hal yang perlu diperhatikan, yakni struktur dan perilaku sistem. Struktur merupakan sesuatu unsur pembentuk fenomena. Variable yang mempengaruhi keterikatan unsur tersebut adalah:

1. Level; Level merupakan suatu variable yang menyatakan kondisi sistem setiap saat. Variable ini berfungsi sebagai variable penampung dari hasil akumulasi satu variabel atau lebih.
2. Auxiliary; Variable ini berfungsi untuk menampung formulasi dari beberapa variable untuk memenuhi variable level.
3. Rate; Merupakan persamaan struktur kebijakan apa dan mengapa suatu keputusan dibuat berdasarkan informasi yang mengalir dalam sebuah sistem.
4. Source/Link; Variable ini adalah rangkaian komponen-komponen di luar Batasan model

Dalam membuat suatu model untuk perumusan kebijakan, sebuah diagram yang menjelaskan hubungan sebab akibat antara satu variable dengan variable lain yang dikenal dengan *Causal Loop Diagram* atau diagram sebab akibat. Gambar 5.1 merupakan diagram sebab akibat yang mana menjabarkan variable apa saja yang berkaitan dengan kajian pengembangan pembangkitan listrik tenaga air di pulau Madura.



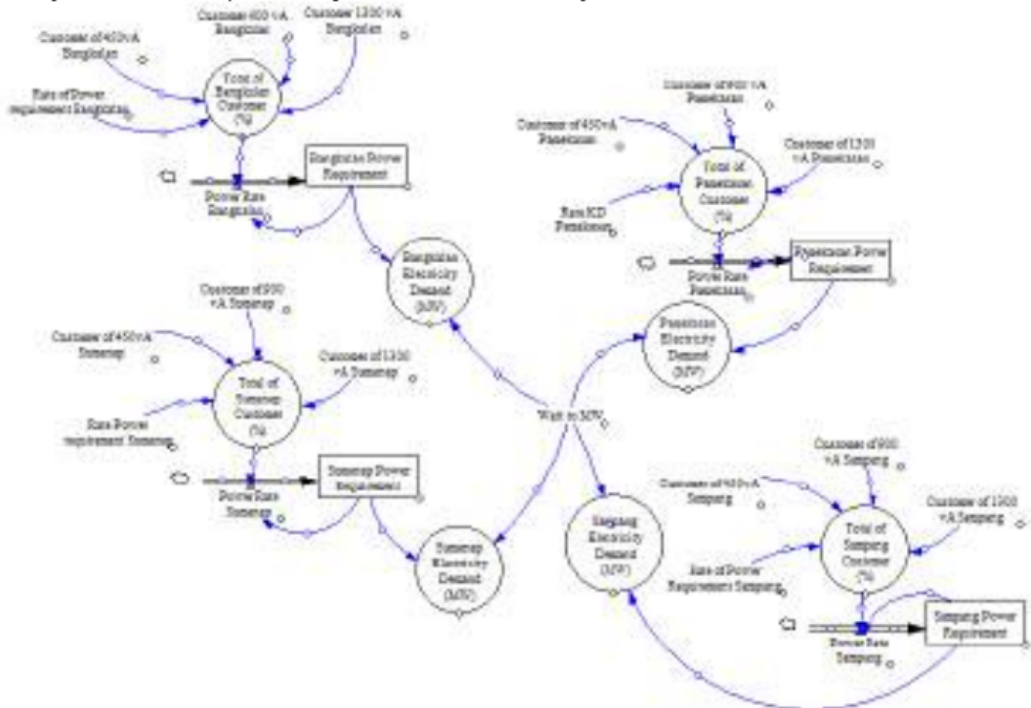
Gambar 5.1. Diagram Kausalik Perencanaan PLTA

Perumusan Model Skenario Kebijakan

Perumusan model scenario ini bertujuan untuk merumuskan keputusan strategis terkait pembangkitan energi listrik berbasis energi baru terbarukan. Pada tahapan ini model yang sudah dibuat akan diuji dengan beberapa perlakuan terhadap model untuk dapat diamati hasil perlakuannya sehingga didapatkan sebuah informasi dimana informasi tersebut sebagai landasan untuk menciptakan sebuah kebijakan baru. Menurut Barlas (1996) terdapat dua alternative scenario yang bisa digunakan dalam sistem dinamik:

1. **Scenario parameter**
Skenario ini dilakukan dengan cara melakukan perubahan pada nilai parameter dari model yang sudah dibuat untuk mendapatkan hasil yang paling optimal atau sesuai kebutuhan.
2. **Skenario Struktur**
Scenario struktur dilakukan dengan cara melakukan perubahan sehingga tercipta sebuah struktur model baru dengan tujuan untuk mendapatkan peningkatan kinerja dari sistem yang lama.

Kebutuhan daya listrik merupakan factor yang sangat penting dalam perencanaan sistem pembangkit listrik. Kebutuhan listrik suatu daerah perlu didefinisikan sehingga nantinya dapat digunakan untuk merumuskan kapasitas suatu pembangkit listrik guna memenuhi kebutuhan listrik di wilayah tersebut. Gambar 5.2 menunjukkan model stock dan flow untuk menjabarkan perilaku kebutuhan daya listrik di Pulau Madura.

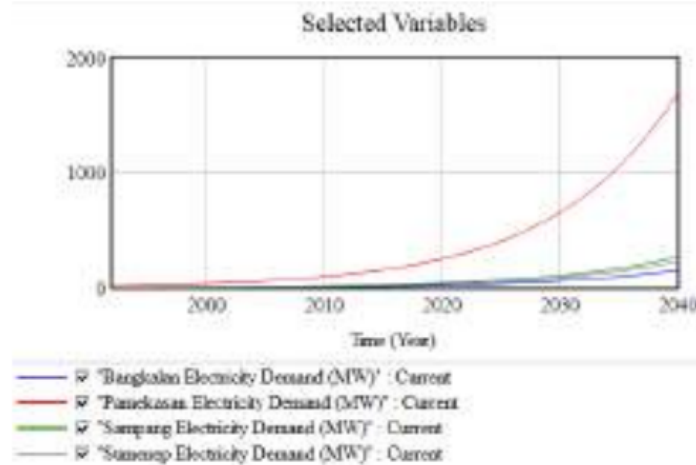


Gambar 5.2. Diagram Alir Kebutuhan Energi Listrik di Pulau Madura

Kebutuhan daya merupakan kebutuhan energi listrik suatu daerah dalam satuan megawatt (mW), sedangkan faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan kebutuhan

Sistem Dinamik untuk Pembangunan Berkelanjutan

daya energi listrik suatu daerah adalah jumlah pelanggan listrik. Pada model ini diperlihatkan pelanggan listrik rumah tangga diklasifikasikan berdasarkan daya terpasang. Adapun golongan tarif pelanggan listrik rumah tangga adalah 450 kVA, 900 kVA dan 1300 kVA. Rata-rata perkembangan kebutuhan energi listrik di empat Kabupaten utama di Madura adalah sekitar 9% per tahun. Gambar 5.3 juga menunjukkan bahwa tren kebutuhan energi listrik di Pulau Madura semakin meningkat.



Gambar 5.3. Perkembangan Kebutuhan energi Listrik di Pulau Madura

Hasil dari simulasi ini akan divalidasi untuk memastikan bahwa model yang dibuat benar-benar menggambarkan kondisi sistem nyata. Validasi sistem dilakukan dengan dua acara, yakni validasi model dengan statistic uji perbandingan rata-rata (E1) dan validasi model dengan uji perbandingan variasi amplitud (E2), validasi yang digunakan menggunakan model Yaman Barlas (1989). Model akan dikatakan valid apabila nilai E1 tidak lebih dari 5% dan nilai E2 tidak lebih dari 30%. Table 2 menunjukkan bahwa data kebutuhan energi listrik di Pulau Madura sudah valid.

Tabel 5.2 Validasi Model Kebutuhan Energi Listrik Pulau Madura

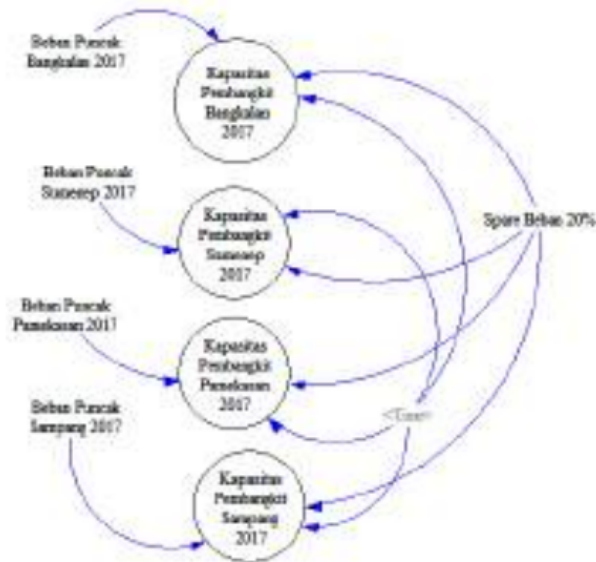
Kabupaten	Permintaan Rata-Rata			Standard Deviasi Rata-Rata		
	Data (mw)	Simulasi (mw)	E1 (%)	Data (mw)	Simulasi (mw)	E2 (%)
Pamekasan	58,31	58,93	1,06	34,7	36,03	3,63
Sampang	9,754	9,66	0,95	5,9	5,83	0,85
Bangkalan	6,3	6,23	1	3,84	3,78	1,53
Sumenep	7,622	7,73	1,52	4,64	4,77	2,89

Diagram Alir Perencanaan Kapasitas Pembangkit Listrik

Terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam memodelkan kapasitas. Diantaranya adalah total kebutuhan daya yang diperlukan dalam suatu daerah beserta *reserve margin*. Spare daya atau *reserve margin* adalah cadangan daya pembangkit terhadap beban puncak dan dinyatakan dalam bentuk persen. Berdasarkan kebutuhan daya per daerah yang sudah dirumuskan di atas, ditambah dengan cadangan daya sebesar 20% maka dapat dibuat model untuk rencana kapasitas energi listrik di Pulau

Sistem Dinamik untuk Pembangunan Berkelanjutan

Madura. Gambar 5.4 menunjukkan model perencanaan kapasitas pembangkit listrik untuk empat Kabupaten utama di Pulau Madura. Model tersebut menggunakan periode waktu tahun 2000-2040. Hasilnya adalah Kabupaten Bangkalan direncanakan kapasitas pembangkit sebesar 55,11 mw, Kabupaten Pamekasan 64,7 mw, Kabupaten Sampang 57,3 mw dan Kabupaten Sumenep 54,5 mw.



Gambar 5.4. Model Perencanaan Kapasitas Pembangkit Listrik

Untuk meningkatkan rasio elektrifikasi pulau Madura, dibutuhkan sebuah model skenario untuk perencanaan pengembangan pembangkit listrik berdasarkan sumber daya alam yang dimiliki oleh Pulau Madura. Guna mendukung perencanaan pembangkitan energi listrik yang ramah lingkungan dan berdasarkan energi baru terbarukan maka diutamakan jenis pembangkit listrik dengan sumber daya non fosil. Kabupaten Sampang memiliki potensi air terjun untuk dikembangkan sebagai alternatif energi listrik. Dalam analisis teknis PLTA, terdapat empat aspek yang perlu dipertimbangkan. Yakni debit air, tinggi tebing air terjun, efisiensi turbin dan konstanta gravitasi (Marsudi, 2011).

$$P = Q * g * H * \eta$$

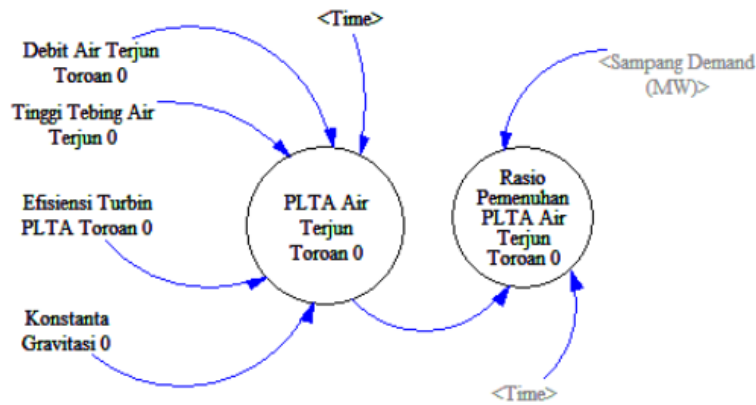
Dimana:

- P : Daya
- Q : Debit air
- g : Konstanta Gravitasi
- H : Tinggi tebing
- η : efisiensi generator

Diketahui bahwa debit air di air terjun toroan adalah 10,5 m³/s dan memiliki tinggi tebing 20 meter. Generator PLTA memiliki efisiensi 95% dan konstanta gravitasi adalah 9,8 m²/s. Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa daya yang

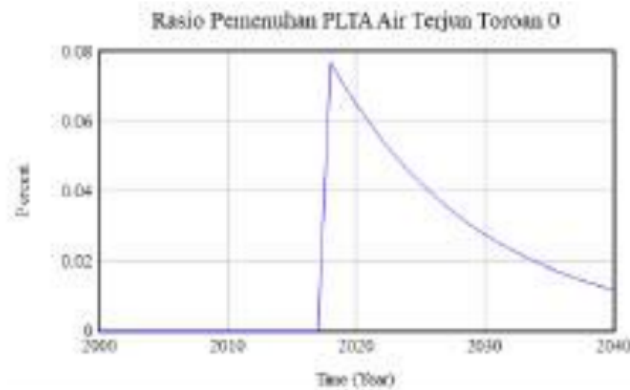
Sistem Dinamik untuk Pembangunan Berkelanjutan

dibangkitkan oleh PLTA Air Terjun Toroan adalah sekitar 1,95 megawatt sedangkan kebutuhan energi listrik di Kabupaten Sampang sendiri adalah sekitar 26,7 megawatt.



Gambar 5.5. Aspek Teknik Perencanaan PLTA dan Rasio Elektrifikasi

Rasio pemenuhan energi listrik atau rasio elektrifikasi adalah perbandingan jumlah pasokan energi listrik dengan jumlah pelanggan listrik pada suatu wilayah. Pengembangan pembangkit listrik tenaga air terjun ini diutamakan untuk meningkatkan rasio elektrifikasi di Kabupaten Sampang. Dari hasil simulasi menunjukkan bahwa pembangkitan energi listrik bertenaga air dapat meningkatkan rasio elektrifikasi hingga 20%.



Gambar 5.6. Rasio Pemenuhan PLTA terhadap Kebutuhan Daya

Aspek Ekonomi Teknik

Dalam pengembangan pembangkitan energi listrik tenaga air sangat perlu untuk mempertimbangkan aspek ekonomi teknik, dalam hal ini biaya investasinya. Diantaranya biaya pre-konstruksi, pekerjaan sipil, pekerjaan mekanikal dan elektrikal (Afifuddin, 2009). Selain itu juga terdapat pembelian kendaraan

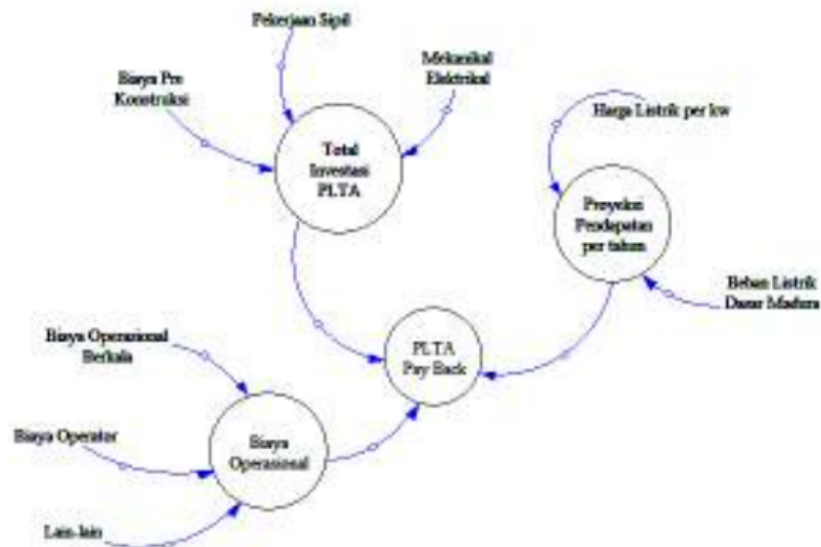
Sistem Dinamik untuk Pembangunan Berkelanjutan

operasional, *spare part* dan fasilitas lainnya yang dapat digunakan sebagai penunjang kegiatan operasional perusahaan. Tabel 5.3 menunjukkan deskripsi umum mengenai aspek ekonomi teknik perencanaan pembangkitan energi listrik tenaga air.

Tabel 5.3 Biaya Investasi PLTA dan Proyeksi Pendapatan

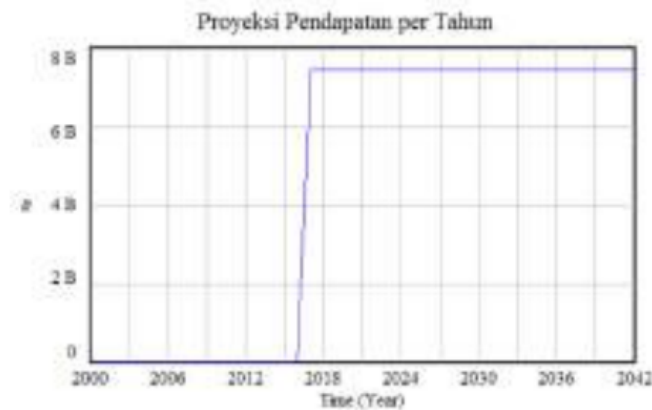
Investasi Awal		
No	Jenis Investasi	Biaya (Rp)
1	Pra Konstruksi	55.751.374.070
2	Pekerjaan Sipil	10.000.000.000
3	Mekanikal Elektrikal	5.000.000.000
Total		70,751,374,070
Operasional dan Pemeliharaan		
1	Biaya Operasional	135.000.000
2	Gaji Operator	60.000.000
3	Lain-Lain	20.250.000
Total		215.250.000
Proyeksi Pendapatan		
1	Harga per kw (8 sen USD)	1.148
2	Suplai listrik per tahun (mw)	6.487
Proyeksi pendapatan per tahun		7.447.000.000

Mengacu pada penelitian Afifuddin (2009), berdasarkan pada perhitungan tabel di atas, maka lama pengembalian biaya investasi PLTA adalah 5,8 tahun. Proyeksi pendapatan dari penjualan listrik PLTA adalah Rp 7.447.000.000 per tahun. Berikut adalah model aspek ekonomi Teknik dari perencanaan pembangkitan energi listrik tenaga air di Pulau Madura.



Gambar 5.7. Model Aspek Ekonomi Teknik PLTA

Sistem Dinamik untuk Pembangunan Berkelanjutan



Gambar 5.8. Proyeksi Pendapatan PLTA

Simpulan

Berdasarkan pengolahan data dan pembuatan model skenario, maka dapat disimpulkan bahwa pembangkit listrik tenaga air terjun layak untuk dikembangkan guna mendukung keberlanjutan pasokan listrik yang mandiri di Pulau Madura. Selain itu, pengembangan PLTA ini juga mendukung program pemerintah dalam menciptakan energi yang ramah lingkungan dengan memanfaatkan sumberdaya alam yang berpotensi di wilayah masing-masing. Seperti halnya PLT Air terjun Toroan di Kabupaten Sampang ini berpotensi untuk dikembangkan mengingat dari segala aspek Teknik dan ekonomisnya sangat layak untuk dikembangkan demi kemandirian energi listrik di Pulau Madura.

Daftar Pustaka

- Aditya, A., & Suryani, E. (2018). Aplikasi Model Sistem Dinamik Untuk Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Air Dalam Rangka Memenuhi Kebutuhan Supply Dan Demand Energi Listrik Di Kepulauan. (JPIT)Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT, 03(01), 7-14. <https://doi.org/10.30591/jpit.v3i1.649>
- Afifuddin, A. (2009). Analisis Dampak Krisis Global Terhadap Kelayakan PLTA Pamona 2. Skripsi.
- ESDM, K., & Ketenagalistrikan, D. (2019). Statistik Ketenaga Listrikan Tahun 2018. Journal of Chemical Information and Modeling, 53(9), 1689-1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Marsudi, D. (2011). Pembangkitan Energi Listrik (1st ed.). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Setiawan, V. N. (2019). Menteri ESDM: Pemanfaatan EBT Minim, Hanya 8% dari Potensi 400 mw. Retrieved August 6, 2020, from <https://katadata.co.id/febrianaiskana/energi/5e9a4e554df71/menteri-esdm-pemanfaatan-ebt-minim-hanya-8-dari-potensi-400-mw>
- Suryani, E. (2006). Pemodelan dan Simulasi. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Winardi. (1989). Pengantar Tentang Teori Sistem dan Analisis Sistem (M. Maju, Ed.). Bandung.

KAJIAN POTENSI PEMANFAATAN ENERGI BARU TERBARUKAN DALAM RANGKA MENJAMIN KETERSEDIAAN PASOKAN ENERGI LISTRIK YANG BERKELANJUTAN DI WILAYAH KEPULAUAN INDONESIA

ORIGINALITY REPORT

12%	12%	2%	2%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	policy.asiapacificenergy.org Internet Source	3%
2	repository.its.ac.id Internet Source	3%
3	core.ac.uk Internet Source	2%
4	brother-quiet.xyz Internet Source	1%
5	hes-gotappointment-newspaper.icu Internet Source	1%
6	ppi.id Internet Source	1%
7	fr.scribd.com Internet Source	<1%
8	id.scribd.com Internet Source	<1%
9	katadata.co.id Internet Source	<1%

10

123dok.com

Internet Source

<1 %

11

e-journal.uajy.ac.id

Internet Source

<1 %

12

idntrip.com

Internet Source

<1 %

13

jurnal.stmikasia.ac.id

Internet Source

<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On