

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN MANDIRI**



**Aplikasi Model Sistem Dinamik Untuk Perencanaan Pembangkit Listrik
Tenaga Air Dalam Rangka Memenuhi Kebutuhan Supply Dan Demand
Energi Listrik Di Kepulauan
(Studi Kasus: Pulau Madura)**

Peneliti

Addin Aditya, S.Kom., M.Kom

NIDN. 0702069101

**SEKOLAH TINGGI INFORMATIKA & KOMPUTER INDONESIA
Januari 2018**

**HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN MANDIRI**

Judul Penelitian : Aplikasi Model Sistem Dinamik Untuk Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Air Dalam Rangka Memenuhi Kebutuhan Supply Dan Demand Energi Listrik Di Kepulauan (Studi Kasus: Pulau Madura)

Pelaksana:

a. Nama Lengkap : Addin Aditya, S.Kom., M.Kom
b. NIP : 010152
c. Jabatan Fungsional : Tenaga Pengajar
d. Program Studi : S1 – Sistem Informasi
e. Nomor HP : 082335137337
f. Alamat surel (e-mail) : addin@stiki.ac.id

Anggota Peneliti (1)

a. Nama Lengkap :
b. NIP :

Anggota Peneliti (2)

a. Nama Lengkap :
b. NIP :

Anggota Peneliti (3)

a. Nama Lengkap :
b. NIP :

Biaya Penelitian :

Biaya Luaran Tambahan :

Malang, 19-Januari-2018

Mengetahui,
Kepala Program Studi

Ketua Peneliti,

(Anita, S.Kom., M.T)
NIP.

(Addin Aditya., M.Kom)
NIP. 010152

Menyetujui
Kepala LPPM,

Subari, M.Kom
NIP.

RINGKASAN

Salah satu permasalahan Negara Indonesia adalah tidak meratanya rasio elektrifikasi di seluruh kepulauan. Menurut data dari PT. PLN (Persero) distribusi Jawa Timur, rasio elektrifikasi di Pulau Madura adalah 59.02% dan paling rendah di Provinsi Jawa Timur. Saat ini, Pulau Madura mendapat pasokan listrik dari Pulau Jawa melalui dua sirkuit kabel laut tegangan tinggi 150.000 volt berkapasitas 2x100 MW yang terbentang dari Gresik menuju Kamal, Madura, namun itu saja belum cukup untuk memenuhi permintaan energi listrik disana. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model dinamis untuk pengembangan pembangkit listrik tenaga air (PLTA) dalam rangka meningkatkan rasio elektrifikasi di Pulau Madura. Pendekatan sistem dinamik merupakan bagian dari konsep *system thinking* yang dapat diartikan dengan cara memandang masalah sebagai sebuah sistem menyeluruh dan adanya keterkaitan terhadap masing-masing unsur sistem. Sistem dinamik digunakan pada penelitian ini untuk menganalisa aspek teknis dan aspek ekonomis dari perencanaan PLTA. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat memicu kemandirian energi yang sesuai dengan sumber daya alam setempat terutama di Kepulauan Indonesia bagian timur

PRAKATA

Syukur alhamdulillah atas berkat Rahmat Tuhan Yang Maha Esa akhirnya penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis sampaikan terima kasih yang sebesar besarnya kepada ibu Erma Suryani, Ph.D selaku pembimbing utama dalam menulis penelitian ini. Selanjutnya penulis juga sampaikan terima kasih kepada Kampus Institut Teknologi Sepuluh Nopember yang sudah memberikan fasilitas dalam mengerjakan penelitian ini.

Tak lupa juga penulis sampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Kampus STIKI Malang selaku afiliasi dari penulis serta pihak LPPM Kampus STIKI Malang yang selalu mendukung dalam proses pengembangan diri dari penulis

Malang, Januari 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN PENELITIAN MANDIRI.....	2
RINGKASAN.....	3
PRAKATA.....	4
DAFTAR ISI.....	5
DAFTAR TABEL.....	6
DAFTAR GAMBAR.....	7
BAB 1 PENDAHULUAN.....	8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	10
BAB 3 TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	14
BAB 4 METODE PENELITIAN.....	15
I. Kerangka Penelitian.....	15
II. Data Masukan.....	15
III. Pembuatan Konseptual Model.....	16
BAB 5 HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI.....	17
I. Pembuatan Base Model.....	17
II. Verifikasi dan Validasi.....	17
III. Model Skenario Parameter.....	18
IV. Model Skenario Struktur.....	19
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN.....	26
DAFTAR PUSTAKA.....	27
LAMPIRAN.....	28
A. Letter of Acceptance.....	28
B. Copyright Form.....	29
C. Full Paper (Terlampir).....	30
D. Cover Jurnal.....	30
E. Tim Editor Jurnal.....	31
F. Daftar Isi Jurnal.....	32

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Validasi Model Kebutuhan Energi Listrik Pulau Madura	17
Tabel 2. Biaya Investasi dan Proyeksi Pendapatan per Tahun PLTA Madura (Afifuddin, 2009)	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tahapan Pengembangan Sistem Dinamik.....	12
Gambar 2. Jenis Variabel.....	12
Gambar 3. Alur Pikir Penelitian.....	15
Gambar 4. Diagram Kausatik Perencanaan PLTA Madura.....	16
Gambar 5. Base Model Kebutuhan Energi Listrik Pulau Madura.....	17
Gambar 6. Skenario do-nothing model kebutuhan energi listrik Pulau Madura.....	18
Gambar 7. Skenario Optimistis Model Kebutuhan Energi Listrik.....	18
Gambar 8. Skenario Most Likely Model Kebutuhan Energi Listrik.....	19
Gambar 9. Perencanaan Kapasitas Pembangkit Listrik Kabupaten Madura.....	19
Gambar 10. Hasil Running Model Perencanaan Kapasitas Pembangkit Listrik.....	20
Gambar 11. Aspek Teknis PLTA dan Rasio Pemenuhan Kebutuhan Energi Listrik di Madura.....	20
Gambar 12. Pasokan Listrik PLTA.....	21
Gambar 13. Hasil Simulasi Rasio Pemenuhan Kebutuhan Listrik Kabupaten Pamekasan dengan PLTA Samiran.....	21
Gambar 14. Hasil Simulasi Rasio Pemenuhan Kebutuhan Listrik Kabupaten Sampang dengan PLTA Toroan.....	22
Gambar 15. Model Utilisasi PLTA Pulau Madura.....	22
Gambar 16. Hasil Simulasi Utilisasi PLTA Terhadap Kebutuhan Listrik Kabupaten Sampang.....	22
Gambar 17. Hasil Simulasi Utilisasi PLTA Terhadap Kebutuhan Listrik di Kabupaten Pamekasan.....	23
Gambar 18. Model Aspek Ekonomis PLTA Madura.....	23
Gambar 19. Total Investasi PLTA Madura.....	24
Gambar 20. Lama Pengembalian Investasi PLTA.....	24
Gambar 21. Proyeksi Pendapatan per Tahun.....	25

BAB 1

PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan kebutuhan primer bagi seluruh lapisan masyarakat^[2]. Seiring pesatnya pertumbuhan dibidang perekonomian, industri dan teknologi informasi, maka kebutuhan energi listrik juga semakin meningkat^[4]. saat ini, rasio elektrifikasi di Indonesia masih belum memenuhi asas keadilan dan pemerataan dikarenakan ketersediaan listrik tidak sebanding dengan permintaan.

Menurut Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral ^[10], saat ini terdapat 14 provinsi di Indonesia yang memiliki rasio elektrifikasi di atas 60%, yaitu Aceh (76,98%), Sumatera Utara (69,68%), Sumatera Barat (69,37%), Bangka Belitung (72,88%), Banten (63,90%), Jakarta (100%), Jawa Barat (67,40%), Jawa Tengah (71,24%), DIY (84,48%), Jatim (71,55%), Bali (74,98%), Kalimantan Timur (68,56%), Kalimantan Selatan (72,29%) dan Sulawesi Utara (66,87%). Sementara 14 provinsi lainnya memiliki rasio elektrifikasi berkisar antara 41%-60%. Provinsi yang termasuk kategori ini adalah Riau dan Kepri (55,84%), Jambi (51,41%), Bengkulu (51,46%), Lampung (48,82%), Sumatera Selatan (50,30%), Kalimantan Barat (45,83%), Kalimantan Tengah (45,22%), Gorontalo (49,79%), Sulawesi Tengah (48,30%), Sulawesi Barat, Sulawesi Selatan (55,2%), Maluku (54,51%) dan Maluku Utara (49,44%). Provinsi lainnya masih memiliki elektrifikasi antara 20%-40% yaitu Nusa Tenggara Barat (32,51%), Nusa Tenggara Timur (24,55%), Sulawesi Tenggara (38,09%) serta Papua dan Irian Barat (32,35%).

Lain halnya dengan masyarakat di Provinsi Jawa Timur. Tidak semua masyarakat Jatim menikmati listrik, Data PT PLN (Persero) menyebutkan bahwa ada sekitar 40 dari 8.506 desa yang belum teraliri listrik. Kendala investasi yang membuat elektrifikasi Jatim masih belum 100%^[13]. Di Pulau Madura, dari 219.439 kepala keluarga (KK), yang teraliri listrik masih sekitar 129.522 KK, sehingga rasio elektrifikasinya hanya berkisar 59,02%. Madura merupakan daerah dengan rasio elektrifikasi terendah di Jawa Timur. Keadaan ini disebabkan oleh kecilnya jumlah KK di satu desa sementara jarak per desa cukup jauh sehingga hitungan investasi juga tidak mencukupi.

Untuk mendukung program peningkatan rasio elektrifikasi dengan memanfaatkan teknologi energi baru terbarukan (EBT), maka diperlukan pengembangan pembangkit listrik dengan mempertimbangkan potensi sumber daya alam daerah setempat, terutama pulau-pulau kecil di Indonesia timur. Salah satu potensi sumber daya alam terbarukan di Pulau Madura adalah air

terjun Toroan yang berlokasi di Kabupaten Sampang dan Waduk Samiran yang terletak di Kabupaten Pamekasan, Madura. Air Terjun Toroan merupakan satu-satunya Air Terjun di Pulau Madura. Sampai saat ini, air terjun Toroan dan Waduk Samiran hanya digunakan sebagai objek wisata. Seiring dengan meningkatnya kebutuhan energi listrik di Pulau Madura, maka sumber daya air ini harus dimaksimalkan lagi potensinya. Pemanfaatan bendungan dan air terjun ini bukan lagi hanya untuk destinasi wisata maupun irigasi dan air baku saja, tetapi bisa dimanfaatkan untuk pembangkitan energi listrik juga.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan model dinamis untuk perencanaan pembangkit energi listrik tenaga air dengan memanfaatkan sumber daya air terjun dan bendungan dalam rangka memenuhi kebutuhan energi listrik di Pulau Madura. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi pemicu terciptanya energi yang mandiri bagi daerah kepulauan khususnya Indonesia timur.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah suatu pembangkitan energi listrik dengan mengubah energi potensial air menjadi energi mekanik oleh turbin dan dirubah lagi menjadi energi listrik oleh generator dengan memanfaatkan ketinggian dan kecepatan air^[6].

1.1 Jenis-Jenis PLTA

a. PLTA Jenis Impoundment

PLTA jenis ini adalah pembangkit listrik dengan bendungan yang melintang di sungai. Pembuatan bendungan ini dimaksudkan untuk menaikkan permukaan air dibagian hulu sungai guna membangkitkan energi potensial yang lebih besar sebagai pembangkit listrik.

b. PLTA Jenis Diversion

PLTA jenis ini banyak digunakan dalam PLTA saluran air / terusan, jenis pembangkit ini banyak memanfaatkan aliran sungai itu sendiri tanpa membangun bendungan.

c. PLTA Jenis Pumped Storage

Adalah jenis PLTA yang memanfaatkan tenaga listrik yang berlebihan yaitu pada saat pemakaian tenaga listrik rendah saat tengah malam. Pada waktu ini, sebagian turbin berfungsi sebagai pompa untuk memompa air dari hilir ke hulu, jadi pembangkit ini memanfaatkan air secara penuh di hulu saat beban puncak dan dipompa ke atas lagi saat beban rendah

1.2 Kondisi Kelistrikan di Pulau Madura

Pulau Madura selama ini telah menikmati pasokan listrik yang kontinyu. Saat ini beban listrik yang dibutuhkan oleh Madura adalah 120 mW, sedangkan pasokan melalui aliran Jembatan Suramadu mencapai 200 mW.

Sejauh ini kondisi kelistrikan di Pulau Madura masih bergantung pada pasokan Jawa melalui dua sirkit kabel laut tegangan tinggi 150.000volt berkapasitas 2x100 MW yang terbentang dari Gresik menuju Kamal, Madura. Kabel transmisi ini harus melalui Selat Madura yang sering

dilalui oleh Kapal sehingga rentan dengan kerusakan yang disebabkan oleh jangkar. Berdasarkan data PLN Distribusi Jawa Timur, di Madura terdapat sekitar 395.000 pelanggan listrik yang tersebar di Kab. Bangkalan, Kab. Sampang, Kab. Pamekasan dan Kab. Sumenep dengan pertumbuhan mencapai 2% per tahun^[10]

Meski cadangan pasokan listrik di Jawa, Madura dan Bali, namun dengan pertumbuhan permintaan listrik di kawasan tersebut yang mencapai 7% - 9% per tahun dan beban puncak mencapai 22.381 mW, diperlukan tambahan kapasitas pembangkit minimal 1.500 hingga 200 mW per tahun.

Madura merupakan daerah dengan rasio elektrifikasi terendah di Pulau Jawa Timur, yaitu sekitar 49.7 %. Ini disebabkan karena kondisi topografi di Madura, yaitu kecilnya jumlah KK (kepala keluarga) di satu desa sementara jarak antar desa juga cukup jauh.

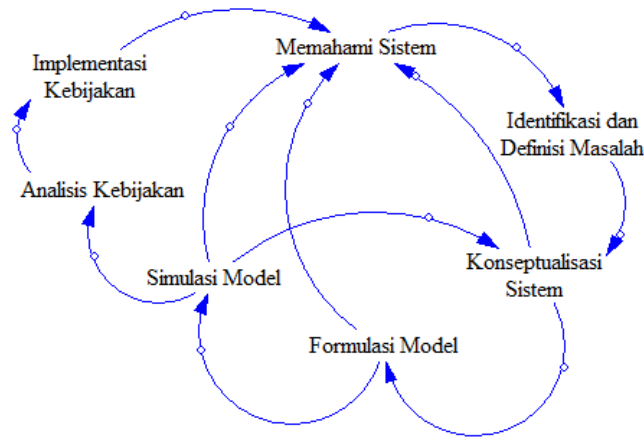
1.3 Pemodelan dan Simulasi

Model merupakan representasi dari sistem nyata, suatu model dikatakan baik apabila perilaku model tersebut menyerupai sistem sebenarnya dengan tidak melanggar prinsip-prinsip berpikir sistem. Dalam membangun sebuah model sangat dipengaruhi oleh subjektivitas seseorang maupun organisasi, maka perlu adanya penyempurnaan yang dilakukan secara terus menerus dengan menggali potensi dan informasi yang relevan^[8]. Selain itu, pendekatan menggunakan simulasi sistem dinamik diperlukan dalam menyelesaikan masalah perusahaan mengingat adanya interaksi antar elemen dalam sistem, adanya permintaan yang berfluktuasi dan mengandung ketidakpastian^[3].

Empat keuntungan penggunaan model dalam penelitian dengan pendekatan sistem^[9] yaitu:

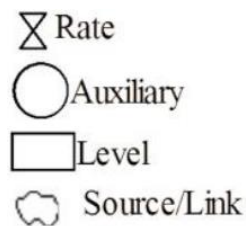
1. Memungkinkan melakukan penelitian yang bersifat lintas sektoral dengan cakupan yang luas
2. Dapat melakukan eksperimentasi terhadap sistem tanpa mengganggu terhadap sistem.
3. Mampu menentukan tujuan aktivitas pengelolaan dan perbaikan sistem yang diteliti.
4. Dapat dipakai untuk menduga perilaku dan keadaan sistem dimasa yang akan datang

Tahapan dalam mengembangkan model sistem dinamik diawali dengan pemahaman sistem dan permasalahannya dihubungkan sehingga membentuk lingkaran tertutup (hubungan sebab akibat) seperti yang terlihat pada gambar 1^[7]



Gambar 1. Tahapan Pengembangan Sistem Dinamik

Pembuatan model sistem dinamik pada umumnya menggunakan software khusus. Contohnya vensim, powersim, stella dan dynamo. Melalui software , model dibuat dengan menggambarkan variable beserta hubungannya. Dalam mengembangkan model perlu diperhatikan dua hal yaitu struktur dan perilaku. Struktur merupakan suatu unsur pembentuk fenomena. Pola yang mempengaruhi keterkaitan unsur-unsur tersebut adalah:



Gambar 2. Jenis Variabel

Level menyatakan kondisi sistem pada setiap saat. Level merupakan akumulasi di dalam sistem. Persamaan suatu variable rate merupakan suatu struktur kebijaksanaan yang menjelaskan mengapa dan bagaimana suatu keputusan dibuat berdasarkan informasi yang mengalir di dalam sistem.

Auxiliary adalah formulasi dari beberapa variable untuk memenuhi variable stock dan flow. Source adalah rangkaian komponen-komponen diluar batasan model.

Proses validasi juga diperlukan dalam membangun sebuah model. Validasi berfungsi untuk membuktikan apakah model yang dibuat sudah mewakili / merepresentasi sistem nyata^[5]. Terdapat dua cara dalam pengujian model, yaitu:

- a. Perbandingan Rata-Rata (Mean Comparasion)

$$E1 = \frac{|\bar{S}-\bar{A}|}{\bar{A}} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

S = Nilai Rata-Rata Hasil Simulasi

A = Nilai Rata-Rata Data

Model dianggap valid apabila **E1 ≤ 5%**

b. Perbandingan Variasi Amplitudo (% Error Variance)

$$E2 = \frac{Ss - Sa}{Sa} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

Ss = Standard deviasi model

Sa = Standard Deviasi Data

Model dianggap valid apabila **E2 ≤ 30%**

BAB 3

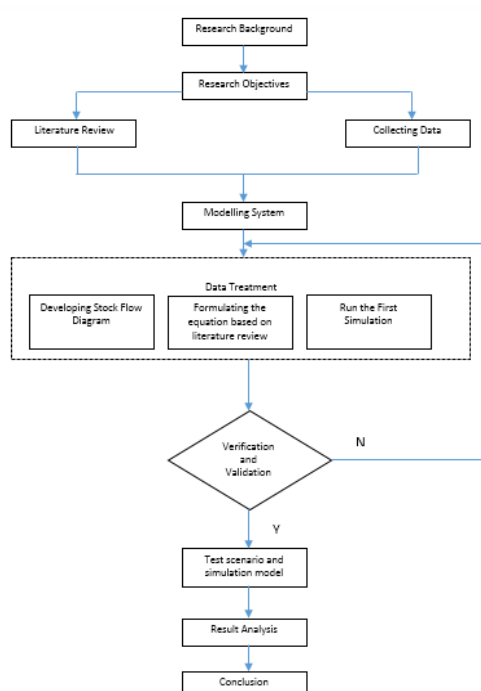
TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan mengembangkan model dinamis untuk perencanaan pembangkit energi listrik tenaga air dengan memanfaatkan sumber daya air terjun dan bendungan dalam rangka memenuhi kebutuhan energi listrik di Pulau Madura. Diharapkan penelitian ini dapat menjadi pemicu terciptanya energi yang mandiri bagi daerah kepulauan khususnya Indonesia timur

BAB 4 METODE PENELITIAN

I. Kerangka Penelitian

Penelitian ini dikerjakan dengan beberapa langkah. Dimulai dari studi literatur, baik itu dari jurnal, buku teks, maupun dari artikel ilmiah yang berhubungan dengan tema penelitian. Dari semua informasi yang didapat, setelah itu disusunlah variable-variabel yang terkait dengan pembangkit listrik tenaga air yang nantinya akan menjadi diagram sebab akibat. Dilanjutkan dengan melakukan verifikasi dan validasi terhadap model yang sudah dibuat. Dari model yang sudah tervalidasi terakhir dilakukan pembuatan scenario kebijakan.



Gambar 3. Alur Pikir Penelitian

II. Data Masukan

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data-data yang didapatkan dari hasil survey dan wawancara yang dilakukan di kantor PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Timur dan PT. PLN Area Pamekasan. Ditambah dengan studi pustaka di Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Timur. Berikut informasi yang didapat:

1. Data pelanggan listrik Pulau Madura
2. Data Beban Puncak Pulau Madura

3. Laju Kenaikan Pelanggan Listrik
4. Debit Air dan Tinggi Tebing Air Terjun Toroan dan Waduk Samiran

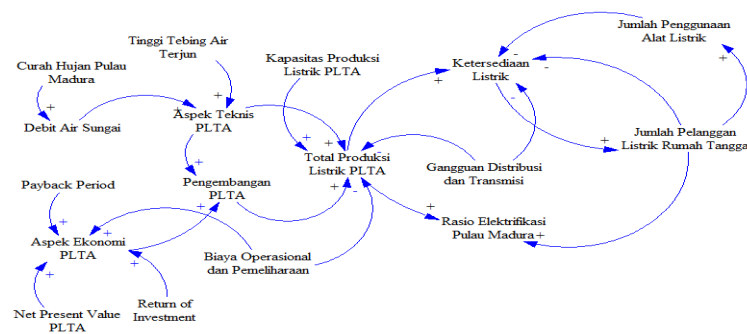
Dari data-data tersebut nantinya akan diproses menjadi model skenario kebijakan dengan bantuan software vensim

III. Pembuatan Konseptual Model

Tahap selanjutnya adalah membuat diagram sebab akibat atau *causal loop diagram*.

Diagram ini meliputi variabel apa saja yang berkaitan dengan perencanaan PLTA.

Berikut adalah diagram kausatik dari perencanaan PLTA:

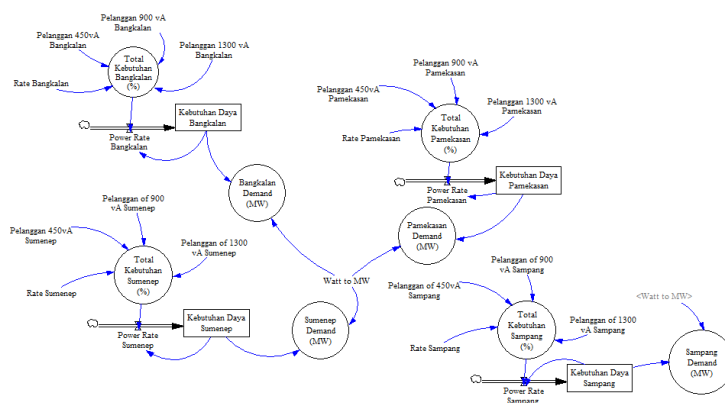


Gambar 4. Diagram Kausatik Perencanaan PLTA Madura

BAB 5 HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

I. Pembuatan Base Model

Langkah awal pembuatan base model adalah mengidentifikasi variabel apa saja yang mempengaruhi sistem utama. Pada penelitian ini kebutuhan (demand) dan pasokan (supply) energi listrik menjadi variabel utama yang mempengaruhi rasio pemenuhan kebutuhan listrik di Pulau Madura. Berikut adalah base model untuk kebutuhan listrik di empat Kabupaten utama Pulau Madura (Pamekasan, Sumenep, Sampang, Bangkalan)



Gambar 5. Base Model Kebutuhan Energi Listrik Pulau Madura

II. Verifikasi dan Validasi

Pengujian terhadap base model dilakukan dengan menggunakan perbandingan rata-rata dan perbandingan variasi amplitudo. Berikut adalah hasil validasi dari model kebutuhan energi listrik. Dari hasil perhitungan terlihat bahwa base model sudah mewakili sistem nyata.

Tabel 1. Validasi Model Kebutuhan Energi Listrik Pulau Madura

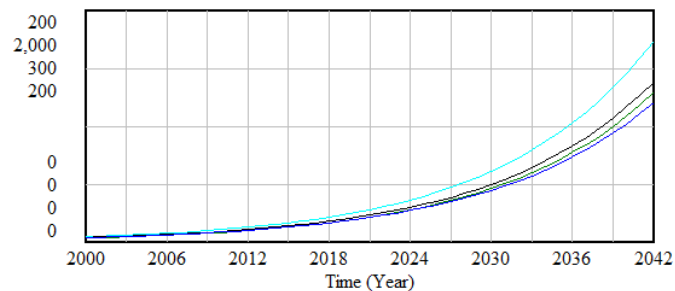
Kabupaten	Valid E1 ≤ 5%	Valid E2 ≤ 30%
Bangkalan	1 %	1,53%
Sampang	0,95 %	0,85%
Pamekasan	1,06%	3,63%
Sumenep	1,52 %	2,89%

III. Model Skenario Parameter

Model skenario dilakukan dengan cara mengubah nilai parameter. Dalam hal ini sub model kebutuhan energi listrik akan diberi perlakuan atau perubahan nilai parameter. Pada skenario parameter ini dibagi menjadi empat, yaitu:

a. Skenario *do-nothing*

Rata-rata pertumbuhan permintaan energi listrik di Indonesia adalah 9%^[12]. Berikut adalah hasil skenario *do-nothing* kebutuhan energi listrik

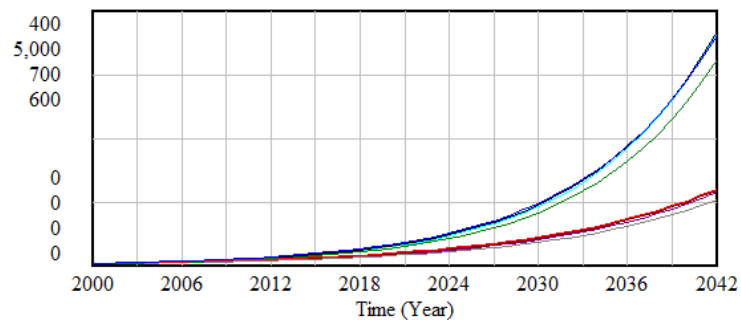


Gambar 6. Skenario *do-nothing* model kebutuhan energi listrik Pulau Madura

Rentang waktu yang digunakan pada skenario ini adalah tahun 2000 sampai 2042. Terlihat bahwa Kabupaten Sumenep memiliki permintaan energi yang paling tinggi pada tahun 2042

b. Skenario Optimistis

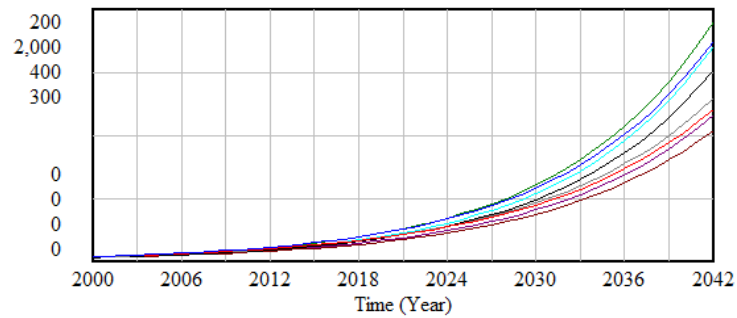
Pada skenario optimistis diasumsikan pertumbuhan permintaan energi listrik mencapai 12% per tahun. Berikut adalah grafik hasil skenario optimistis model kebutuhan energi listrik Pulau Madura.



Gambar 7. Skenario Optimistis Model Kebutuhan Energi Listrik

c. Skenario *Most Likely*

Pada skenario *most likely* diasumsikan pertumbuhan permintaan energi listrik mencapai 10% per tahun. Berikut adalah hasil running simulasi skenario *most likely* kebutuhan energi listrik Pulau Madura.



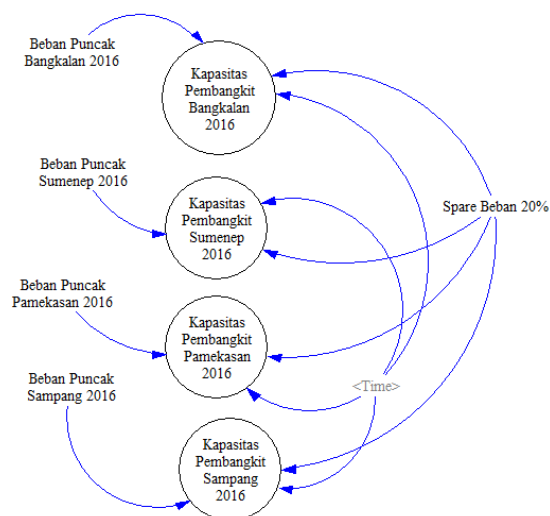
Gambar 8. Skenario Most Likely Model Kebutuhan Energi Listrik

IV. Model Skenario Struktur

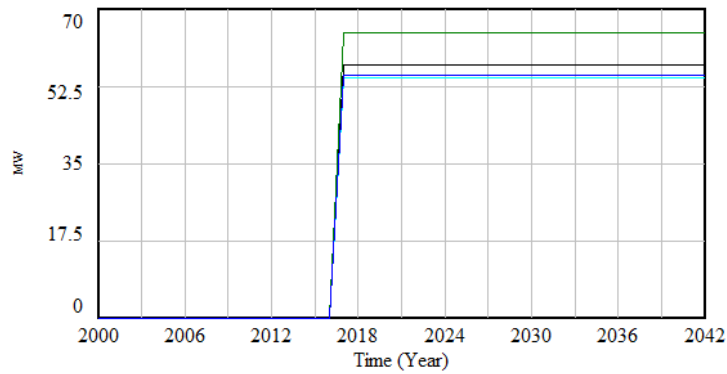
Pembuatan model skenario dapat dilakukan dengan menambahkan variabel dan parameter yang memiliki pengaruh dominan terhadap base model. Dalam pengerjaan penelitian ini digunakan skenario struktur, yaitu dengan menambahkan beberapa sub model skenario, diantaranya sub model perencanaan kapasitas pembangkit listrik, sub model rasio pemenuhan kebutuhan energi listrik PLTA, sub model utilisasi pembangkit listrik dan sub model payback period PLTA.

a. Model Perencanaan Kapasitas Pembangkit Listrik

Terdapat beberapa faktor yang diperhatikan dalam memodelkan kapasitas energi listrik. Diantaranya total kebutuhan daya yang diperlukan dalam suatu daerah serta *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 sebelumnya, ditambah dengan spare daya sebesar 20%^[11], maka dapat dibuat model untuk total kebutuhan daya listrik sebagai berikut. Dari hasil running simulasi didapatkan bahwa Kabupaten Pamekasan memiliki beban paling tinggi yaitu 64,704 mw per tahun.



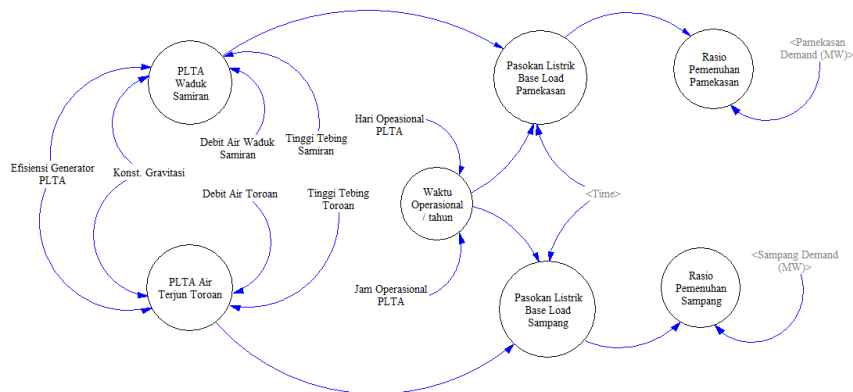
Gambar 9. Perencanaan Kapasitas Pembangkit Listrik Kabupaten Madura



Gambar 10. Hasil Running Model Perencanaan Kapasitas Pembangkit Listrik

b. Model Aspek Teknis PLTA dan Rasio Pemenuhan Kebutuhan

Model aspek teknis PLTA dibuat untuk mengidentifikasi variabel apa saja yang perlu diperhatikan dalam merencanakan pembangkit listrik tenaga air serta untuk menghitung berapa besar daya yang dihasilkan untuk memenuhi kebutuhan kabupaten setempat. Berikut adalah model aspek teknis dan rasio pemenuhan kebutuhan listrik di Kabupaten Sampang dan Pamekasan.



Gambar 11. Aspek Teknis PLTA dan Rasio Pemenuhan Kebutuhan Energi Listrik di Madura

Variabel yang perlu diperhatikan dalam merancang PLTA adalah debit air sungai, tinggi tebing, efisiensi generator dan konstanta gravitasi^[6]. Berikut adalah rumus daya yang dibangkitkan dari PLTA:

$$P = Q * g * H * \eta \quad (3)$$

Dimana:

P : Daya yang dibangkitkan

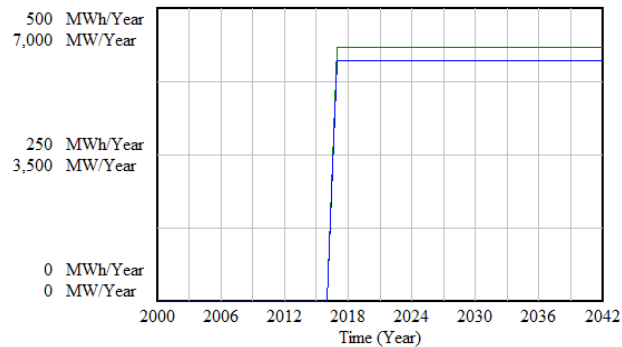
Q : Debit Air Sungai

g : Konstanta Gravitasi (9,8 m/s²)

H : Tinggi Tebing

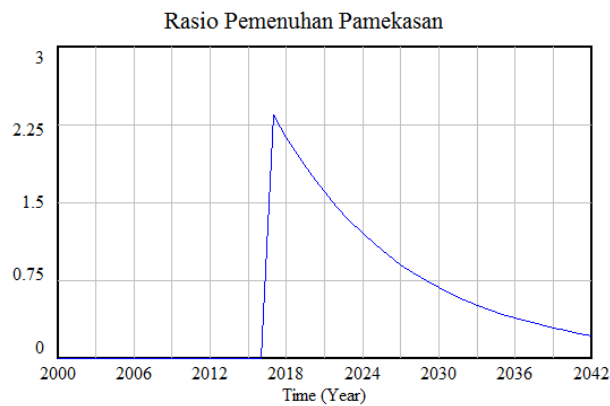
η : Efisiensi Generator PLTA

Dari hasil perhitungan didapatkan hasil bahwa daya yang dibangkitkan dari PLTA samiran sebesar 51 kW sedangkan PLTA Toroan sebesar 756 kW. Sedangkan untuk mengetahui jumlah pasokan listrik pembangkit base load per tahun maka kita perlu menambah variabel waktu operasi per tahun. Pasokan base load dari daerah Pamekasan adalah sekitar 410 mWh per tahun, sedangkan pasokan base load dari Sampang adalah 6070 mWh per tahun.

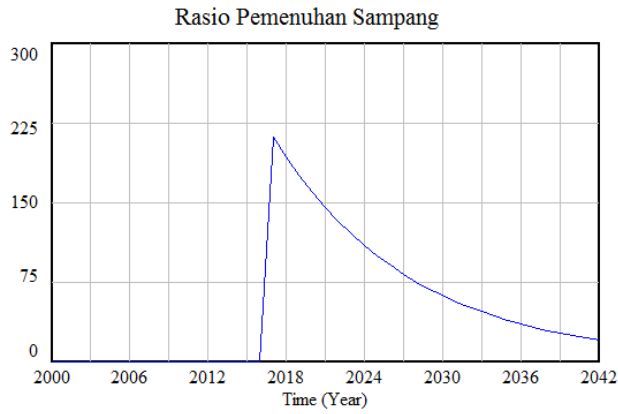


Gambar 12. Pasokan Listrik PLTA

Rasio pemenuhan kebutuhan energi listrik adalah perbandingan jumlah pasokan listrik dengan jumlah pelanggan listrik di suatu wilayah. Rasio pemenuhan kebutuhan listrik di Kabupaten Pamekasan mencapai 22% pada tahun 2042, sedangkan Kabupaten Sampang mencapai 20%.



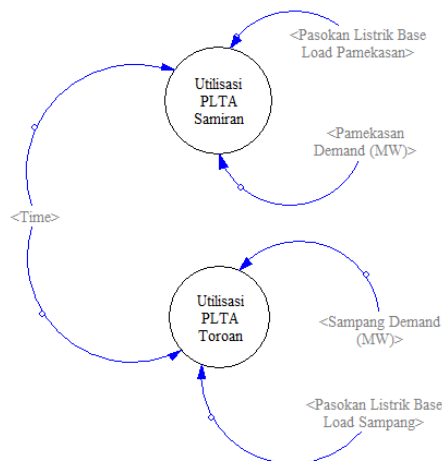
Gambar 13. Hasil Simulasi Rasio Pemenuhan Kebutuhan Listrik Kabupaten Pamekasan dengan PLTA Samiran



Gambar 14. Hasil Simulasi Rasio Pemenuhan Kebutuhan Listrik Kabupaten Sampang dengan PLTA Toroan

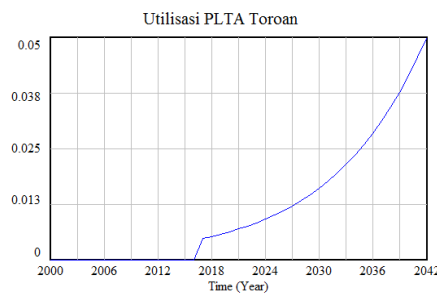
c. Model Utilisasi PLTA

Model utilisasi pembangkit listrik diperlukan untuk menghitung seberapa besar pemanfaatan pembangkit listrik tenaga air untuk memenuhi permintaan di suatu daerah. Berikut adalah model utilisasi pembangkit listrik untuk Kabupaten utama di Pulau Madura.

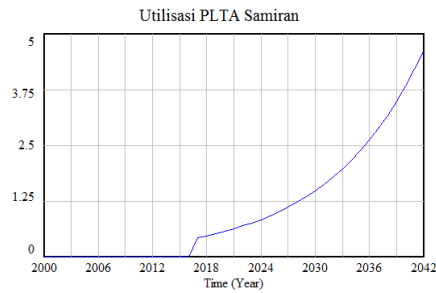


Gambar 15. Model Utilisasi PLTA Pulau Madura

Utilisasi PLTA Samiran mencapai 46% sedangkan PLTA Toroan mencapai 50%. berikut adalah hasil simulasi utilisasi PLTA terhadap kebutuhan listrik di Madura.



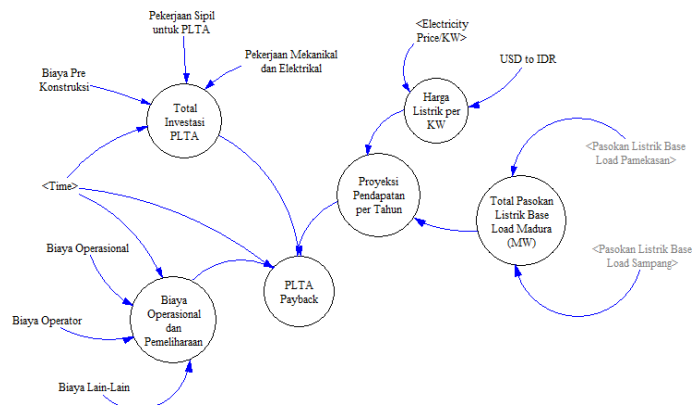
Gambar 16. Hasil Simulasi Utilisasi PLTA Terhadap Kebutuhan Listrik Kabupaten Sampang



Gambar 17. Hasil Simulasi Utilisasi PLTA Terhadap Kebutuhan Listrik di Kabupaten Pamekasan

d. Aspek Ekonomis PLTA

Aspek ekonomi pembangunan PLTA ditentukan oleh biaya investasinya. Diantaranya biaya pre-konstruksi, pekerjaan sipil, pekerjaan mekanikal dan elektrikal^[1]. Serta, pembelian kendaraan operasional, spare part serta fasilitas lainnya yang diperlukan dalam menunjang kegiatan maupun produksi perusahaan. Berikut adalah model aspek ekonomis dari pengembangan PLTA Madura.



Gambar 18. Model Aspek Ekonomis PLTA Madura

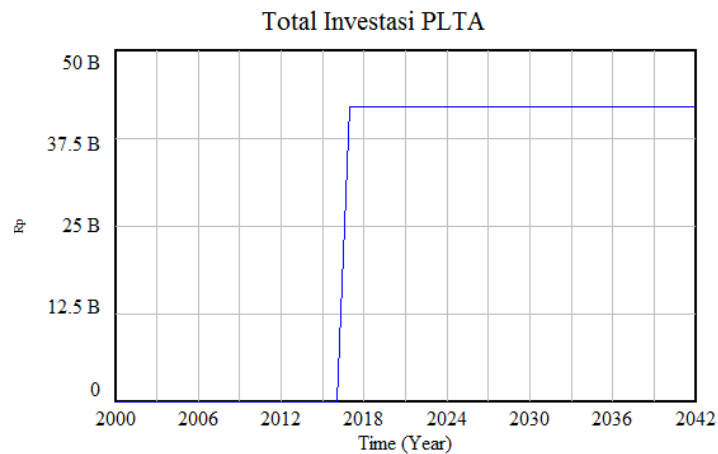
Masih mengacu pada penelitian Afifuddin (2009), total kegiatan investasi pra-konstruksi PLTA membutuhkan biaya sebesar Rp 55.751.374.070. Biaya ini antara lain digunakan untuk perizinan pembangunan PLTA, kepemilikan lahan serta pembelian desain dan mesin. Pelaksanaan proyek pembangkit listrik pada kepulauan mengharuskan perusahaan untuk mandiri dan memiliki fasilitas infrastruktur yang lengkap. Berikut adalah rincian biaya total investasi yang diperlukan dalam proyek pembangunan PLTA.

Tabel 2. Biaya Investasi dan Proyeksi Pendapatan per Tahun PLTA Madura (Afifuddin, 2009)

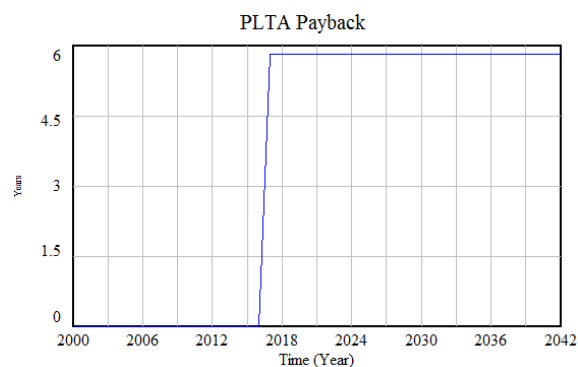
Investasi Awal			
No	Jenis Investasi		Biaya (Rp)
1	Pra-Konstruksi		55.751.374.070
2	Pekerjaan Sipil (2 Lokasi)		20.000.000.000

3	Mekanikal elektrikal (2 lokasi)	10.000.000.000
Total		85.751.374.070
Operasional + 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 cents USD)	1.148
2	Suplai listrik per tahun (mw)	6.487
Proyeksi Pendapatan per tahun		7.447.000.000

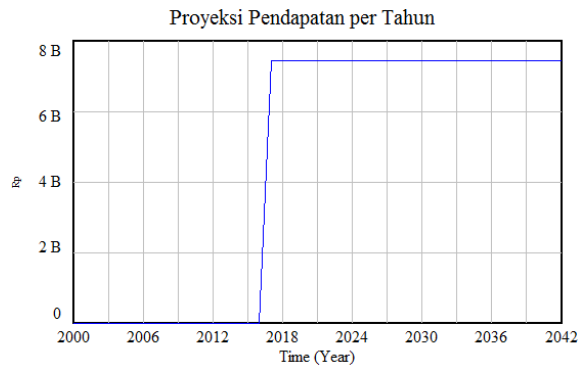
Berdasarkan perhitungan diatas maka lama pengembalian investasi PLTA adalah 5,8 tahun. Proyeksi pendapatan dari penjualan listrik PLTA yaitu 7.447.000.000 per tahun. Berikut adalah hasil simulasi dari model aspek ekonomis pembangunan PLTA.



Gambar 19. Total Investasi PLTA Madura



Gambar 20. Lama Pengembalian Investasi PLTA



Gambar 21. Proyeksi Pendapatan per Tahun

BAB 6.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pengolahan data dan pemodelan skenario, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Perencanaan PLTA sangat diperlukan dalam rangka menjaga keberlanjutan *supply* dan *demand* di kepulauan khususnya Madura. Selain itu pembangunan PLTA juga mendukung pemerintah dalam memanfaatkan sumber daya alam terbarukan sebagai energi utama.
2. Aspek teknis yang perlu diperhatikan dalam merencanakan PLTA adalah debit air sungai, tinggi tebing, konstanta gravitasi dan efisiensi generator PLTA
3. Pasokan listrik PLTA untuk Kabupaten Pamekasan adalah sekitar 410 mw per tahun sedangkan untuk Kabupaten Sampang sebesar 6070 mw per tahun.
4. Pada tahun 2042, rasio pemenuhan kebutuhan listrik di Kabupaten Pamekasan mencapai 22% sedangkan Kabupaten Sampang 20%.

Investasi PLTA akan kembali (*Payback*) setelah kurang lebih 5,8 tahun dari pengoperasian PLTA. Dari hasil teknis maupun ekonomis membuktikan bahwa di Madura layak untuk dikembangkan PLTA

DAFTAR PUSTAKA

Artikel Jurnal

- [1] Afifuddin, A., 2009. Analisis Dampak Krisis Global Terhadap Kelayakan PLTA Pamona 2
- [2] Axella, O. & Suryani, E., 2012. Aplikasi Model Sistem Dinamik Untuk Menganalisis Permintaan dan Ketersediaan Listrik Sektor Industri (Studi Kasus: Jawa Timur). *Jurnal Teknik ITS*, Volume 1, pp. 339-344
- [3] Lestari, N. P., Tama, I. P. & Hardiningtyas, D., 2014. Analisis Sistem Produksi Terhadap Profit Perusahaan Dengan Pendekatan Simulasi Sistem Dinamik. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Sistem Industri*, Volume 2, pp. 952-963
- [4] Rahawuryan, F., Marsudi, S. & Purwati, E., 2015. STUDI KELAYAKAN PERENCANAAN PLTA KESAMBEN KABUPATEN BLITAR JAWA TIMUR

Referensi Buku

- [5] Forrester, J. W., 1968. *Principle of System*. Massachusetts: Wright-Allen Press Inc
- [6] Marsudi, D., 2011. *Pembangkitan Energi Listrik*. Jakarta: Erlangga
- [7] Suryani, E., 2006. *Pemodelan dan Simulasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu
- [8] Winardi, 1989. *Pengantar Tentang Teori Sistem dan Analisis Sistem*. Bandung: Mandar Maju
- [9] Barlas, Y., 1996. *Multiple Test For Validation os System Dynamics Type of Simulation Model*. Turkey: s.n

Publikasi Daring

- [10] Kementerian_ESDM, 2015. *Rencana Umum Ketenagalistrikan Nasional 2015-2034*, Jakarta: Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
- [11] PLN, 2014. *STATISTIK PLN*, Jakarta: Sekretariat Perusahaan PT PLN (Persero)

Referensi Internet

- [12] Anon., 2016. [Online]
Available at: <http://www.pln.co.id>
- [13] JPNN, 2013. *Jawa Pos News Network/daerah*. [Online]
Available at: <http://www.jpnn.com/news/puluhan-desa-belum-teraliri-listrik>

LAMPIRAN

A. Letter of Acceptance



Jurnal INFORMATIKA Jurnal Pengembangan IT

Alamat Redaksi: Program Studi D4 Teknik Informatika, Politeknik Harapan Bersama Tegal
Jln. Mataram No.09 Pesurungan Lor Tegal 52142, Telp. 0283-352000, Email: informatika.ejournal@poltektegal.ac.id

SURAT PENERIMAAN / LETTER OF ACCEPTANCE

Kepada Yth. Bapak/Ibu Penulis paper,
Addin Aditya, Erma Suryani

Melalui surat ini, paper Anda " *Aplikasi Model Sistem Dinamik Untuk Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Air Dalam Rangka Memenuhi Kebutuhan Supply Dan Demand Energi Listrik Di Kepulauan (Studi Kasus: Pulau Madura)* " dinyatakan **DITERIMA** dengan revisi minor untuk jurnal Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT (JPIT) edisi Vol.3 No.1, Januari 2018

Silakan lihat komentar reviewer terlampir melalui email. Perbaiki paper anda ditunggu sampai batas tanggal 18 Januari 2018 jam 24.00 untuk dapat segera diterbitkan. Terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

1. Silakan menuliskan paper anda sesuai dengan template yang ada di website. Paper harus ditulis dalam BAHASA INDONESIA/INGGRIS. Abstract dibuat dalam *dua bahasa (Inggris dan Indonesia)*. Lihat template dan petunjuk penulisan yang ada di website <http://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/informatika> dengan panjang naskah minimal 4 halaman sampai dengan 10 halaman.
2. Penulis diwajibkan untuk mengisi **COPYRIGHT FORM**, dapat didownload pada <https://drive.google.com/file/d/0B3Y9wj8oUSWfZmlaLW9GY184UkU/view>. Form yang telah diisi dan ditandatangani dan di-scan serta disimpan dalam format PDF dikirim melalui OJS pada bagian **Supplement Files** dengan cara **Add a Supplementary File** atau melalui e-mail: informatika.ejournal@poltektegal.ac.id
3. Untuk dapat diterbitkan, maka author yang makalahnya diterima dikenakan biaya penerbitan sebesar Rp. 300.000,-. Author akan menerima satu eksemplar jurnal cetak yang akan dikirimkan kepada alamat author korespondensi.
Biaya tersebut dapat ditransfer melalui rekening:
BANK JATENG,
No rek : 3-004-09258-8, atas nama: **POLTEK HARAPAN B (D4 TEK INF)**
4. Paper yang telah direvisi harap dikirim kembali melalui sistem OJS jurnal pada bagian **Review**, tata cara pengiriman terlampir. Untuk bukti transfer pembayaran dikirim melalui email: informatika.ejournal@poltektegal.ac.id bersamaan dengan pengiriman revisi artikel.

Tegal, Januari 2018

Tim Editor JPIT,
Editor-in-Chief,

Oman Somantri, M.Kom

B. Copyright Form



Jurnal INFORMATIKA

Jurnal Pengembangan IT

Alamat Redaksi: Program Studi D4 Teknik Informatika, Politeknik Harapan Bersama Tegal
Jln. Mataram No.09 Pesurungan Lor Tegal 52142, Telp. 0283-352000, Email: informatika.ejournal@poltektegal.ac.id

COPYRIGHT FORM

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, atas nama semua penulis,

Nama Lengkap : ADDIN ADITYA
Email : addin@stiki.ac.id
Judul Artikel : Aplikasi Model Sistem Dinamik Untuk Perencanaan
Pembangkit Listrik Tenaga Air Dalam Rangka Memenuhi
Kebutuhan Supply dan Demand Energi Listrik di Kepulauan (Studi kasus: Pulau
Madura)
institusi afiliasi : STIKI Malang

Dengan ini dengan ini menyatakan bahwa:

1. Artikel yang dibuat adalah hasil karya tulis orisinal dari penulis dan belum pernah dipublikasikan di tempat lain.
2. Jika artikel ini diterima untuk dipublikasikan dalam nomor terbitan di Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT (JPIT), maka saya dengan ini menyerahkan semua hak cipta (*copyright*) kepada JPIT sebagai penerbit jurnal.
3. Dengan diterimanya artikel diatas untuk publikasi, maka JPIT memiliki hak cipta atas artikel tersebut meliputi hak untuk memperbanyak dan mendistribusikan termasuk mencetak ulang, menerjemahkan, dan/atau membuat reproduksi artikel dalam bentuk lain baik secara *offline* maupun *online*.
4. Penulis artikel menjamin bahwa artikel diatas adalah asli (orisinal), kecuali untuk kutipan dari karya cipta orang lain dengan disertai izin dari pemegang hak cipta.
5. Penulis menjamin bahwa artikel diatas tidak mengandung pernyataan memfitnah dan tidak melanggar hak cipta, merek dagang, paten, hak hukum atau kepatutan orang lain.
6. Penulis pertama/kontributor bersedia mengambil tanggungjawab terhadap isi artikel, atas nama penulis kedua, ketiga dan seterusnya.

Tanggal : 10-01-2018

Tanda tangan:

Nama Penulis: ADDIN ADITYA

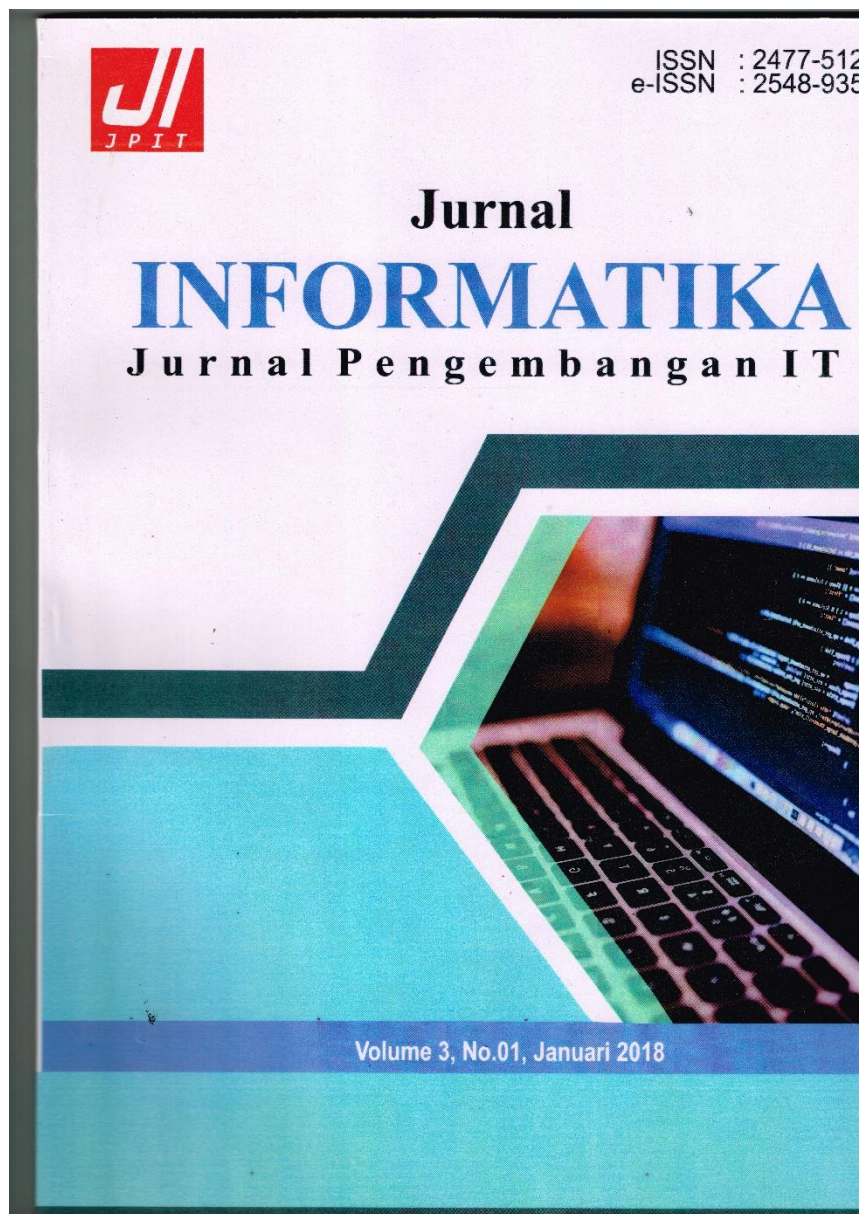
Catatan: Bilamana artikel anda tidak diterima maka surat ini dinyatakan tidak berlaku.

Formulir yang telah diisi dan ditandatangani di-scan dan disimpan dalam format PDF dan harus dikirimkan sebagai file *supplementary* saat pengiriman artikel. Jika kesulitan, penulis dapat mengirimkan ke email: informatika.ejournal@poltektegal.ac.id

Website: <http://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/informatika>
Program Studi D4 Teknik Informatika, Politeknik Harapan Bersama Tegal @2017

C. Full Paper (Terlampir)

D. Cover Jurnal



E. Tim Editor Jurnal

Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT Volume 03, Nomor 01, Januari 2018

ISSN: 2477-5126
e-ISSN: 2548-9356

Pengarah:

Ketua Program Studi D4 Teknik Informatika
Politeknik Harapan Bersama, Tegal

Editor-in-Chief:

Oman Somantri, M.Kom
(ORCID ID: 0000-0002-7261-9975)

Managing Editor:

Slamet Wiyono, S.Pd., M.Eng

Mitra Bestari:

Dr. Ir. Rinaldi Munir, M.T, (Scopus ID: 35176324300) Institut Teknologi Bandung
Dr. Iwan Simarmata, S.T., M.Kom, (Scopus ID: 57195037172) Universitas Negeri Medan
Catur Supriyanto, S.Kom, M.CS, (Scopus ID: 55747052700) Universitas Dian Nuswantoro
Arif Winawan Muhammad, M.Kom, (Scopus ID: 57195383522) Politeknik Harapan Bersama
Prof. Dr. Eng. Ir. Imam Robandi, M.T, (Scopus ID: 23107428900) Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Prof. Ir. Paulus Insap Santosa M.Sc., Ph.D, (Scopus ID: 9636895500) Universitas Gadjah Mada
Prof. Ir. Teddy Mantoro, M.Sc., Ph.D, (Scopus ID: 22735122000) Universitas Siswa Bangsa Internasional
Raguh Bharata Adji, S.T., M.T., M. Eng., Ph.D, (Scopus ID: 24734043700) Universitas Gajah Mada
Prof. Dr. Ir. Richardus Eko Indrajit, M.Sc, (Scopus ID: 57090804500) ABFI Institute Perbanas

Dewan Editor:

Arief Hidayat, M.Kom, (Scopus ID: 35790951200) STMIK ProVisi
Dr. Muchlas, M.T, (Scopus ID: 56712909900) Universitas Ahmad Dahlan
Agus Mulyana, S.Kom., M.T, Universitas Komputer Indonesia, Indonesia
Ir. Drs. Sakuri Dahlan, M.T, STT Wiworotomo Purwokerto
Ginjar Wiro Sasmito, M.Kom, Politeknik Harapan Bersama
Didi Supriyadi, S.T., M.Kom, Sekolah Tinggi Teknologi Telematika Telkom Purwokerto
Sri Winiarti, S.T., M. CS, Universitas Ahmad Dahlan

Editor Pelaksana:

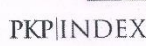
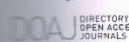
Dyah Apriliyani, S.T., M.Kom, Politeknik Harapan Bersama
M. Nishom, M.Kom, Politeknik Harapan Bersama

Alamat Redaksi:


Tim Redaksi Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT (JPIT)
Program Studi D4 Teknik Informatika, Politeknik Harapan Bersama
Jl. Mataram No.09 Pesurungan Lor Kota Tegal
Telp. +62283 - 352000, Email: informatika.ejournal@poltektegal.ac.id
Website: <http://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/informatika>

Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT merupakan Jurnal berkala ilmiah yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M) Politeknik Harapan Bersama dan dikelola oleh Program Studi D4 Teknik Informatika Politeknik Harapan Bersama Tegal. Bidang keilmuan Sistem Informasi, Teknik Komputer dan Teknik Informatika yang memuat tulisan-tulisan ilmiah mengenai penelitian-penelitian murni dan terapan serta ulasan-ulasan umum tentang perkembangan teori, metode dan ilmu-ilmu terapan terkait. Bidang keilmuan Sistem Informasi, Teknik Komputer dan Teknik Informatika. Artikel akan dimuat tiga kali dalam satu tahun pada bulan Januari, Mei dan September.

Indexed By:



F. Daftar Isi Jurnal

	Jurnal Informatika: Jurnal Pengembangan IT Volume 03, Nomor 01, Januari 2018
	ISSN: 2477-5126 e-ISSN: 2548-9356
DAFTAR ISI	
1-6	Klasifikasi Penyakit Daun Padi Berdasarkan Hasil Ekstraksi Fitur GLCM Interval 4 Sudut Jani Kusanti, Noor Abdul Haris
7-14	Aplikasi Model Sistem Dinamik Untuk Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Air Dalam Rangka Memenuhi Kebutuhan Supply Dan Demand Energi Listrik Di Kepulauan (Studi Kasus: Pulau Madura) Addin Aditya, Erma Suryani
15-19	Prototipe <i>Automatic Air Filtration</i> Memanfaatkan Mikrokontroler ATmega328 Sebagai <i>Air Quality Control</i> Ahmad Roihan, Muhamad Asep Damyati
20-25	Prediksi Pergerakan Harga Valas Menggunakan Algoritma <i>Neural Network</i> Castaka Agus Sugianto, Faishal Fachruddin
26-30	Pengembangan <i>Framework Yii</i> Dalam Pembangunan Sistem Inventaris STMIK Prabumulih Dengan Konsep <i>User Centered Design (UCD)</i> Ariansyah Ariansyah, Ahmat Josi
31-35	Implementasi aplikasi kehadiran perkuliahan dikelas menggunakan pembaca RFID pada e-KTP Muhamad Akbar, Irman Effendy
36-39	Prototype of Personal Knowledge Management on Higher Education Ilyas Nuryasin
40-44	Sistem Pakar Untuk mendiagnosis Gangguan Jiwa Schizophrenia Landung Sudarmana, Febty Lestari
45-48	Pengujian Aplikasi dengan Metode <i>Blackbox Testing Boundary Value Analysis</i> (Studi Kasus: Kantor Digital Politeknik Negeri Lampung) Tri Sandhika Jaya
49-55	Implementasi Model Serum pada Sistem Informasi Seleksi Masuk Mahasiswa Politeknik Pariwisata Palembang Usman Ependi
56-60	Integrasi <i>SMS Gateway</i> Untuk Pengembangan Sistem Informasi Surat Pada Kantor Kepala Desa (Studi kasus: Desa Balapulung Kulon Kab. Tegal) Arfan Haqiqi Sulasmoro, Indri Yunita Sari, Yerry Febrian Sabanise