



JURNAL TEKNIK

TEKNIK INFORMATIKA - TEKNIK MESIN - TEKNIK SIPIL - TEKNIK ELEKTRO - TEKNIK INDUSTRI

PENGGUNAAN METODE POQ (PERIODE ORDER QUANTITY) DALAM UPAYA PENGENDALIAN TINGKAT PERSEDIAAN BAHAN BAKU (HDN) (STUDI KASUS PADA PERUSAHAAN FRAGRANCE DI TANGERANG)
Diah Septiyana

OPTIMASI PENGENDALIAN BANJIR DI KOTA TANGERANG DENGAN METODE GOAL PROGRAMMING DAN AHP (ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS)
Shiddiq Waluyo & Saiful Haq

ANALISA TATA LETAK MATERIAL DI GUDANG PT GGS DALAM MENINGKATKAN EFEKTIFITAS KERJA
Ellysa Kusuma Laksanawati & Rahman Ridho

STUDI EKSPERIMENTAL PENGUJIAN KEKASARAN PERMUKAAN DAN KEAKURASIAN DIMENSI PADA PROSES DRY MACHINING BAJA AISI 01
Riki Candra Putra

ANALISA TINGKAT PENERIMAAN PELANGGAN SELULAR TERHADAP LAYANAN SELULAR BERBASIS 3G PADA PELAJAR SMP DI KABUPATEN TANGERANG
Triyono

ANALISIS KELAYAKAN PROYEK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINIHIKRO (PLTM) MENGGUNAKAN SOFTWARE RETCSREEN (STUDI KASUS PADA PLTM SIMALUNGUN, SUMATERA UTARA)
Ria Rossaty

KAPASITAS MOMEN DAN GESER PADA STRUKTUR BALOK DI BANGUNAN TINGGI WILAYAH RAWAN GEMPA
Almufid

MODEL LAYANAN INFORMASI LOKASI MASJID DI WILAYAH KOTA TANGERANG MENGGUNAKAN PERANGKAT BERGERAK (MOBILE DEVICE)
Angga Aditya Permana

ANALISA GANGGUAN HUBUNG SINGKAT DENGAN MENGGUNAKAN ETAP 12.6.0 PADA PT X
Badaruddin & Mochamad Isnan Arsyad

ANALISIS STRATEGI PEMASARAN OBAT BATUK PROSPAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE SWOT PADA PT. SOHO GLOBAL HEALTH
Hermanto & Ahmad Rizki K.

MEMBANGUN VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VOIP) MENGGUNAKAN SOFTWARE ASTERISK
Bambang Adi Mulyani

Diterbitkan Oleh:

Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Tangerang
Jl. Perintis Kemerdekaan I No. 33, Cikokol Tangerang - Tlp. 021 - 51374916

	Jurnal Teknik	Vol. 5	No. 1	Hlm. 1-94	FT. UMT Mei 2016	ISSN 2302-8734
---	---------------	--------	-------	-----------	---------------------	-------------------

JURNAL TEKNIK

Teknik Informatika ~ Teknik Mesin ~ Teknik Sipil
Teknik Elektro ~ Teknik Industri



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH TANGERANG**

Pelindung:

Dr. H. Achmad Badawi, S.Pd., SE., MM.
(Rektor Universitas Muhammadiyah Tangerang)

Penanggung Jawab:

Ir. Saiful Haq, M.Si.
(Dekan Fakultas Teknik)

Pembina Redaksi:

Rohmat Taufik, ST., M.Kom.
Drs. H. Syamsul Bahri, MSi.
Drs. Ir. Sumardi Sadi, MT.

Pimpinan Redaksi:

Drs. Ir. Sumardi Sadi, MT.

Redaktur Pelaksana:

Yafid Efendi, ST, MT.

Editor Jurnal Teknik UMT:

Drs. Ir. Sumardi Sadi, MT.

Dewan Redaksi:

Hendra Harsanta, SPd., MT.
Tri Widodo, ST., MT.
Bambang Suhardi W, ST., MT.
Almufid, ST., MT.
Siti Abadiyah, ST., MT.
M. Jonni, SKom., MKom.
Elfa Fitria, SKom, MKom.
Lenni, ST., MT.

Kasubag:

Ferry Hermawan, MM.

Kuangan:

Elya Kumalasari, S.Ikom.

Setting & Lay Out:

Muhlis, S.E.
Saiful Alam, SE..

Mitra Bestari:

Prof. Dr. Aris Gumilar
Ir. Doddy Hermiyono, DEA.
Ir. Bayu Purnomo
Dr. Ir. Budiyanto, MT.

JURNAL TEKNIK

Diterbitkan Oleh:

Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Tangerang

Alamat Redaksi:

Jl. Perintis Kemerdekaan I No. 33, Cikokol Tangerang
Tlp. (021) 51374916

Jurnal Teknik	Vol.	No.	Hlm.	UMT	ISSN
	5	1	1-94	Mei 2016	2302-8734

DAFTAR ISI

- **PENGUNAAN METODE POQ (PERIODE ORDER QUANTITY) DALAM UPAYA PENGENDALIAN TINGKAT PERSEDIAAN BAHAN BAKU (HDN) (STUDI KASUS PADA PERUSAHAAN FRAGRANCE DI TANGERANG) – 1**
Diah Septiyana
- **OPTIMASI PENGENDALIAN BANJIR DI KOTA TANGERANG DENGAN METODE GOAL PROGRAMMING DAN AHP (ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS) – 6**
Shiddiq Wahuyo & Saiful Haq
- **ANALISA TATA LETAK MATERIAL DI GUDANG PT GGS DALAM MENINGKATKAN EFEKTIFITAS KERJA – 12**
Ellysa Kusuma Laksanawati & Rahman Ridho
- **STUDI EKSPERIMENTAL PENGUJIAN KEKASARAN PERMUKAAN DAN KEAKURASIAN DIMENSI PADA PROSES DRY MACHINING BAJA AISI 01 – 17**
RIKI CANDRA PUTRA
- **ANALISA TINGKAT PENERIMAAN PELANGGAN SELULAR TERHADAP LAYANAN SELULAR BERBASIS 3G PADA PELAJAR SMP DI KABUPATEN TANGERANG – 25**
Triyono
- **ANALISIS KELAYAKAN PROYEK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINIHIKRO (PLTM) MENGGUNAKAN SOFTWARE RETCSREEN (STUDI KASUS PADA PLTM SIMALUNGUN, SUMATERA UTARA) – 34**
Ria Rossaty
- **KAPASITAS MOMEN DAN GESER PADA STRUKTUR BALOK DI BANGUNAN TINGGI WILAYAH RAWAN GEMPA – 41**
Almufid
- **MODEL LAYANAN INFORMASI LOKASI MASJID DI WILAYAH KOTA TANGERANG MENGGUNAKAN PERANGKAT BERGERAK (MOBILE DEVICE) – 49**
Angga Aditya Permana
- **ANALISA GANGGUAN HUBUNG SINGKAT DENGAN MENGGUNAKAN ETAP 12.6.0 PADA PT X – 60**
Badaruddin & Mochamad Isnan Arsyad
- **ANALISIS STRATEGI PEMASARAN OBAT BATUK PROSPAN DENGAN MENGGUNAKAN METODE SWOT PADA PT. SOHO GLOBAL HEALTH – 69**
Hermanto & Ahmad Rizki K.
- **MEMBANGUN VOICE OVER INTERNET PROTOCOL (VOIP) MENGGUNAKAN SOFTWARE ASTERISK – 84**
Bambang Adi Mulyani



**Sambutan Dekan
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Tangerang**

Puji Syukur kehadiran Allah Swt. karena berkat karunia dan ijin-Nyalah Tim penyusun Jurnal Teknik Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Tangerang dapat menyelesaikan tugasnya tepat sesuai dengan waktu ditetapkan.

Saya menyambut baik diterbitkannya Jurnal Teknik Vol. 5 No. 1, Mei 2016, terbitnya jurnal ini, merupakan respon atas terbitnya Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No. 17 Tahun 2010 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi; Surat Dirjen Dikti Nomor 2050/E/T/2011 tentang kebijakan unggah karya ilmiah dan jurnal; Surat Edaran Dirjen Dikti Nomor 152/E/T/2012 tertanggal 27 Januari 2012 perihal publikasi karya ilmiah yang antara lain menyebutkan untuk lulusan program sarjana terhitung mulai kelulusan setelah 2012 harus menghasilkan makalah yang terbit pada jurnal ilmiah.

Terbitnya Jurnal ini juga diharapkan dapat mendukung komitmen dalam menunjang peningkatan kemampuan para dosen dan mahasiswa dalam menyusun karya ilmiah yang dilandasi oleh kejujuran dan etika akademik. Perhatian sangat tinggi yang telah diberikan rektor Universitas Muhammadiyah Tangerang khususnya mengenai *plagiarism* dan cara menghindarinya, diharapkan mampu memacu semangat dan motivasi para pengelola jurnal, para dosen dan mahasiswa dalam menyusun karya ilmiah yang semakin berkualitas.

Saya mengucapkan banyak terimakasih kepada para penulis, para pembahas yang memungkinkan jurnal ini dapat diterbitkan, dengan harapan dapat dimanfaatkan seoptimal mungkin dalam peningkatan kualitas karya ilmiah.

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Tangerang,

Ir. Saiful Haq, M.Si.



Pengantar Redaksi
Jurnal Teknik
Universitas Muhammadiyah Tangerang

Puji dan Syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadapan Allah Swt. atas karunia dan lindungan-Nya sehingga Jurnal Teknik Vol. 5 No. 1 Bulan September 2016 dapat diterbitkan.

Menghasilkan karya ilmiah merupakan sebuah tuntutan perguruan tinggi di seluruh dunia. Tri Dharma Perguruan Tinggi yaitu darma pendidikan, darma penelitian, dan darma pengabdian kepada masyarakat mendorong lahirnya dinamika intelektual diantaranya menghasilkan karya-karya ilmiah. Penerbitan Jurnal Teknik ini dimaksudkan sebagai media dokumentasi dan informasi ilmiah yang sekiranya dapat membantu para dosen, staf dan mahasiswa dalam menginformasikan atau mempublikasikan hasil penelitian, opini, tulisan dan kajian ilmiah lainnya kepada berbagai komunitas ilmiah.

Buku Jurnal yang sedang Anda pegang ini menerbitkan 11 artikel yang mencakup bidang teknik sebagaimana yang tertulis dalam daftar isi dan terdokumentasi nama dan judul-judul artikel dalam kulit cover Jurnal Teknik Vol. 5 No. 1 bulan Mei 2016 dengan jumlah halaman 1-94 halaman.

Jurnal Teknik ini tentu masih banyak kekurangan dan masih jauh dari harapan, namun demikian tim redaksi berusaha untuk ke depannya menjadi lebih baik dengan dukungan kontribusi dari semua pihak. Harapan Jurnal Teknik akan berkembang menjadi media komunikasi intelektual yang berkualitas, aktual dan faktual sesuai dengan dinamika di lingkungan Universitas Muhammadiyah Tangerang.

Tak lupa pada kesempatan ini kami mengundang pembaca untuk mengirimkan naskah ringkasan penelitiannya ke redaksi kami. Kami sangat berterimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penerbitan Jurnal Teknik ini semoga buku yang sedang Anda baca ini dapat bermanfaat.

Pimpinan Redaksi Jurnal Teknik
Universitas Muhammadiyah Tangerang,

Drs. Ir. Sumardi Sadi, MT.

ANALISIS KELAYAKAN PROYEK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MINIHIDRO (PLTM) MENGGUNAKAN *SOFTWARE* RETCSREEN (STUDI KASUS PADA PLTM SIMALUNGUN, SUMATERA UTARA)

Ria Rossaty

Program Magister Teknik Sipil,
Manajemen Rekayasa Infrastruktur
e-mail: *ria_rossaty@yahoo.com*

ABSTRAK

Percepatan pembangunan tenaga listrik yang berkelanjutan didasari atas meningkatnya pertumbuhan ekonomi dan laju perkembangan industri suatu negara. Mempercepat sumber daya energi, pasar energi juga diserahkan kepada perusahaan swasta. Dalam pasar yang kompetitif, mengembangkan proyek listrik tenaga air membutuhkan banyak uang dan waktu serta keahlian dibidang teknik terutama untuk pembuatan studi kelayakan. Dalam membantu para pengembang membuat penilaian awal dari kelayakan teknis dan kelayakan ekonomis, pengembangan alat komputersasi RETScreen sangat dibutuhkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan pada tiga lokasi alternatif potensi PLTM Simalungun terutama dari aspek teknis dan aspek ekonomi dengan menggunakan *Software* RETScreen. Hasil analisis menunjukkan bahwa ditinjau dari aspek teknis, kapasitas terpasang terbesar terdapat pada PLTM Simalungun 1 yaitu 6,202 MW, Simalungun 3 memiliki kapasitas terbaik kedua yaitu 5,626 MW dan selanjutnya Simalungun 2 yaitu 3,985 MW. Secara keseluruhan untuk produksi energi tahunan dihasilkan sesuai dengan kapasitas terpasang, semakin besar kapasitas terpasang maka menghasilkan produksi energi yang lebih besar yaitu 6,202 MW menghasilkan 52,965 GWh; 5,626 MW menghasilkan 48,161 GWh dan 3,985 MW menghasilkan 34,033 GWh. Ditinjau dari aspek ekonomis bahwa estimasi biaya didasarkan dengan panjang *penstock* dan *waterway* serta daya yang terpasang, didapat estimasi > USD 11.000.000 dengan rata-rata USD 2.200.000/MW. Total biaya tahunan > USD 1.600.000 dan total simpanan/masukkan tahunan menguntungkan bagi pihak swasta > USD 2.000.000. Kelayakan Finansial menunjukkan *Net Present Value* (NPV) > USD 6.000.000, *Benefit Cost Ratio* (BCR) > 2,8, *Internal Rate of Return* (IRR) > 11 % dengan periode kembali 3–9 tahun. Dari berbagai aspek teknis, ekonomi dan lingkungan PLTM Simalungun 1 adalah alternatif terbaik dan menjadi prioritas, alternatif kedua terbaik adalah Simalungun 3 dan kemudian Simalungun 2.

Kata Kunci: *Kelayakan, Minihidro, RETScreen.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyediaan tenaga listrik bagi keperluan sektoral sampai saat ini dibangkitkan dengan minyak. Investasi pembangkit listrik dengan bahan bakar minyak mahal, sehingga hal ini membuka kesempatan bagi upaya diversifikasi, dengan pemakaian minyak pada sektoral dapat digantikan dengan pemakaian tenaga listrik yang dibangkitkan oleh energi non minyak. Dewasa ini minyak bumi atau

bahan bakar fosil merupakan sumber utama pemakaian energi di dalam negeri. Penggunaannya terus meningkat, sedang jumlah persediaan terbatas. Oleh karena itu perlu diambil langkah penghematan minyak bumi atau bahan bakar fosil di satu pihak dan di pihak lain pengembangan-pengembangan sumber energi lainnya, seperti memanfaatkan potensi sumberdaya alam berupa air sungai yang banyak terdapat di seluruh Indonesia.

Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro

(PLTM) adalah istilah yang digunakan untuk instalasi pembangkit listrik yang menggunakan energi air. Pembangunan ini membantu untuk memperlambat perubahan iklim karena pembangkit listrik tenaga air menghasilkan jumlah yang sangat kecil dari gas rumah kaca dan tidak menghasilkan polutan udara. Selain itu, pembangkit listrik tenaga air mencegah penipisan sumber daya tak terbarukan dengan bahan bakar fosil sehingga menjamin keadilan sosial antar generasi.

Mempercepat sumber daya energi, pasar energi juga diserahkan kepada perusahaan swasta. Dalam pasar yang kompetitif, mengembangkan proyek listrik tenaga air membutuhkan banyak uang dan waktu serta keahlian di bidang teknik terutama untuk pembuatan studi kelayakan. Untuk membantu para pengembang membuat penilaian awal dari kelayakan teknis dan kelayakan ekonomis proyek, pengembangan alat komputerisasi sangat dibutuhkan.

Software Analisis Energi Bersih *RETScreen* adalah salah satu alat penilaian proyek energi yang berhasil dikembangkan oleh CanmetENERGI, sebuah organisasi pemerintah Kanada. Hal ini dapat digunakan untuk berbagai jenis teknologi energi, termasuk tenaga air, untuk mengevaluasi produksi energi dan penghematan, biaya, dan viabilitas keuangan proyek (*RETScreen International*, 2010). *RETScreen* digunakan pada proyek pembangkit listrik tenaga air skala kecil di Simalungun untuk menentukan kelayakan dari aspek teknis dan aspek ekonomi.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian studi kelayakan PLTM Simalungun menggunakan *Software* *RETScreen* ini adalah menganalisis kelayakan pada tiga lokasi alternatif potensi terutama dari aspek teknis dan aspek ekonomi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Software* dan Data

Perangkat lunak *RETScreen* dapat digunakan untuk mengevaluasi berbagai teknologi energi konvensional dan terbarukan. Beberapa model terintegrasi ke dalam perangkat lunak adalah (*RETScreen International*, 2001-2004).

1. PLTA/PLTM;
2. Energi Angin;
3. *Photovoltaic*;

4. *Ocean Current*;
5. *Fuel Cell*;
6. Turbin Gas;
7. Pemanasan Biomassa;
8. Solar Air *Heating*;
9. Gelombang;
10. Panas Bumi;
11. *Combined Heat & Power (CHP)*;
12. Pengukuran Efisiensi Energi, dll.

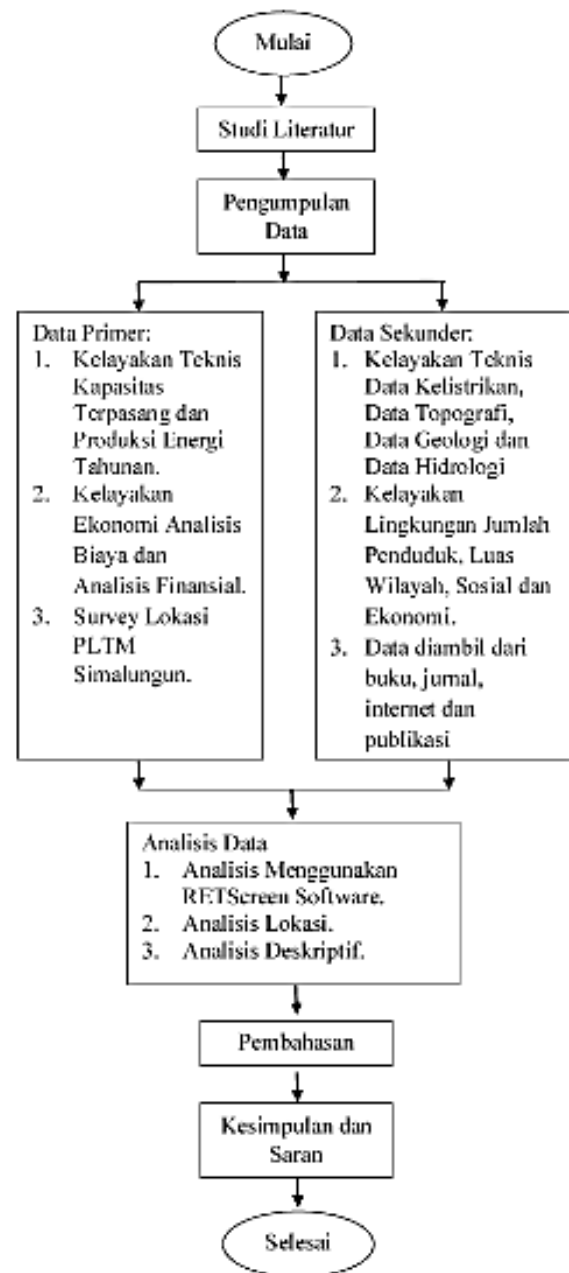
Perangkat lunak ini berjalan pada *Microsoft Excel workbook*. Pada *start sheet* jenis proyek dan teknologi yang digunakan dalam sistem dipilih. Untuk setiap teknologi, ada terpadu meteorologi dan data kinerja peralatan yang digunakan oleh perangkat lunak. Beberapa data tambahan mengenai biaya dan parameter keuangan juga diperlukan untuk mengevaluasi aspek keuangan proyek. Karena mengumpulkan data ini mungkin sangat mahal dan waktu mengonsumsi perangkat lunak mengintegrasikan serangkaian *database* untuk mengatasi masalah ini. Namun, pengguna dapat memasukkan data secara manual setiap saat. Namun, pengguna dapat memasukkan data secara manual setiap saat. Meskipun teknologi masing-masing memiliki model analisis sendiri, lima langkah prosedur analisis standar umum untuk semua teknologi ini. (*RETScreen International*, 2001-2004).

1. *Langkah 1 - Energi Model*: Pada lembar kerja ini, beberapa parameter yang menggambarkan tata letak proyek, peralatan dan teknologi yang akan digunakan dan beban (s) atau sumber daya (s) (hidrologi dalam kasus tenaga air) yang dimasukkan oleh pengguna. Perangkat lunak kemudian menghitung beberapa nilai lain seperti produksi energi tahunan dan kapasitas daya pembangkit;
2. *Langkah 2 - Analisis Biaya*: Ada dua alternatif untuk melakukan analisis biaya. Dalam lembar kerja analisis biaya, perangkat lunak memungkinkan pengguna untuk memasukkan biaya awal, tahunan dan periodik. Dalam lembar analisis biaya, semua biaya yang dimasukkan oleh pengguna. Alternatif kedua untuk analisis biaya yang disebut "*hydro formula costing method*". Metode ini didasarkan pada rumus biaya empiris;

3. *Langkah 3* - Analisis Emisi Gas Rumah Kaca atau Green House Gas (GHG). Kedua analisis ini adalah lembar kerja opsional. Hal ini dapat digunakan untuk menentukan pengurangan emisi gas rumah kaca sebagai hasil dari menggunakan teknologi terbarukan atau bersih daripada teknologi konvensional;
4. *Langkah 4* - Analisis Keuangan: Pada lembar kerja ini, pengguna memasukkan parameter keuangan yang diperlukan untuk analisis keuangan. Parameter ini meliputi inflasi, tingkat diskon, utang, pajak, dll. Menggunakan parameter ini bersama dengan biaya dan harga listrik, *RETScreen* menghitung beberapa indikator keuangan untuk mengevaluasi kelayakan proyek yang diusulkan. Beberapa indikator ini yaitu *Internal Rate of Return (IRR)*, *Net Present Value (NPV)* dan *Benefit Cost Ratio (BCR)*. Kas tahunan mengalir bersama-sama dengan diagram arus kas kumulatif juga disajikan dalam lembar kerja analisis keuangan; dan
5. *Langkah 5* - Sensitivitas & Analisis Risiko: Ini adalah lembar kerja opsional. Ini membantu pengguna menentukan bagaimana ketidakpastian dalam beberapa parameter input dapat mempengaruhi kelangsungan hidup keuangan secara keseluruhan proyek. (*RETScreen International, 2001-2004*).

3. METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

3.2 Metode yang Digunakan

Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini memerlukan data-data yaitu sebagai berikut:

1. Data Primer:
 - a. *Software* RETScreen:
 - 1) Kelayakan Teknis
 - a) Kapasitas Terpasang
 - b) Produksi Energi Tahunan
 - 2) Kelayakan Ekonomi
 - a) Analisis Biaya
 - b) Analisis Finansial

- b. Pengamatan dilakukan secara langsung pada lokasi penelitian yaitu Rencana Pembangunan Proyek PLTM Simalungun 1, 2 dan 3 dengan *survei* dan pengukuran langsung di sungai Karai.
- 2. Data Sekunder:
 - 1) Kelayakan Teknis
 - a) Data Kelistrikan
 - b) Data Topografi, Data Geologi, dan Data Hidrologi
 - 2. Kelayakan Lingkungan (Data Pendukung)
 - a) Jumlah Penduduk dan Luas Wilayah
 - b) Sosial dan Ekonomi
 - 3. Data yang diambil dari buku-buku, jurnal-jurnal, majalah, internet, data Pemerintah Daerah Simalungun, keterangan dan publikasi lainnya yaitu dari *Library Research* (Studi Pustaka).

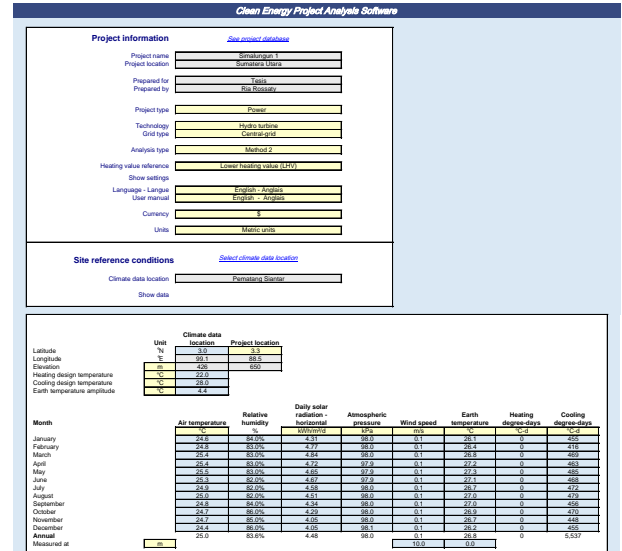
4. PEMBAHASAN

4.1 Aplikasi RETScreen PLTM Simalungun

Tabel 1. Sistem pengkodean warna *cell* RETScreen

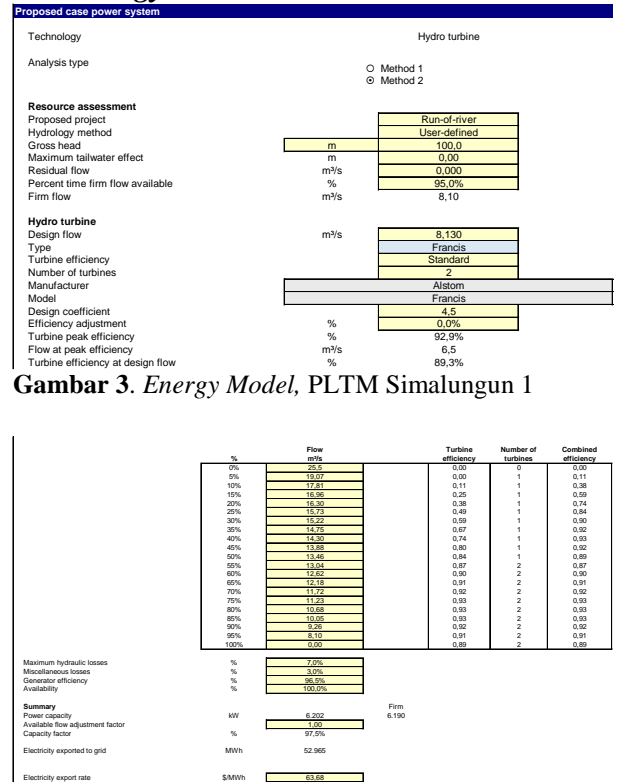
Input & Output Cells	
Putih	Model Output/Keluaran Model – dihitung dengan model
Kuning	User Input/Masukan Pengguna – diperlukan untuk menjalankan model
Biru	User Input/Masukan Pengguna – diperlukan untuk menjalankan model dan ketersediaan database online
Abu-abu	User Input/Masukan Pengguna – hanya untuk tujuan referensi, tidak untuk menjalankan model

4.2 Start Sheet



Gambar 2. Start sheet of RETScreen

4.3 Energy Model Sheet



Gambar 4. Energy Model, PLTM Simalungun 1

4.4 Cost Analysis Sheet and Hydro Formula Costing Method

Initial costs (credits)	Unit	Quantity	Unit cost	Amount	Relative costs
Feasibility study	cost				0.0%
Development	cost				0.0%
Engineering	cost				0.0%
Power system					
Hydro turbine	kw	6,291.57			
Road construction	m			12,314.000	
Transmission line	km				
Substation	project				
Energy efficiency measures	project				
User-defined	cost				
Subtotal				12,314.000	100.0%
Balance of system & miscellaneous	%				
Spine parts	project				
Transportation	project				
Training & commissioning	project				
User-defined	cost				
Contingency	%				
Interest during construction	%				
Subtotal				12,314.000	100.0%
Total initial costs				12,314.000	100.0%

Gambar 5 Cost Analysis Sheet PLTM Simalungun 1.

Country	Value	Unit
Country	Indonesia	
Local vs. Canadian equipment cost ratio	1.00	
Local vs. Canadian fuel cost ratio	0.80	
Local vs. Canadian labor cost ratio	0.80	
Equipment manufacture cost coefficient	1.00	
Exchange rate	1500	\$/CAD
Design flow	100	m ³ /s
Grass head	100	m
Number of turbines	2	
Type	Francis	
Flow per turbine	50	m ³ /s
Turbine runner diameter per unit	1.00	m
Facility type	100	Mw
Excavation method	100	
Rock at dam site	7.0%	%
Maximum hydraulic losses	3.0%	%
Manufacturing losses	3.0%	%
Length	100	m
Difficulty of terrain	100	
Allowable tunnel headloss factor	1.00	%
Percent length of tunnel that is blast	100	%
Excavation method	100	
Length in rock	300	m
Tension side slope in rock (average)	0	%
Length in response soil	0	m
Tension side slope in soil (average)	0	%
Total canal headloss	100.0	m
Number	1.00	
Allowable penstock headloss factor	1.00	%
Diameter	1.32	m
Average pipe wall thickness	1.44	mm
Clearance to borrow pits	10.00	m
Transmission line	100	km
Line type	Central-gird	
Length	200	km
Difficulty of terrain	200	
Voltage	200	kV

Gambar 6. Hydro Costing Formula Method PLTM Simalungun 1.

4.5 Financial Analysis Sheet

Financial parameters			
General			
Fuel cost escalation rate	%		0,0%
Inflation rate	%		5,0%
Discount rate	%		9,5%
Project life	yr		50
Finance			
Incentives and grants	\$		
Debt ratio	%		70,0%
Debt	\$		8.619.800
Equity	\$		3.694.200
Debt interest rate	%		12,00%
Debt term	yr		8
Debt payments	\$/yr		1.735.190
Income tax analysis			
Effective income tax rate	%		20,0%
Loss carryforward?			Yes
Depreciation method			Straight-line
Depreciation tax basis	%		95,0%
Depreciation period	yr		50
Tax holiday available?	yes/no		No

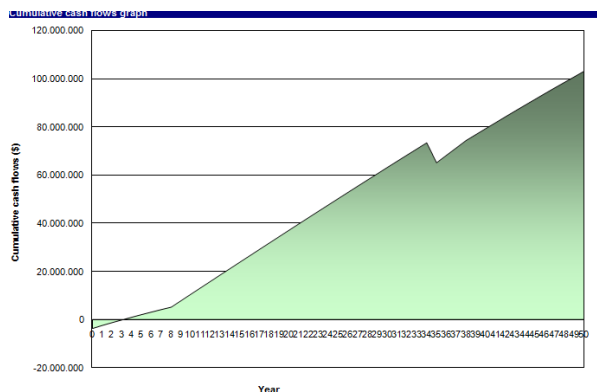
Gambar 7. Financial Parameter, PLTM Simalungun 1

Project costs and savings/income summary			
Initial costs			
Power system	100,0%	\$	12.314.000
Balance of system & misc.	0,0%	\$	0
Total initial costs	100,0%	\$	12.314.000
Annual costs and debt payments			
O&M		\$	49.256
Fuel cost - proposed case		\$	0
Debt payments - 8 yrs		\$	1.735.190
Total annual costs		\$	1.784.446
Periodic costs (credits)			
User-defined - 35 yrs		\$	2.065.500
Annual savings and income			
Fuel cost - base case		\$	0
Electricity export income		\$	3.372.914
Total annual savings and income		\$	3.372.914

Gambar 8. Project Cost and Saving/Income Summary, PLTM Simalungun 1.

Financial viability			
Pre-tax IRR - equity	%		45,1%
Pre-tax IRR - assets	%		16,7%
After-tax IRR - equity	%		35,2%
After-tax IRR - assets	%		13,5%
Simple payback	yr		3,7
Equity payback	yr		3,1
Net Present Value (NPV)	\$		15.154.355
Annual life cycle savings	\$/yr		1.455.231
Benefit-Cost (B-C) ratio			5,10
Debt service coverage			1,91
Energy production cost	\$/MWh		29,40
GHG reduction cost	\$/tCO2		(140)

Gambar 9. Financial Viability, PLTM Simalungun 1.



Gambar 10. Cumulative Cash Flow Graph, PLTM Simalungun 1.

Yearly cash flows			
Year #	Pre-tax \$	After-tax \$	Cumulative \$
0	-3.694.200	-3.694.200	-3.694.200
1	1.586.005	1.298.575	-2.395.625
2	1.583.419	1.156.546	-1.239.079
3	1.580.704	1.135.536	-103.543
4	1.577.853	1.112.157	1.008.614
5	1.574.860	1.086.132	2.094.746
6	1.571.716	1.057.152	3.151.898
7	1.568.416	1.024.869	4.176.768
8	1.564.951	988.898	5.165.666
9	3.296.502	2.683.995	7.849.661
10	3.292.682	2.680.938	10.530.599

Gambar 11. Yearly Cash Flow, PLTM Simalungun 1

4.7 Penerapan RETScreen untuk 3 Lokasi Alternatif Potensi Simalungun

Dalam rangka untuk menentukan kelayakan proyek pada Alternatif Simalungun 1, 2 dan 3, maka rekap item-item penting perlu dijabarkan sebagai pengambilan keputusan. Hasil dari *Software* RETScreen menunjukkan untuk kelayakan teknis dan kelayakan ekonomi adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Perbandingan Perhitungan RETScreen untuk 3 alternatif

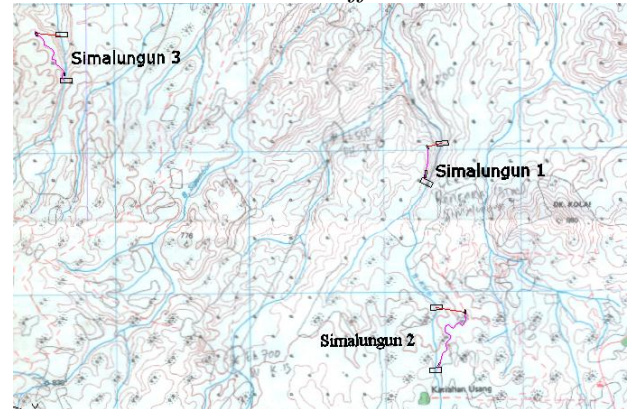
Keterangan	RETScreen Alternatif 1	RETScreen Alternatif 2	RETScreen Alternatif 3
Kelayakan Teknis			
Kapasitas terpasang	6,202 MW	3,985 MW	5,626 MW
Produksi energi tahunan	52,965 Gwh	34,033 Gwh	48,161 Gwh
Kelayakan Ekonomi			
Estimasi Biaya	USD 12.314.000	USD 11.333.000	USD 12.430.000
Total Biaya Tahunan	USD 1.784.446	USD 1.642.288	USD 1.813.686
Total Simpanan dan Masukkan Tahunan	USD 3.372.914	USD 2.167.312	USD 3.066.982
Periode Kembali	3,1 tahun	8,7 tahun	4,1 tahun
NPV	USD 15.154.355	USD 6.160.381	USD 12.235.943
BCR	5,1	2,81	4,28
IRR	21,7 %	11 %	17,8 %

Ditinjau dari aspek teknis, kapasitas terpasang terbesar terdapat pada PLTM Simalungun 1 yaitu 6,202 MW, Simalungun 3 memiliki kapasitas terbaik kedua yaitu 5,626 MW dan selanjutnya Simalungun 2 yaitu

3,985 MW. Secara keseluruhan untuk produksi energi tahunan dihasilkan sesuai dengan kapasitas terpasang, semakin besar kapasitas terpasang maka menghasilkan produksi energi yang lebih besar yaitu 6,202 MW menghasilkan 52,965 GWh; 5,626 MW menghasilkan 48,161 GWh dan 3,985 MW menghasilkan 34,033 GWh. Ditinjau dari aspek ekonomis bahwa estimasi biaya didasarkan dengan panjang *penstock* dan *waterway* serta daya yang terpasang, didapat estimasi > USD 11.000.000 dengan rata-rata USD 2.200.000/MW. Total biaya tahunan > USD 1.600.000 dan total simpanan/masukkan tahunan menguntungkan bagi pihak swasta > USD 2.000.000. Kelayakan Finansial menunjukkan *Net Present Value* (NPV) > USD 6.000.000, *Benefit Cost Ratio* (BCR) > 2,8, *Internal Rate of Return* (IRR) > 11 % dengan periode kembali 3–9 tahun.

4.8 Kelayakan Teknis 3 (tiga) Lokasi Alternatif Potensi PLTM Simalungun

PLTM Simalungun 1, 2 dan 3 berfungsi sebagai pembangkit listrik dengan memanfaatkan aliran sungai yang ada. Tipe yang direncanakan adalah *run off river*.



Gambar 12. Tiga Lokasi Alternatif Potensi Simalungun.

Tabel 3. Ringkasan Pemilihan 3 Lokasi Alternatif Potensi

No Potensi	EL Weir (m)	EL PH (m)	Head (m)	Debit (m ³ /det)	Waterway (m)	Penstock (m)	Total Power (MW)
Simalungun 1	650	500	100	8,13	426	195	6,202
Simalungun 2	775	710	65	8,13	1107	329	3,985
Simalungun 3	725	625	100	7,38	883	320	5,626

Dari gambar dan tabel di atas dapat dilihat bahwa alternatif terbaik adalah yang memiliki panjang *penstock* dan panjang *waterway* lebih pendek sehingga bisa menekan biaya. *Head* dan debit juga menentukan

besarnya kapasitas terpasang/total *power* yang dihasilkan. Sama halnya dengan perhitungan RETScreen hasil *survei* lokasi juga menunjukkan Simalungun 1 adalah kapasitas terpasang terbaik pertama, disusul Simalungun 3 dan selanjutnya Simalungun 2.

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari pembahasan dan hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. Ditinjau dari aspek teknis bahwa kapasitas terpasang terbesar terdapat pada PLTM Simalungun 1 yaitu 6,202 MW, Simalungun 3 memiliki kapasitas terbaik kedua yaitu 5,626 MW dan selanjutnya Simalungun 2 yaitu 3,985 MW. Secara keseluruhan untuk produksi energi tahunan dihasilkan sesuai dengan kapasitas terpasang, semakin besar kapasitas terpasang maka menghasilkan produksi energi yang lebih besar yaitu 6,202 MW menghasilkan 52,965 GWh; 5,626 MW menghasilkan 48,161 GWh dan 3,985 MW menghasilkan 34,033 GWh.
2. Ditinjau dari aspek ekonomis bahwa estimasi biaya didasarkan dengan panjang *penstock* dan *waterway* serta daya yang terpasang, didapat estimasi > USD 11.000.000 dengan rata-rata USD 2.200.000/MW. Total biaya tahunan > USD 1.600.000 dan total simpanan/masukkan tahunan menguntungkan bagi pihak swasta > USD 2.000.000. Kelayakan Finansial menunjukkan *Net Present Value* (NPV) > USD 6.000.000, *Benefit Cost Ratio* (BCR) > 2,8, *Internal Rate of Return* (IRR) > 11 % dengan periode kembali 3–9 tahun.
3. Ditinjau dari segi hidrologi yaitu kecukupan debit dan debit banjir 50 tahun untuk bendungan maka tiga lokasi alternatif potensi PLTM Simalungun layak dilakukan pembangunan.
4. Ditinjau dari segi topografi yaitu panjang *waterway* dan *penstock* yang cukup, ketinggian yang memadai untuk perletakan *penstock* serta perletakan-perletakan bangunan-bangunan penunjang lainnya

maka tiga lokasi alternatif potensi PLTM Simalungun layak untuk dibangun.

5. Ditinjau dari segi geologi untuk kekerasan bebatuan, kondisi lapisan tanah/batuan, daya dukung lapisan tanah, kemudahan dalam penggalian, kondisi stabilitas disekitar lokasi dan konstruksi bangunan maka tiga lokasi alternatif potensi PLTM Simalungun layak untuk dibangun.
6. Ditinjau dari aspek Lingkungan, pembangunan PLTM yang memanfaatkan sumber daya air ini bebas dari emisi gas rumah kaca sehingga lebih ramah lingkungan dan terbarukan, namun perlu dipertimbangkan aspek kerusakan lingkungan terhadap hutan.
7. Mengingat Kondisi kelistrikan di Sumatera Utara mengalami defisit maka perlu segera dibangun PLTM Simalungun 1, 2 dan 3, sebagai salah satu usaha optimalisasi sumber daya air yang melimpah di Sumatera Utara untuk pembangkit listrik tenaga air dengan total kapasitas \pm 15 MW.

5.2 Saran

Beberapa hal yang perlu disarankan penulis untuk perbaikan adalah sebagai berikut:

1. Perangkat lunak ini hanya mempertimbangkan aspek ekonomi saat menghitung total biaya proyek dan tidak memperhitungkan aspek lingkungan, sehingga tidak dapat mengevaluasi solusi yang menguntungkan untuk lingkungan;
2. Perangkat lunak mengabaikan gempa, erosi, dan masalah sedimen. Jika masalah tersebut ada di wilayah proyek, perangkat lunak harus digunakan hati-hati;
3. Perangkat lunak ini memiliki beberapa kekurangan dalam menghitung diameter saluran dan *penstock*. Diameter terowongan disetel lebih besar dan diijinkan faktor *headloss* yang mengakibatkan nilai *headloss* lebih besar; dan
4. Sebagaimana dijelaskan dalam paragraf sebelumnya RETScreen memiliki beberapa kelemahan, tetapi masih dapat digunakan dalam prefeasibility dan studi kelayakan, di mana perhitungan biaya diharapkan memiliki akurasi sekitar 40 % – 50 %.