

Pengembangan perangkat lunak optimasi ekonomi dan analisa finansial PLTS studi kasus PLTS 10 MWAC

Apri Setiawan¹, Agus Hermanto¹

¹Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional
Jl. Phh. Mustofa No.23, Neglasari, Kec. Cibeunying Kaler, Kota Bandung, Jawa Barat 40124
Email korespondensi: Apriblog105@gmail.com

Abstrak

Analisa finansial adalah analisa yang membandingkan antara biaya dan manfaat untuk menentukan apakah suatu proyek dapat menghasilkan keuntungan selama umur proyek. Dalam melakukan analisa finansial ada beberapa kriteria kelayakan investasi yang umum digunakan yaitu, Net Present Value (NPV), Internal Rate Return (IRR), Benefit Cost Ratio (BCR), dan Payback Period (PP). Kajian ini bertujuan untuk mengembangkan software analisa finansial Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang dalam perhitungannya disertakan analisa biaya komponen investasi (A, B, C, D, & E) dan dibuat menggunakan Visual Basic for Application (VBA). Dalam kajian ini dilakukan studi kasus analisa finansial PLTS 10 MWAC menggunakan software yang penulis kembangkan, kemudian diperoleh nilai NPV Rp. 939,928,554 > 0, BCR 1.01 > 1, IRR 8.87 % > Weight Average Cost of Capital (WACC) 8.76 %, dan Payback Period 9 Tahun 8 Bulan < 25 Tahun (Umur Proyek), Sehingga dapat disimpulkan bahwa PLTS 10 MWAC layak untuk dikerjakan.

Kata kunci: Analisa Finansial, Kriteria Kelayakan Investasi, PLTS, VBA.

Abstract

Financial analysis is an analysis that compares costs and benefits to determine whether a project can generate profits over the life of the project. In conducting financial analysis there are several investment feasibility criteria that are commonly used, namely, Net Present Value (NPV), Internal Rate Return (IRR), Benefit Cost Ratio (BCR), and Payback Period (PP). This study aims to develop a financial analysis software for Solar Power Plants which includes cost analysis of investment components (A, B, C, D, & E) and is made using Visual Basic for Application (VBA). In this research, a case study of financial analysis of PLTS 10 MWAC using software that the author developed, then obtained the NPV value of Rp. 939,928,554 > 0, BCR 1.01 > 1, IRR 8.87 % > Weight Average Cost of Capital (WACC) 8.76 %, and Payback Period 9 Years 8 Months < 25 Years (Project life), So it can be concluded that PLTS 10 MWAC is feasible to work on.

Keywords: Financial Analysis, Investment Feasibility Criteria, PLTS, VBA.

1. Pendahuluan

Energi adalah kemampuan untuk melakukan kerja atau daya agar dapat digunakan untuk melakukan berbagai proses kegiatan (KBBBI). Energi dihasilkan oleh sumber energi, baik secara langsung maupun melalui proses konversi atau transformasi. Sumber energi merupakan sebagian dari sumber daya alam yang meliputi minyak dan gas bumi, batu bara, air, panas bumi, gambut, biomassa, dan sebagainya. Energi mempunyai peran penting dalam kehidupan manusia. Misalnya saja energi listrik, saat ini untuk memenuhi kebutuhan energi listrik beberapa negara di dunia mengandalkan bahan bakar fosil sebagai bahan bakar utama. Sementara itu tidak dapat dipungkiri bahwa cadangan bahan bakar fosil akan semakin langka dan mahal harganya. Keadaan tersebut membuat beberapa negara di dunia mulai beralih menggunakan energi terbarukan. Energi Baru dan Terbarukan (EBT) adalah energi yang berasal dari proses alam yang berkelanjutan, seperti air, angin, sinar matahari, dan geothermal [1]. Energi surya adalah energi yang didapat dengan mengubah energi panas surya (matahari) melalui peralatan tertentu menjadi sumber daya dalam bentuk lain [2].

Energi surya jika dimanfaatkan dan digunakan dengan tepat dapat menjadi sumber energi yang dapat digunakan untuk waktu yang lama [3]. Untuk dapat mengubah sinar matahari menjadi listrik maka diperlukan proses fotovoltaiik dengan bantuan sel surya [4].

Dalam membangun PLTS perlu dilakukan optimasi ekonomi dan analisa finansial untuk menguji kelayakan finansialnya guna menghindari kerugian setelah menanamkan modal/investasi. Kajian ini bertujuan untuk mengembangkan *software* optimasi ekonomi dan analisa finansial PLTS. Saat ini belum ada *software* yang secara spesifik dibuat sesuai dengan konsep pengembangan PLTS di Indonesia, yang berkaitan dengan komponen biaya investasi pembangkit yang ada di Indonesia yaitu, komponen A (biaya pengembalian investasi), komponen B (biaya operasi dan pemeliharaan tetap), komponen D (biaya variabel operasi dan pemeliharaan), dan komponen E (biaya konstruksi jaringan listrik).

Berkaitan dengan kajian terdahulu mengenai analisa finansial PLTS sudah ada beberapa kajian yang telah dilakukan, diantaranya Abbasy [5] melakukan studi kelayakan finansial proyek PLTS Simeuleu 1 MW

menggunakan *software RETScreen*, Anwar [6] melakukan analisa kelayakan PLTS *roftoop* gedung Fakultas Teknik Universitas Siliwangi menggunakan *software Pvsyst*, dan Hidayat [7] melakukan analisa ekonomi terhadap perancangan PLTS di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro menggunakan *software Homer*. Pada kajian terdahulu tersebut analisa finansial PLTS menggunakan *software Homer, RETScreen*, dan *Pvsyst* sedangkan pada kajian ini analisa finansial PLTS dilakukan menggunakan *add in VBA* yang peneliti kembangkan dimana perbedaannya terdapat pada biaya komponen (A, B, C, D, & E). Pada *software* ini biaya komponen tersebut dimasukkan kedalam perhitungan analisa finansial PLTS sedangkan pada aplikasi seperti *Homer, RETScreen*, dan *Pvsyst* biaya komponen belum dimasukkan dalam perhitungannya. Hal tersebut yang kemudian menjadi kebaruan atau Novelty pada kajian ini.

Untuk mencapai tujuan tersebut peneliti mengembangkan *software* optimasi ekonomi dan analisa finansial menggunakan fasilitas *visual basic for application (VBA)* pada *Microsoft Excel*. kemudian dalam kajian ini juga akan dilakukan studi kelayakan finansial PLTS 10 MWAC menggunakan *software* yang telah penulis kembangkan.

2. Metode

Tahapan dalam kajian dibuat untuk mencapai tujuan kajian. Tahap awal dalam kajian ini adalah melakukan kajian terkait analisa kelayakan finansial pembangkit tenaga surya (PLTS) dan kriteria-kriteria kelayakan investasi yang akan digunakan pada kajian ini. Kriteria kelayakan investasi tersebut diantaranya adalah *Benefit to Cost Ratio (BCR)*, *Net Present Value (NPV)*, *Internal Rate of Return (IRR)* dan *Payback Period (PP)*. Dilanjutkan dengan membuat *add in VBA* optimasi ekonomi dan analisa finansial PLTS menggunakan *Visual Basic for Application (VBA)* sesuai dengan kriteria kelayakan investasi yang telah ditentukan sebelumnya. Langkah selanjutnya adalah analisa produksi energi tahunan PLTS 10 MWAC menggunakan *Software Pvsyst* dan analisa *losses* jaringan transmisi PLTS 10 MWAC menggunakan *Software ETAP*. Berikutnya adalah melakukan studi uji kelayakan finansial pada PLTS 10 MWAC menggunakan *Add in VBA* Optimasi Ekonomi dan Analisa Finansial yang penulis kembangkan sehingga dapat diketahui nilai kriteria kelayakan investasinya.

2.1. Analisa Finansial

Analisa finansial ialah analisa yang digunakan untuk membandingkan biaya dan manfaat untuk menentukan apakah sebuah usaha dapat menghasilkan selama umur usahanya [8]. Tujuan dari analisa finansial adalah untuk menghindari kerugian setelah menanamkan modal untuk kegiatan yang ternyata tidak menguntungkan. Analisa

finansial juga dapat dijadikan landasan untuk menentukan sumber daya finansial yang diperlukan dalam melakukan kegiatan tertentu dan memperkirakan laba yang bisa diperoleh [9]. Pada kajian ini digunakan beberapa kriteria kelayakan Investasi yang akan digunakan sebagai tolak ukur dalam menilai kelayakan investasi PLTS secara finansial, yaitu *Payback Period (PP)*, *Internal Rate of Return (IRR)*, *Net Present Value (NPV)*, dan *Benefit Cost Ratio (BCR)*.

2.2. Payback Period (PP)

Payback period adalah salah satu metode analisis untuk menilai kelayakan finansial suatu usaha dengan memperhitungkan jangka waktu pengembalian modal atas investasi [10]. *Payback period* juga bisa diartikan sebagai suatu periode yang menunjukkan berapa lama modal yang ditanamkan dalam bisnis tersebut dapat dikembalikan. *Payback Period (PP)* dengan arus kas yang berbeda setiap tahun dapat dihitung dengan Persamaan 1 [11].

$$PP = n + \frac{(a-b)}{(c-b)} \times 1 \text{ tahun} \quad (1)$$

n adalah tahun terakhir jumlah arus kas negatif, a adalah jumlah investasi awal, b adalah jumlah kumulatif arus kas pada tahun ke $-n$ dan c adalah jumlah kumulatif arus kas pada tahun ke $-(n+1)$. Kriteria penilaian untuk *PP* adalah jika nilai $PP < \text{Umur usaha}$ maka usaha tersebut dapat dikatakan layak untuk dikerjakan, sebaliknya jika $PP > \text{Umur usaha}$ maka usaha tersebut dapat dikatakan tidak layak untuk dikerjakan.

2.3. Internal Rate of Return (IRR)

Internal Rate of Return adalah tingkat suku bunga yang membuat besarnya *NPV* proyek sama dengan nol [12]. *IRR* digunakan untuk mencari tingkat bunga yang menyamakan nilai sekarang dari arus kas yang diharapkan dimasa datang dengan mengeluarkan investasi awal [13]. *IRR* dapat dihitung dengan persamaan 2 [11].

$$IRR = i1 + \frac{NPV1}{NPV1 - NPV2} \times (i2 - i1) \quad (2)$$

$I1$ adalah nilai suku bunga yang digunakan ketika *NPV* terakhir bernilai positif, $I2$ adalah nilai suku bunga yang digunakan ketika *NPV* terakhir bernilai negatif, $NPV1$ adalah *NPV* terakhir bernilai positif, dan $NPV2$ adalah *NPV* terakhir bernilai negative. Kriteria penilaian untuk *IRR* yakni jika nilai $IRR > \text{Weight Average Cost of Capital (WACC)}$ maka usaha yang dijalankan dapat dikatakan layak untuk dilaksanakan sebaliknya jika nilai $IRR < \text{WACC}$ maka usaha tersebut dapat dikatakan tidak layak untuk dilaksanakan.

2.4. Net Present Value (NPV)

Net Present Value adalah nilai sekarang dari keuntungan bersih yang akan diperoleh pada masa mendatang, merupakan selisih antara nilai sekarang

arus manfaat dikurangi dengan nilai sekarang arus biaya [14]. *NPV* juga dapat diartikan sebagai nilai selisih antara *cash flow* yang dihasilkan terhadap investasi/modal yang dikeluarkan [15]. Kriteria penilaian untuk *NPV* yakni, jika $NPV > 0$, maka usaha yang dijalankan layak untuk dilaksanakan, jika $NPV < 0$, maka usaha yang dijalankan tidak layak untuk dilaksanakan, dan jika $NPV = 0$, maka usaha yang dijalankan tidak rugi dan tidak untung. Persamaan yang digunakan dalam perhitungan *NPV* ditunjukkan pada Persamaan 3 [11].

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t} - I_0 \quad (3)$$

CF_t adalah Aliran kas per tahun pada periode *t*, *K* adalah Suku bunga (*discount rate*), *I₀* adalah Investasi awal, *T* adalah tahun ke-*t*, dan *n* adalah jumlah tahun.

2.5. Benefit Cost Ratio (BCR)

Benefit Cost Ratio adalah perbandingan antara *present value* dari *net benefit* yang positif dengan *present value* dari *net benefit* yang negatif [16]. *BCR* juga dapat diartikan sebagai suatu cara untuk menilai apakah suatu usaha dapat menghasilkan keuntungan atau tidak, yakni dengan membandingkan antara benefit yang dihasilkan dengan biaya yang dikeluarkan [17]. Jika $BCR > 1$, maka usaha tersebut layak untuk dikerjakan. Sebaliknya jika $BCR < 1$ maka usaha tersebut dapat dikatakan tidak layak untuk dikerjakan. *BCR* dapat dihitung nilainya dengan persamaan 4 [11].

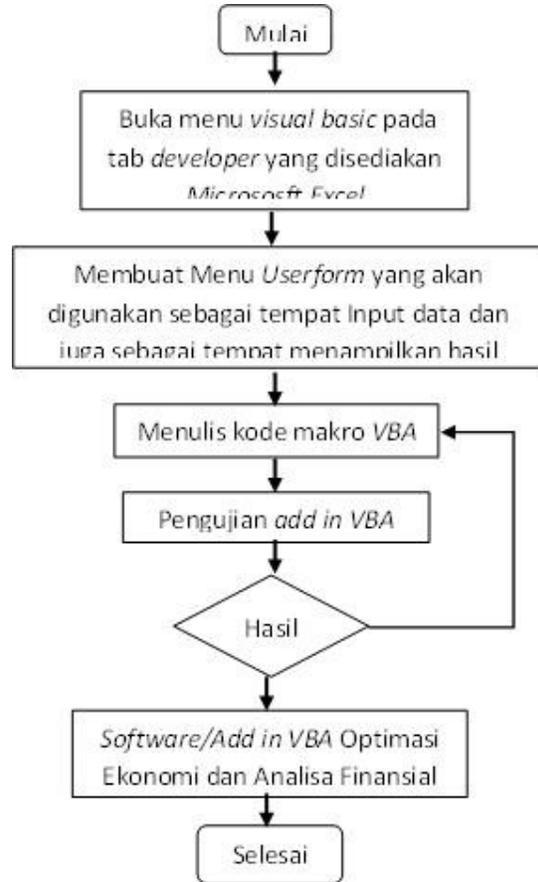
$$BCR = \frac{\sum PV.P - \sum PV.OP - \sum PV.B - \sum PV.PJ}{C} \quad (4)$$

PV.P adalah Nilai Sekarang Pendapatan, *PV.OP* adalah Nilai Sekarang Operasional, *PV.B* adalah Nilai Sekarang Bunga, *PV.PJ* adalah Nilai Sekarang Pajak, dan *C* adalah Biaya Modal.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pembuatan Add in VBA Optimasi Ekonomi dan Analisa Finansial PLTS

Pembuatan *add in VBA* Dimulai dengan membuat layout tempat input data dan *output/hasil* pada *Worksheet Microsoft Excel*, menu input & hasil, dan kode makro *VBA*, lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1. Menu input *add in VBA* dibuat menjadi beberapa bagian yakni, Menu pilih kurs, Data Teknikal dan Data Asumsi Finansial, Data *Operational and Maintenance (O & M Cost)*, *Investment Distbursement* Dan *Bank Repayment Schedule*. Data-data pada menu input tersebut nantinya akan digunakan sebagai dasar dalam analisa finansial PLTS.



Gambar 1. Diagram alir pembuatan *Software/Add in VBA* Optimasi Ekonomi dan Analisa Finansial PLTS

Gambar 2 menunjukkan tampilan salah satu menu yakni menu untuk memilih mata uang pada software optimasi ekonomi dan analisa finansial PLTS yang penulis kembangkan.



Gambar 2. Menu pilihan mata uang pada *software* optimasi ekonomi dan analisa finansial PLTS

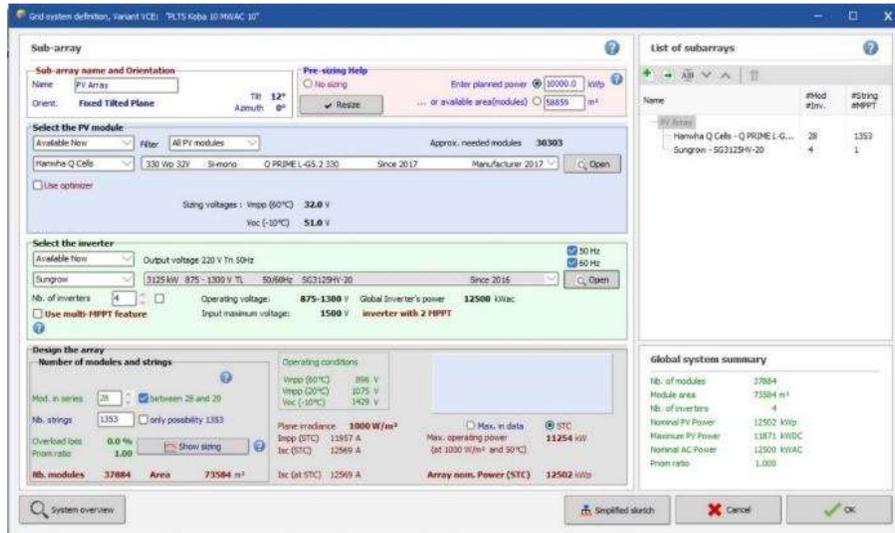
3.2. Analisa produksi energi tahunan PLTS

Produksi energi tahunan PLTS dihitung menggunakan *software PVsyst*, produksi energi tahunan diperlukan untuk mengetahui perkiraan

jumlah energi yang dapat dihasilkan dan dimanfaatkan ataupun dijual oleh PLTS.

Untuk menghitung produksi energi tahunan dengan *software Pvsyst* maka diperlukan data-data yang berkaitan dengan PLTS yakni, titik koordinat lokasi PLTS, Spesifikasi sistem PLTS, dan juga perlu

diperhitungkan shading disekitar PLTS. Gambar 3 menunjukkan spesifikasi sistem yang digunakan oleh PLTS pada kajian ini. Hasil simulasi dengan *software Pvsyst* diperoleh energi tahunan PLTS yang dapat dihasilkan yakni sebesar 14756 MWh/Tahun (Gambar 4).



Gambar 3. Spesifikasi Sistem PLTS

Balances and main results

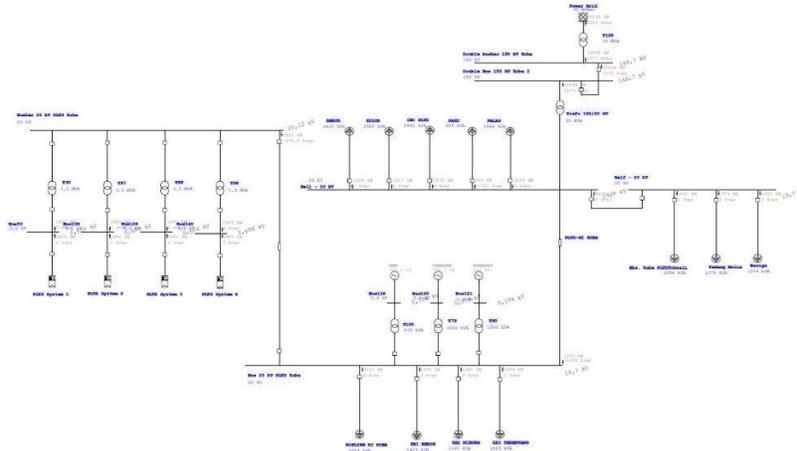
	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_User MWh	E_Solar MWh	E_Grid MWh	EFGrid MWh
January	116,2	63,94	26,48	107,7	101,1	1004	0,001	0,001	967	0,000
February	127,6	75,44	26,67	121,7	114,5	1138	0,001	0,001	1106	0,000
March	149,4	81,53	26,90	147,5	139,6	1332	0,001	0,001	1297	0,000
April	132,4	67,74	26,48	135,6	128,5	1214	0,001	0,001	1180	0,000
May	143,1	73,86	27,49	151,7	143,7	1379	0,001	0,001	1344	0,000
June	141,7	66,90	26,90	153,0	145,4	1391	0,001	0,001	1356	0,000
July	143,4	66,86	27,15	153,3	145,9	1394	0,001	0,001	1358	0,000
August	151,8	80,06	27,51	157,7	149,8	1447	0,001	0,001	1411	0,000
September	151,3	77,22	27,24	151,9	143,8	1364	0,001	0,001	1330	0,000
October	143,5	90,10	27,09	139,0	131,2	1295	0,001	0,001	1261	0,000
November	143,2	80,05	26,20	133,7	125,8	1254	0,001	0,001	1220	0,000
December	108,5	69,46	26,48	100,7	94,2	959	0,001	0,001	926	0,000
Year	1652,1	892,17	26,89	1653,6	1553,6	15170	0,009	0,009	14756	0,000

Gambar 4. Energi tahunan PLTS

3.3. Analisa Loss Transmisi PLTS

Loss pada jaringan transmisi perlu diperhitungkan untuk menentukan jumlah energi yang hilang pada saat proses transmisi. Dalam menentukan jumlah daya yang hilang atau *loss* pada jaringan transmisi dilakukan simulasi *load flow analysis* menggunakan *software ETAP*. PLTS dibangun pada koordinat 2°29'58.23"S - 106°21'25.21"E. Listrik yang dihasilkan oleh PLTS di Transmisikan ke gardu 20

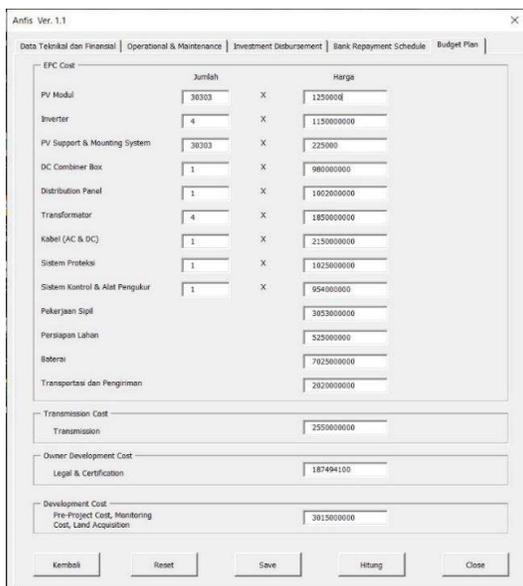
kV pada koordinat 2°30'54.41"S - 106°22'55.40"E menggunakan penyulang ekspres (*ekspres feeder*) dengan konduktor jenis *A3C Nobelium 307 mm²* dengan jarak 8,9 km. Simulasi *load flow analysis* dengan *software ETAP* dapat dilakukan dengan membuat *Single Line Diagram* (Gambar 5). Hasil simulasi *Load Flow Analysis* menunjukkan PLTS menghasilkan daya sebesar 9862 kW sementara daya yang diterima oleh gardu 20 kV sebesar 9607 kW sehingga dapat dihitung *loss* akibat proses transmisi daya adalah sebesar 2,58 %.



Gambar 5. SLD dan Load flow Analysis

3.4. Analisa Finansial PLTS 10 MWAC dengan Add in VBA

Analisa finansial PLTS 10 MWAC dilakukan menggunakan *add in VBA* Optimasi Ekonomi dan Analisa Finansial yang penulis kembangkan. Untuk melakukan analisa kelayakan finansial maka diperlukan beberapa input/data yang akan digunakan sebagai dasar dilakukannya analisa. Data-data yang dimaksud diantaranya yakni, data teknis PLTS, data asumsi-asumsi finansial, Rencana Anggaran Biaya, dan data-data lainnya. Gambar 6 menunjukkan Tampilan menu pada *add in VBA* yakni menu *Budget Plan* atau bisa juga disebut dengan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Pada menu ini juga diinputkan data asumsi-asumsi finansial, data teknis, dan data-data lainnya seperti yang telah disebutkan diatas.



Gambar 6. Tampilan menu RAB pada *add in VBA*

Data Teknis dan Asumsi Finansial

Data teknis yang dimaksud adalah data-data terkait dengan spesifikasi sistem PLTS, Energi Tahunan, *losses* Transmisi, dan data lainnya (Tabel 1). Sementara yang dimaksud dengan asumsi finansial adalah data yang berkaitan dengan keekonomian PLTS, misalnya Inflasi, pajak korporasi, PPN, dan data-data lainnya (Tabel 2).

Tabel 1. Data teknis

Data	Satuan	Nilai
Kapasitas PLTS	MWP	10
Energi Tahunan PLTS	MWH/Tahun	14756
Losses Transmisi	%	4,26
Umur Proyek PLTS	Tahun	25
Degradasi Modul Surya	%	0,54

Tabel 2. Data asumsi-asumsi finansial

Data	Satuan	Nilai
Pajak Pertambahan Nilai (PPN)	%	11
Pajak Korporasi	%	22
Inflasi Rupiah	%	3,35
Kontingensi	%	5
Bunga Pinjaman Bank	%	10
Porsi Pinjaman	%	70
Bank Repayment Period	Tahun	9

Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan Perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan, alat dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan Proyek PLTS [18]. Uraian RAB investasi PLTS 10 MWAC dapat dilihat pada Tabel 3.

Pada Tabel 3 disebutkan biaya *Engineering Procurement Construction (EPC Cost)* yang diartikan sebagai biaya yang dikeluarkan dalam proses design/perancangan proyek, pengadaan/pembelian barang dan pembangunan/konstruksi proyek [19]. Yang termasuk kedalam biaya *EPC* dalam studi ini yaitu dari Modul fotovoltaik, inverter, transmisi hingga transportasi dan pengiriman. Kemudian total atau jumlah biaya *EPC* tersebut dikalikan dengan PPN 10% sehingga diperoleh nilai *EPC* sebesar Rp 86.558.826.750. Pada Tabel 3 juga diisi dengan biaya-biaya lainnya diantaranya yaitu *Development cost* sebesar Rp 3.015.000.000, *Owner development cost* sebesar Rp 967.303.350, dan *Other Cost* sebesar Rp 6.238.474.000. Sehingga untuk menghitung total biaya dalam Pembangunan PLTS adalah dengan menjumlahkan *EPC Cost*, *Development cost*, *Owner development cost*, dan *Other Cost* diperoleh total biaya pembangunan PLTS adalah Rp 96.779.604.100.

Tabel 3. Rincian biaya investasi PLTS 10 MWAC

Data	Jumlah	Nilai (Rp)
PV module @330 Wp (Q.POWER L-G5.2)	30303 Pcs	37.878.750.000
Grid Inverter 3125 kVA (SUNGROW SG3125HV-20)	4 Set	4.600.000.000
PV Support and Mounting System	30303 Pcs	6.818.175.000
DC Combiner Box	1 Ls	980.000.000
Distribution Panel	1 Ls	1.002.000.000
Trafo	4 Set	7.400.000.000
Kabel (AC dan DC)	1 Ls	2.150.000.000
Sistem Proteksi	1 Ls	1.025.000.000
Sistem Kontrol dan Alat ukur	1 Ls	954.000.000
Pekerjaan Sipil	1 Ls	3.053.000.000
Persiapan Lahan	14 Ha	525.000.000
Baterai	1 Ls	7.025.000.000
Transportasi dan pengiriman	1 Ls	2.020.000.000
Transmisi	8,5 km	2.550.000.000
<i>EPC Cost</i> dengan pajak		86.558.826.750
<i>Development cost (Pre-Project Cost, Monitoring Cost, Land Acquisition)</i>		3.015.000.000
<i>Owner Development Cost (Legal & Certification, Project Insurance)</i>		967.303.350
<i>Owner Development Cost (Legal & Certification, Project Insurance)</i>		6.238.474.000
Total		96.779.604.100

Biaya Operasional dan Maintenance

Biaya operasional dan *maintenance* adalah biaya yang dikeluarkan untuk kegiatan operasional dan perawatan PLTS. Biaya ini terdiri dari *Labor Cost*,

Land and Building Tax, *Asuransi Properti PLTS*, *Life Cycle Maintenance Cost* dan *Other Cost*. *Labor Cost* merupakan keseluruhan biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk merekrut, membayar upah, meningkatkan kesejahteraan karyawan, dan membayar kewajiban lain yang timbul karena mempekerjakan karyawan atau juga dapat disebut sebagai upah tenaga kerja yang harus dibayar [20]. Total *Labor Cost* per tahun adalah Rp 994.000.000. *Land and Building Tax* atau Pajak Bumi dan Bangunan (PBB) diasumsikan sebesar Rp 399.600.000. Asuransi properti PLTS diasumsikan sebesar Rp 331.896.070. *Life Cycle Maintenance* Merupakan perhitungan biaya-biaya yang harus dikeluarkan untuk pemeliharaan rutin, *overhead* rutin, dan biaya perawatan. *Life cycle maintenance cost* diasumsikan sebesar Rp 105.60.295.

3.5. Hasil analisa Kelayakan Finansial PLTS 10 MWAC dengan add in VBA

Analisa finansial PLTS dilakukan menggunakan software optimasi ekonomi dan analisa finansial PLTS, dimana didalam perhitungannya software ini akan melakukan perhitungan terhadap *Weight Average Cost of Capital (WACC)*, *Investment Disbursement*, *Bank Repayment Schedule*, *Operational and Maintenance Cost*, *Production Assumption*, *Balance Sheet*, dan *Sensitivity*. Perhitungan tersebut perlu dilakukan sehingga dapat diperoleh nilai dari kriteria kelayakan finansial atau kelayakan investasi PLTS yakni *BCR*, *NVP*, *IRR* dan *PP*.

Weight Average Cost of Capital

Weight Average Cost of Capital (WACC) menggambarkan tingkat pengembalian minimum untuk mendapatkan *required rate of return* oleh investor. *WACC* digunakan sebagai alat ukur pembiayaan modal, semakin besar nilai *WACC* dianggap kurang baik untuk sebuah usaha karena mencerminkan resiko perusahaan yang cukup tinggi [21]. Pada kajian ini diasumsikan bahwa komposisi investasi adalah 30% merupakan *equity* dan 70% berasal dari pinjaman Bank. *WACC* dihitung menggunakan persamaan 5.

$$WACC = (wD \times kD) + (wE \times kE) \quad (5)$$

$$WACC = (30\% \times 10\% \times (1 - 22\%)) + (70\% \times (10\% + 1\%))$$

$$WACC = 8.76\%$$

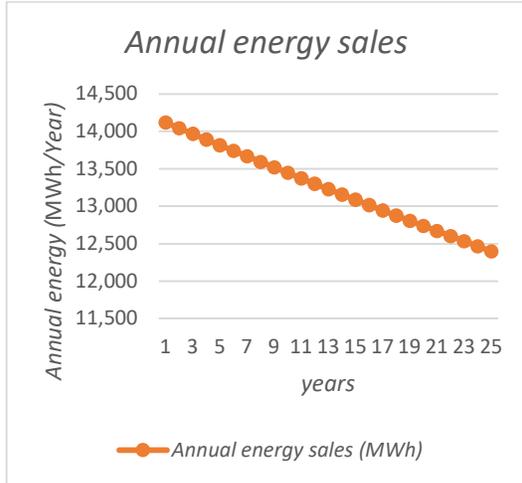
Investment disbursement

Investment disbursement dapat diartikan sebagai semua pengeluaran dan pembelian atau penerimaan oleh suatu usaha [22]. Pada kajian ini pembangunan PLTS direncanakan selesai dalam waktu 9 bulan sehingga biaya yang dikeluarkan akan didistribusikan selama waktu 9 bulan tersebut,

dengan total biaya investasi sebesar Rp. 96.779.604.100.

Production assumption

Production assumption digunakan untuk memberikan asumsi perhitungan produksi energi dan penjualan energi, depresiasi dan amortisasi PLTS 10 MWAC ini. Gambar 7 menunjukkan proyeksi produksi energi dan juga sekaligus penjualan energi PLTS 10 MWAC.



Gambar 7. Annual energy sales PLTS 10 MWAC

Balance Sheet

Balance Sheet Projection berfungsi untuk memberikan gambaran tentang profil perusahaan dari sisi keuangan (laporan keuangan).

Balance Sheet terdiri dari beberapa bagian yaitu, *project investment analysis, financing payment ratio, financial ratio, cash flow projection, dan IRR equity*. Gambar 8 menampilkan pengeluaran dan penerimaan proyek PLTS selama batas umurnya yakni 25 tahun. Pada tahun 1 (satu) diperoleh aliran kas sebesar Rp. 101.089.099.138, dana tersebut adalah biaya yang dikeluarkan untuk membiayai pembangunan PLTS 10 MWAC ini.

Gambar 8 menjabarkan *Present Value Proceed* (aliran kas bersih) PLTS 10 MWAC tiap tahun yang jika dijumlahkan diperoleh *total PV proceed* sebesar Rp. 101.205.643.757 sehingga dengan menjumlahkan total *PV Proceed* dengan biaya investasi bisa diperoleh nilai *NPV Project* yaitu Rp. 59.110.937. Kemudian nilai *BCR* juga dapat dihitung dengan membagi nilai *PV proceed* selama umur proyek dengan nilai investasi yang dikeluarkan untuk pembangunan proyek, diperoleh nilai *BCR* 1,001. *Payback Period* juga dapat dihitung dengan menjumlahkan total investasi dengan aliran kas bersih dimana proyek dapat dikatakan sudah mencapai target *payback period* ketika hasil jumlah tersebut bernilai positif, hasil rangkuman

perhitungan diatas kemudian ditampilkan pada gambar 10 yakni *Investment Feasibility Criteria*.

Year	Net Cashflow	PV Proceed
1	-101.089.099.138	-
2	7.930.760.195	7.291.962.526
3	8.962.661.137	7.577.022.536
4	9.530.380.596	7.453.574.504
5	9.997.967.074	7.145.537.562
6	10.443.584.980	6.862.835.836
7	10.887.152.655	6.570.075.516
8	11.328.586.035	6.293.486.643
9	11.767.798.326	6.010.929.379
10	12.204.699.906	5.731.975.362
11	12.343.278.850	5.330.139.202
12	11.212.503.895	4.451.859.184
13	11.050.067.153	4.033.907.334
14	10.884.931.016	3.653.642.876
15	10.716.990.246	3.303.531.969
16	10.546.136.159	2.990.646.207
17	10.372.256.511	2.706.238.485
18	10.195.235.376	2.445.799.631
19	10.014.933.023	2.209.038.759
20	9.831.285.790	1.993.864.043
21	9.644.105.947	1.798.365.632
22	9.451.968.808	1.563.497.947
23	8.524.463.615	1.406.888.718
24	8.725.936.850	1.264.796.020
25	8.523.345.113	1.135.923.796
Total PV Proceed		101.205.643.757

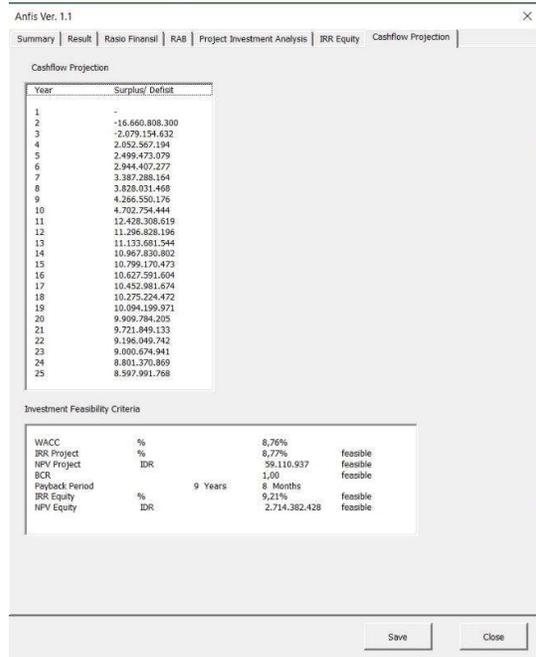
Gambar 8. Hasil Project Investment Analysis PLTS 10 MWAC oleh add in VBA

Tahun	Total Cashflow	PV Proceed
1	(-34.692.47.009)	
2	(-16.656.101.409)	(-15.314.547.085)
3	(-2.074.290.061)	(-1.753.602.220)
4	2.957.594.728	1.599.382.139
5	2.504.669.035	1.790.084.578
6	2.949.777.297	1.938.398.255
7	3.392.838.080	2.049.972.053
8	3.833.767.306	2.129.812.429
9	4.272.478.105	2.180.339.335
10	4.708.881.020	2.211.540.653
11	12.434.640.436	5.369.591.440
12	11.303.372.128	4.487.937.886
13	11.140.444.698	4.066.960.969
14	10.974.820.522	3.683.815.245
15	10.806.394.349	3.335.124.318
16	10.635.057.480	3.017.879.242
17	10.460.697.656	2.729.313.776
18	10.283.398.939	2.466.901.768
19	10.102.441.583	2.228.336.466
20	9.918.301.912	2.011.511.615
21	9.730.652.182	1.814.504.171
22	9.505.147.693	1.578.226.490
23	9.010.677.674	1.420.385.267
24	8.811.088.592	1.277.138.488
25	8.608.035.037	1.147.210.867
Total PV Proceed		37.468.289.137

Gambar 9. Hasil analisa IRR Equity PLTS 10 MWAC oleh add in VBA

Cashflow Projection dibuat untuk menjabarkan keadaan keuangan PLTS yang diteliti selama umur PLTS, yakni mulai dari pendapatan, Total biaya operasional, Angsuran pinjaman bank, sampai dengan keuntungan maupun kerugian yang dialami proyek. Gambar 10 menampilkan hasil perhitungan *Cashflow Projection* selama 25 tahun umur proyek PLTS 10 MWAC. Keuntungan maupun kerugian proyek PLTS tersebut dihitung dengan

menjumlahkan *Cash Available for Debt Service (CADS)* dengan angsuran bank, kemudian selisih tersebut yang menjadi keuntungan maupun kerugian proyek PLTS 10 MWAC ini.

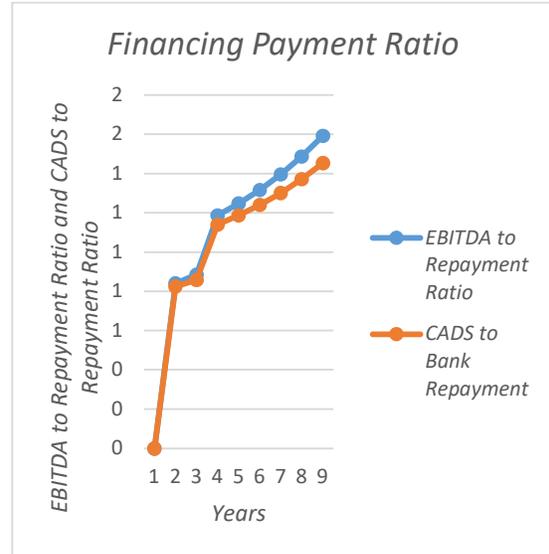


Gambar 10. Hasil analisa *Cashflow projection* & kriteria kelayakan investasi PLTS 10 MWAC oleh *add in VBA*

Gambar 10 juga menunjukkan bahwa *Payback period* dicapai setelah 9 tahun 8 bulan, dimana hasil tersebut masih berada dibawah asumsi umur PLTS (25 Tahun). Sementara nilai *IRR Project* diambil dari tahun ke 25 PLTS beroperasi yakni 8,77 % lebih besar dari nilai *WACC* 8,76 %. Gambar 9 menunjukkan hasil analisa *IRR equity* PLTS 10 WMAC dimana dari hasil analisa tersebut dapat dihitung, diantaranya nilai *IRR equity* dan *NPV equity* (Gambar 10). Nilai *IRR equity* yang diambil pada tahun ke 25 proyek beroperasi yakni 9,22 % nilai tersebut lebih besar jika dibandingkan dengan *WACC* (8,75 %) sehingga proyek ini dapat dikatakan layak untuk dikerjakan. Sementara nilai *NPV Equity* juga dapat diperoleh dengan menjumlahkan total *PV Proceed* dengan biaya *equity* sehingga diperoleh *NPV equity* sebesar Rp 2.775.816.124 hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai *NPV* > 1 sehingga proyek dinilai layak untuk dikerjakan.

Financing payment ratio adalah istilah keuangan yang digunakan untuk mengukur seberapa baik perusahaan dapat membayar hutangnya. Gambar 11 menampilkan grafik pertumbuhan kemampuan keuangan perusahaan dalam membayar hutang-hutangnya. *Earning Before Interest, Tax, Depreciation, & Amortization (EBITDA)* adalah catatan pendapatan perusahaan yang belum dikurangi dengan bunga, pajak, depresiasi, dan amortisasi digunakan untuk mengukur kemampuan perusahaan untuk menghasilkan uang dan memenuhi

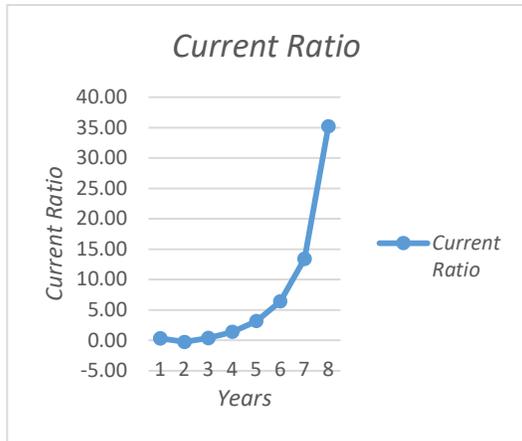
kewajiban keuangannya [23]. Kemampuan perusahaan dalam membayar hutang dapat diukur dengan membandingkan laba bersih perusahaan (*CADS*) dengan hutangnya jika hasil perbandingan menunjukkan angka 1 (satu) artinya perusahaan dapat menghasilkan pendapatan/laba yang cukup untuk membayar hutangnya.



Gambar 11. Financing payment ratio

Gambar 11 menunjukkan perbandingan antara *EBITDA* dengan *Repayment Ratio* dan *CADS* dengan *Repayment Ratio*. Gambar 11 menunjukkan nilai rasio yang mengalami pertumbuhan tiap tahunnya hal ini menunjukkan bahwa kemampuan PLTS dalam melunasi hutangnya semakin baik tiap tahunnya, hal ini dapat dilihat dengan nilai rasio yang lebih besar dari 1 (satu). Rasio keuangan dapat digunakan untuk menilai kinerja perusahaan. *Current ratio* atau rasio lancar digunakan sebagai alat untuk mengukur kemampuan perusahaan dalam membayar kewajiban jangka pendek atau hutang yang akan segera jatuh tempo dengan aktiva lancar atau aset yang tersedia juga diperlukan untuk kebutuhan analisis resiko keuangan sebagai bentuk ukuran tingkat keamanan perusahaan [24]. Semakin besar nilai rasionya semakin baik kemampuan perusahaan untuk menutupi kewajiban jangka pendeknya yakni nilai rasio yang lebih besar dari 1 (satu).

Gambar 12 menunjukkan bahwa pada tahun pertama dan kedua PLTS 10 MWAC ini beroperasi aset yang dimiliki PLTS belum dapat menutupi hutang jangka pendeknya. Namun pada tahun-tahun berikutnya nilai rasio lancarnya terus tumbuh yang artinya aset yang dimiliki oleh PLTS juga mengalami pertumbuhan.



Gambar 12. Current Ratio

Leverage ratio digunakan untuk mengukur jumlah hutang yang digunakan perusahaan untuk membiayai kegiatan usahanya jika dibandingkan dengan menggunakan modal sendiri [25]. Semakin tinggi nilai leverage ratio semakin tinggi pula risiko gagal bayar hutang yang dimiliki perusahaan [26]. Pada Gambar 13 nilai leverage ratio PLTS 10 MWAC ini terus mengalami penurunan yang menunjukkan jumlah aset yang dimiliki oleh PLTS mengalami pertumbuhan sedangkan jumlah hutangnya berkurang.



Gambar 13. Financial Ratio

DSCR (Debt Service Coverage Ratio) mengukur sejauh mana earnings before interest, taxes, depreciation and amortization (EBITDA) dapat mencukupi pembayaran kewajiban pokok hutang dan bunganya [27]. DSCR dihitung dengan cara membandingkan pendapatan perusahaan dan kewajiban hutangnya. DSCR dianggap baik bila nilainya lebih besar dari 1 (satu) sementara jika nilainya lebih kecil dari 1 (satu) artinya arus kas perusahaan nilainya negatif atau perusahaan sedang mengalami kerugian. Gambar 13 menunjukkan bahwa pada tahun pertama nilai DSCR 0.85 atau kurang dari satu yang artinya pendapatan PLTS hanya mampu membayar 85 % dari kewajiban

hutangnya sementara untuk membayar 15 % kekurangannya PLTS harus mencari solusi untuk menutupi kekurangan tersebut dari sumber lainnya. Sementara untuk tahun ke tiga hingga berikutnya nilai DSCR lebih besar dari 1 artinya pendapatan PLTS dapat menutupi kewajiban hutangnya. Namun jika nilai rasio terlalu dekat dengan 1 (satu) maka PLTS ini dianggap rentan karena arus kas PLTS hampir seimbang dengan kewajiban hutang yang harus dibayarkan yang artinya PLTS hanya dapat menghasilkan sedikit keuntungan. Rangkuman hasil perhitungan kriteria kelayakan investasi ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kriteria kelayakan investasi

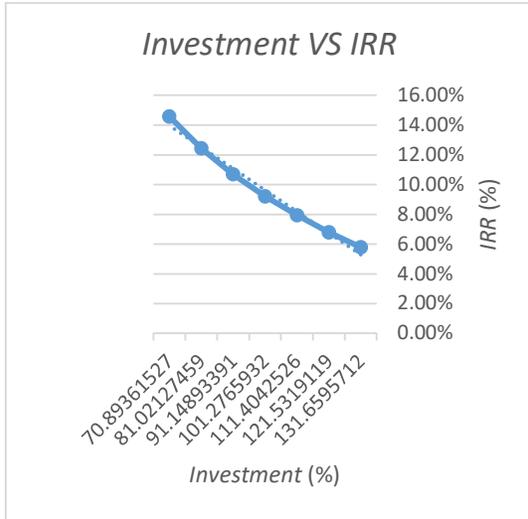
Kriteria	Nilai	Layak/Tidak
WACC	8,76%	Layak
IRR Project	8,77%	Layak
NPV Project	Rp. 59.110.937	Layak
BCR	1,001	Layak
Payback Period	9 Tahun, 8 Bulan	Layak
IRR Equity	9,21%	Layak
NPV Equity	Rp. 2.714.382.428	Layak

Hasil perhitungan add in VBA diatas perlu di verifikasi hasilnya, oleh karena itu dalam kajian ini dibuat perhitungan manual menggunakan worksheet excel. Hasil verifikasi menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan hasil perhitungan antara perhitungan manual worksheet excel dan hasil perhitungan dengan add in VBA.

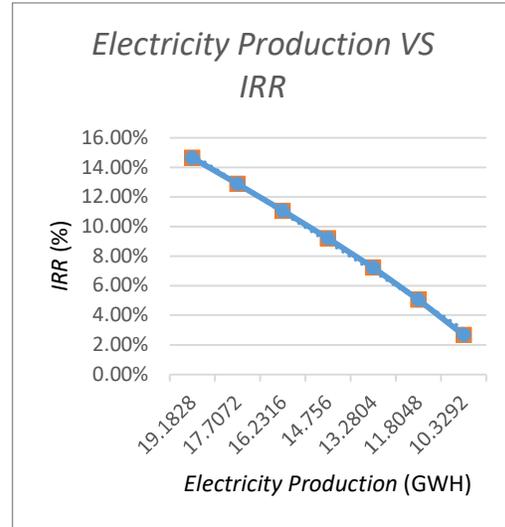
Analisa Sensitivity

Analisa sensitivitas adalah analisa yang digunakan untuk melihat pengaruh-pengaruh yang dapat timbul akibat keadaan yang berubah-ubah [14]. Dalam kajian ini dilakukan analisa sensitivitas terkait dengan pengaruh perubahan pada beberapa komponen yakni, Total investasi, Produksi energi, Tarif listrik, dan Fixed O&M cost dengan kriteria kelayakan investasi khususnya pada NPV dan IRR. Tujuan dari analisa sensitivitas adalah untuk melihat perubahan pada komponen-komponen diatas dapat mempengaruhi nilai kriteria kelayakan investasi PLTS 10 MWAC ini. Pada kajian ini perubahan pada beberapa komponen tersebut dilakukan pada kelipatan 10% untuk setiap kenaikan maupun penurunan dan dibatasi dengan kenaikan maksimal hingga 130% sedangkan penurunan maksimal hingga 70%.

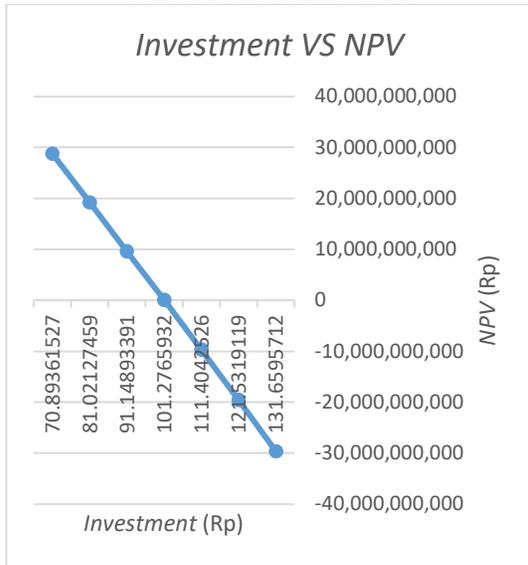
Gambar 14 dan Gambar 15 menunjukkan pengaruh perubahan biaya investasi terhadap IRR dan NPV pada PLTS 10 MWAC, gambar 14 dan 15 menunjukkan bahwa seiring dengan tren penurunan biaya investasi maka nilai IRR dan NPV akan semakin tinggi, dan begitu pula sebaliknya.



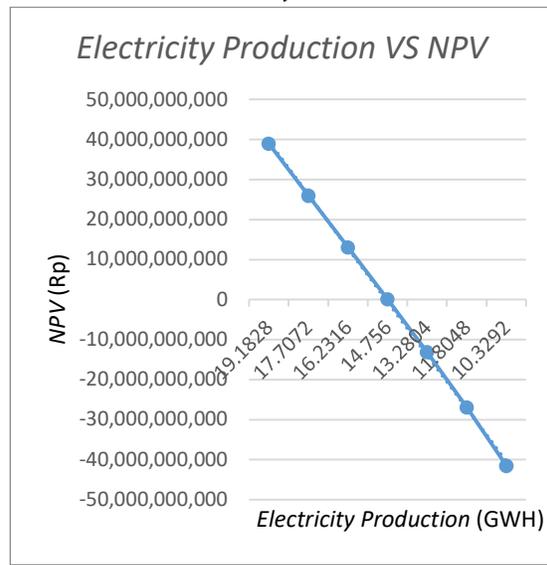
Gambar 14. Investment VS IRR



Gambar 16. Electricity Production VS IRR



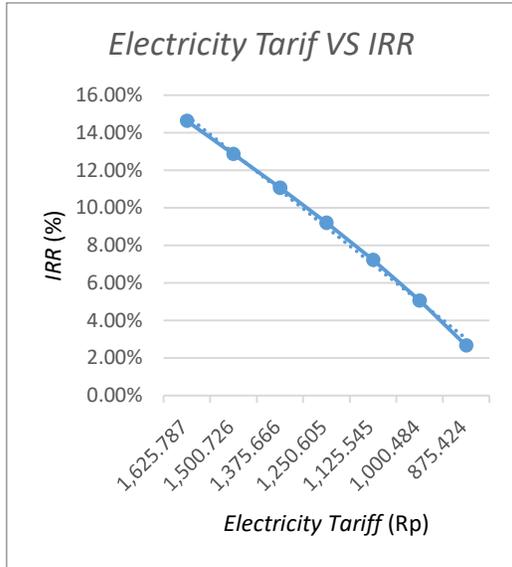
Gambar 15. Investment VS NPV



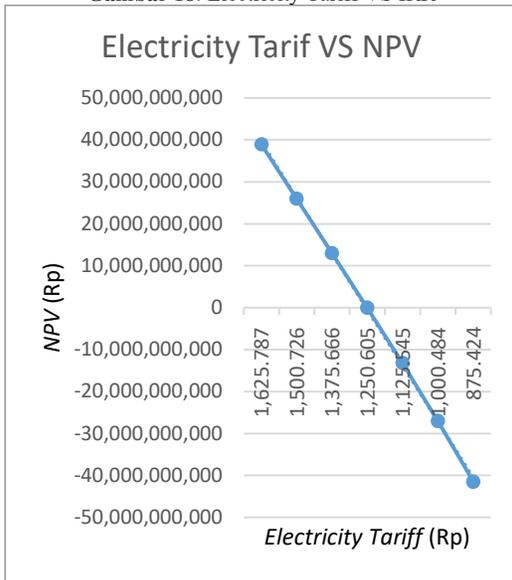
Gambar 17. Electricity Production VS NPV

Gambar 16 dan Gambar 17 menunjukkan pengaruh perubahan produksi listrik tahunan terhadap *IRR* dan *NPV* pada PLTS 10 MWAC, gambar 16 dan 17 menunjukkan bahwa seiring dengan tren penurunan produksi listrik PLTS 10 MWAC maka nilai *IRR* dan *NPV* juga akan mengalami penurunan, dan begitu pula sebaliknya.

Gambar 18 dan Gambar 19 menunjukkan pengaruh perubahan tarif jual listrik terhadap *IRR* dan *NPV* pada PLTS 10 MWAC, Gambar 18 dan 19 menunjukkan bahwa seiring dengan tren penurunan tarif jual listrik PLTS 10 MWAC maka nilai *IRR* dan *NPV* juga akan mengalami penurunan hal ini dapat terjadi karena semakin rendah tariff jual listrik maka semakin rendah juga keuntungan yang dapat dihasilkan, dan begitu pula sebaliknya.

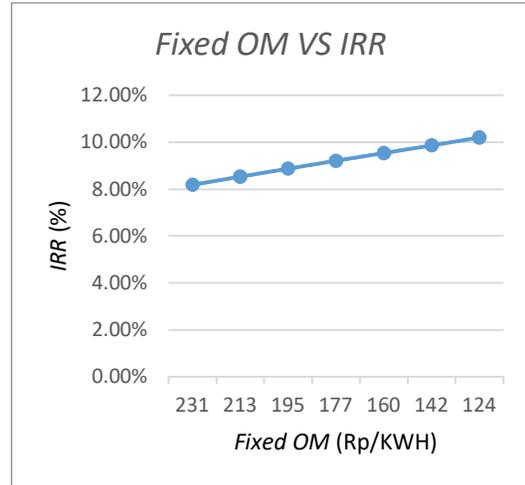


Gambar 18. Electricity Tariff VS IRR

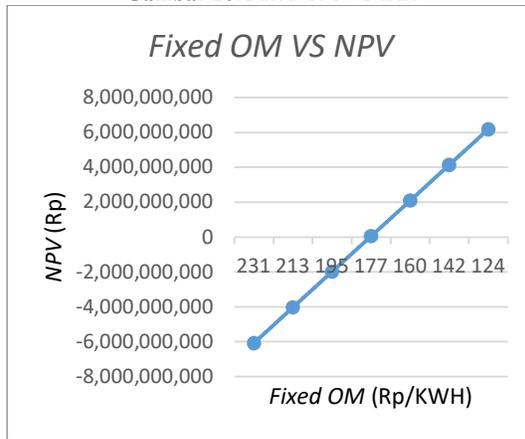


Gambar 19. Electricity Tariff VS NPV

Gambar 20 dan Gambar 21 menunjukkan pengaruh perubahan biaya operasional dan *maintenance* tetap PLTS 10 MWAC terhadap *IRR* dan *NPV*, pada Gambar 20 dan 21 ditampilkan bahwa seiring dengan adanya tren penurunan pada biaya operasional dan *maintenance* tetap PLTS 10 MWAC maka nilai *IRR* dan *NPV* mengalami kenaikan, hal tersebut terjadi karena semakin rendah biaya operasional dan *maintenance* tetap yang harus dikeluarkan untuk setiap tahunnya maka semakin tinggi juga keuntungan yang dapat diperoleh, dan begitu pula sebaliknya.



Gambar 20. Fixed OM VS IRR



Gambar 21. Fixed OM VS NPV

4. Kesimpulan

Pada kajian ini telah dibuat perangkat lunak yang dapat digunakan untuk melakukan optimasi ekonomi dan analisa finansial yang dibuat menggunakan fasilitas *VBA* pada *Microsoft Excel* yang secara spesifik dibuat untuk menguji kelayakan finansial sebuah PLTS.

Hasil analisa finansial PLTS 10 MWAC menggunakan software atau *add iv VBA* menunjukkan bahwa dari segi pendapatan PLTS 10 MWAC dinilai cukup baik dilihat dari arus kasnya, karena dapat menghasilkan keuntungan dan juga dapat menutupi kewajiban hutangnya, meskipun keuntungan yang dihasilkan oleh PLTS nilainya mengalami penurunan tiap tahunnya, yang disebabkan oleh beberapa faktor, seperti degradasi panel surya, inflasi, dll. Dari segi *financial ratio* atau rasio keuangan PLTS (*Current Ratio, Leverage Ratio, & DSCR*) mendapatkan hasil yang cukup baik dimana PLTS mampu memenuhi kewajiban hutangnya, meskipun pada tahun-tahun pertama PLTS beroperasi terdapat rasio finansial yang nilainya berada dibawah angka 1, sehingga PLTS ini harus menemukan solusi tepat untuk membayar hutangnya. Dari hasil perhitungan rasio finansial

PLTS ini juga menunjukkan aset yang dimiliki oleh PLTS mengalami pertumbuhan tiap tahunnya. Hasil analisa finansial dengan *add in VBA* menunjukkan bahwa PLTS 10 MWAC layak untuk dibangun atau dikerjakan karena mampu memenuhi syarat-syarat kriteria analisa investasi.

Daftar Pustaka

- [1] R. A. Diantari *et al.*, “Sosialisasi Energi Baru Terbarukan dan Lingkungan Hidup Untuk Masyarakat Desa Sukawali KAB. Tangerang, Banten,” *Terang*, vol. 2, no. 1, pp. 53–59, 2019.
- [2] W. Noviani, “Rancang Bangun Solar Sel Pada Gedung Perkantoran Sebagai Energi Listrik Alternatif,” *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, no. Vol 1, No 1 (2019): Jurnal S1 Teknik Elektro UNTAN, pp. 1–9, 2019.
- [3] G. Widayana, “Pemanfaatan Energi Surya,” vol. 9, pp. 37–46, 2012.
- [4] B. H. Purwoto, J. Jatmiko, M. A. Fadilah, and I. F. Huda, “Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif,” *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 10–14, 2018.
- [5] M. I. Abbasy and S. T. Kasim, “Studi Kelayakan Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Simeulue 1 MW,” 2018.
- [6] A. S. Anwar, “Analisis Kelayakan Pembangkit Energi Listrik Tenaga Surya Rooftop Di Gedung Fakultas Teknik Universitas Siliwangi,” 2021.
- [7] F. Hidayat, B. Winardi, and A. Nugroho, “Analisis Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro,” *Transient*, vol. 7, no. 4, p. 875, 2019, doi: 10.14710/transient.7.4.875-882.
- [8] Aniek Sulestiani, T. I. Agustin, M. A. Pangestu, and R. Wahyuningtyas, *WIRUSAHA KUPANG*. Surabaya: Unitomo Press, 2021.
- [9] I. G. B. N. P. Putra, Maharani, I. A. D. Priyanka, and M. S. Dewi, *Kewirausahaan*. Bali: Nilacakra, 2021.
- [10] N. Sari, J. F. Adel, and R. Y. Sari, “Analisis Kelayakan Usaha Menggunakan Metode Payback Period, Break Even Point Dan Net Present Value Pada Kelompok Usaha Bersama Rizki Di Kelurahan Toapaya Asri, Kecamatan Toapaya, Kabupaten Bintan,” vol. 2, pp. 183–192, 2021.
- [11] H. Umar, *Metode Penelitian Untuk Skripsi dan Tesis Bisnis*. Jakarta: Rajawali Persada, 2009.
- [12] S. A. Harmadi, Zaenal, and Sriyanti, “Analisis Investasi dan Kelayakan Ekonomi Penambangan Emas di PT DEF Kecamatan Simpenan, Kabupaten Sukabumi, Provinsi Jawa Barat,” *Bandung Conf. Ser. Min. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 63–70, 2022.
- [13] D. MacDonald and D. Neville, “Evaluating the implementation of picture archiving and communication systems in newfoundland and labrador-a cost benefit analysis,” *J. Digit. Imaging*, vol. 23, no. 6, pp. 721–731, 2010.
- [14] J. P. Gittinger, *Analisa Ekonomi Proyek-Proyek Pertanian*. Jakarta: UI-Press, 1986.
- [15] B. Triaji and D. Suhardi, “Analisa Kelayakan Gedung Parkir Di Jalan Pegirian Surabaya Dengan Metode Net Present,” pp. 292–298, 2021.
- [16] Kadariah, *Evaluasi proyek: analisa ekonomis*. Jakarta: Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, 1986.
- [17] R. Arifin and A. Sutrisno, “Analisis Cost–Benefit Injeksi NaOH pada Basin Cooling Tower PLTP Unit 5 dan 6 di Area Geothermal Lahendong,” *J. Online Poros*, vol. 8, no. 1, 2021.
- [18] P. W. Mahesa and D. R. O. W. Tisano Tj Arsjad, “Rencana Anggaran Biaya pada Jembatan Latuppa-Bastem Kecamatan Mungkajang, Kota Palopo,” vol. 9, no. 4, pp. 763–770, 2021.
- [19] F. Wijaya, “Klaim kompensasi biaya keterlambatan dan deviasi kompensasi kontrak yang menimbulkan kerugian keuangan negara,” vol. 5, no. 2, pp. 433–476, 2022.
- [20] M. N. Rumpa, “Analisis Perhitungan Harga Pokok Produksi Pada Percetakan Maharani Multikreasi,” 2020.
- [21] M. Damilano, N. Miglietta, E. Battisti, and F. Creta, “Value Creation and Competitive Advantage: Empirical Evidence from Dividend Champions of the S&P 500,” *Int. J. Bus. Manag.*, vol. 13, no. 12, p. 50, 2018.
- [22] M. Deva, “Pelayanan Penyandaran Agen Pelayaran Pt. Tirta Permai Bahari Cabang Pontianak Pada Kapal Mt.Global Neptune,” 2021.
- [23] S. A. Ross, R. W. Westerfield, B. D. Jordan, J. Lim, and R. Tan, *Fundamentals of Corporate Finance*. New York: McGraw Hill Education, 2012.
- [24] Hery, *Analisis Laporan Keuangan*, 3rd ed. Jakarta: Grasindo, 2018.
- [25] M. Gischanovelita, “Analisis Rasio Leverage Untuk Memprediksi Pertumbuhan Laba Perusahaan Manufaktur Sub Sektor Makanan Dan Minuman Yang Terdaftar Di Bursa Efek Indonesia Periode 2011-2015,” *JBMI (Jurnal Bisnis, Manajemen, dan Inform.)*, vol. 15, no. 2, pp. 147–172, 2018.
- [26] N. Putri and E. Mulyani, “Pengaruh Rasio Hutang, Profit Margin Dan Ukuran

- Perusahaan Terhadap Financial Distress,” *J. Eksplo. Akunt.*, vol. 1, no. 4, pp. 1968–1983, 2019.
- [27] T. Prihadi, *Analisis Laporan Keuangan*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2019.