

ANALISIS KELAYAKAN EKONOMI DAN FINANSIAL PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR (PLTA) DENGAN MENGGUNAKAN *SOFTWARE VISUAL BASIC FOR APPLICATIONS (VBA)*

¹Faris Fauzi, ²Agus Hermanto

^{1,2}Program Studi Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional

¹farisfauzi15@gmail.com, ²agush@itenas.ac.id

INFO ARTIKEL

Diterima: 05 Februari 2021

Direvisi: 06 April 2021

Disetujui: 12 April 2021

Kata Kunci:

Air, Energi, *Feasible*, PLTA, *Project*, *VBA*

ABSTRAK

Kebutuhan energi semakin meningkat dengan berkembang pesatnya perkembangan teknologi, dan industri. Berbagai alternatif energi terus dikembangkan oleh pemerintah. Energi fosil terbatas jumlahnya oleh karena itu dibutuhkan sumber alternatif lain. Sumber energi yang mempunyai bahan baku dari air sebagai penggerak utama mempunyai potensi yang besar dan ketersediaannya sumber bahan baku yang mudah dan murah. Analisa dan perhitungan menggunakan *software VBA* sebagai *add in* ke *sheet* pada *microsoft excel*. Simulasi dilakukan dengan input data *investment* sebagai data awal yang dibutuhkan dan input beberapa parameter seperti *VAT*, *interest*, dll. Dari data input tersebut didapatkan hasil akhir untuk *WACC* yaitu 6.75%, *IRR Project* 10.88% (*feasible*), *NPV Project* 70.798.620 USD (*feasible*), *BCR* 1,36 (*feasible*), *Payback Period* 7 Tahun 8 Bulan, *IRR Equity* 12,95% (*feasible*), *NPV Equity* 30.057.140 USD (*feasible*). Hasil nilai *NPV* positif dan hasil perhitungan dikatakan *feasible*, maka proyek layak untuk dilaksanakan.

I. PENDAHULUAN

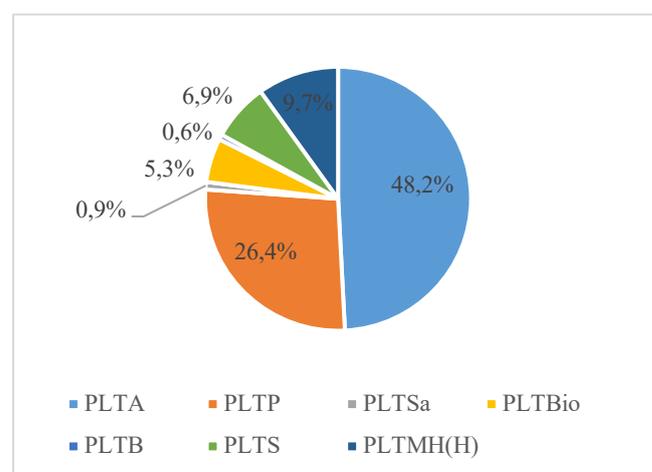
Kebutuhan akan energi semakin hari semakin meningkat dengan berkembang pesatnya pembangunan, perkembangan teknologi, dan industri. Energi listrik sangat dibutuhkan karena menjadi faktor utama penunjang utama untuk industri, rumah tangga, dan sektor lainnya dalam melaksanakan aktifitas sehari-hari. Sektor yang membutuhkan energi besar salah satunya yaitu sektor industri. Setiap tahunnya kebutuhan energi dunia semakin meningkat dan berdasarkan data dan penelitian yang sudah dilakukan bahwa sektor yang membutuhkan energi yang besar yaitu di bidang industri [1]. Kelayakan pembangunan pembangkit listrik berhubungan dengan analisa investasi. Karena analisa investasi dapat menjadi penentu awal sebuah pembangkit mempunyai nilai manfaat dan memberikan keuntungan bagi investor. Investasi pada proyek pada umumnya membutuhkan dana yang besar dan akan mempengaruhi perusahaan dalam jangka panjang, maka dibutuhkan studi kelayakan agar terhindar dari pembiayaan penanaman modal yang terlanjur besar [2].

Pemenuhan kebutuhan energi juga harus memperhatikan faktor ramah lingkungan, ketersediaan bahan baku yang banyak, dan harga bahan baku yang terjangkau. Terbatasnya sumber bahan bakar fosil dan pengaruhnya terhadap emisi yang membawa dampak negatif terhadap lingkungan menjadi alasan utama pemerintah dalam mencari sumber energi alternatif yang dapat memenuhi kebutuhan listrik masyarakat. Berbagai alternatif energi terus dicari dan diupayakan oleh pemerintah. Penggunaan bauran energi baru terbarukan (EBT) yang ditargetkan oleh pemerintah sebesar 23 persen hingga tahun 2025 [3].

Sumber energi baru terbarukan terdapat banyak jenis salah satunya adalah penggunaan dan pemanfaatan air. Air merupakan sumber kehidupan yang digunakan untuk banyak hal, salah satunya yaitu dapat menghasilkan sumber

energi listrik dengan memanfaatkan perubahan jenis energi. Potensi tenaga air Indonesia cukup besar, mencapai 75 ribu megawatt (MW). Namun pemanfaatan sumber energi yang berasal dari air saat ini melalui penyediaan energi listrik nasional baru mencapai 10% dari total potensinya [4].

Sumber energi yang mempunyai bahan baku dari air sebagai penggerak utama mempunyai potensi yang besar dan ketersediaannya sumber bahan baku yang mudah dan murah, maka dalam Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) yang dilaporkan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), didalam RUPTL disebutkan bahwa potensi penyediaan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) menjadi yang terbesar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Rencana pembangunan RUPTL [5]

Dari Gambar 1 dapat terlihat RUPTL untuk PLTA sebesar 48.2%, hal ini menunjukkan tingginya peluang penambahan pembangkit terutama untuk PLTA berkembang di Indonesia. Banyak daerah yang mempunyai potensi yang

besar untuk energi terbarukan tetapi rencana penambahan energi terbarukan tersebut masih berfokus pada PLTA dan PLTP walaupun jenis energi terbarukan sudah sangat beragam [6].

Konsep perubahan energi di PLTA yaitu dengan memanfaatkan debit air yang mengalir. Semakin tinggi debit air maka semakin besar daya yang dapat dihasilkan oleh PLTA tersebut. Perubahan energi yang terjadi yaitu dari energi potensial menjadi energi mekanis dimana air menggerakkan sudu pada turbin air, kemudian putaran diteruskan ke generator yang menghasilkan energi listrik.

Prinsip kerja PLTA yaitu menjadikan air sebagai sumber energi terbarukan yang pada pemanfaatannya tidak akan habis karena bukan merupakan sumber daya yang berasal dari fosil seperti batu bara. Cara kerja PLTA dengan mengubah energi potensial menjadi energi mekanik untuk kemudian dari energi mekanik diubah menjadi energi listrik. Sistem konvensional PLTA yaitu dengan cara mengalirkan air yang berasal dari DAM ke turbin, kemudian air dibuang. Saat terjadi beban puncak air di dalam *lower reservoir* akan dipompa ke *upper reservoir* sehingga cadangan air pada waduk utama tetap terjaga dan kondisi stabil. Cara kerja utama dari PLTA yaitu mengubah energi potensial yang berasal dari DAM atau dari air terjun untuk menjadi energi mekanik yang terjadi pada turbin air. Lalu dari energi mekanik diubah menjadi energi listrik dengan menggunakan bantuan generator [7]. Didalam generator, putaran dimanfaatkan kumparan magnet sehingga terjadi pergerakan electron untuk membangkitkan arus AC. Setelah itu digunakan trafo untuk menaikkan tegangan arus AC agar tidak banyak arus yang terbuang saat dialirkan melalui transmisi. Dari penjelasan prinsip di atas, analisis yang digunakan dengan analisis kuantitatif, yaitu dengan mengumpulkan data dari berbagai sumber, seperti survey, pencarian data berupa debit air, dll.

PLTA konvensional mempunyai empat komponen penyusun utama yaitu bendungan, mempunyai fungsi menyimpan air dan menaikkan permukaan air sungai. Selain itu digunakan dengan tujuan menyimpan energi. Air yang jatuh dari ketinggian tertentu menggerakkan sudu-sudu turbin yang menyebabkan turbin berputar. Lalu turbin mengubah energi kinetik menjadi energi mekanik. Generator dihubungkan menggunakan poros dengan turbin jadi apabila poros turbin berputar, maka poros generator akan ikut berputar. Selanjutnya generator mengubah energi mekanik dari turbin menjadi energi listrik. Setelah energi diubah lalu disalurkan melalui jalur transmisi, yang mempunyai fungsi menyalurkan energi listrik dari pembangkit ke konsumen.

Proses pembangunan PLTA memakan waktu dan modal yang besar. Perlunya membuka lahan, persiapan jalan, dan infrastruktur yang mendukung menjadi faktor awal dalam pembangunan PLTA. Akan tetapi Potensi energi yang dihasilkan dari pemanfaatan air di Indonesia sangat besar. Potensi energi besar yang dihasilkan oleh PLTA harus dapat memberikan keuntungan dari modal yang dikeluarkan. Sebagai gambaran potensi tersebut ditunjukkan dengan sebaran potensi PLTA per provinsi seperti pada Tabel I.

Pada pembangunan PLTA, perhitungan kelayakan sebuah pembangkit yang akan dibangun dari beberapa aspek yaitu aspek teknis, ekonomi dan finansial. Aspek ekonomi dan finansial mempengaruhi dalam membangun sebuah pembangkit karena berhubungan dengan nilai *value* sebuah pembangkit. Pemilihan PLTA karena potensinya yang sangat besar untuk energi terbarukan sesuai dengan yang tercantum dalam RUPTL.

Perhitungan PLTA Kaliber menunjukkan angka hasil perhitungan dengan hasil rasio $BCR < 1$, $NPV < 0$ dengan hasil negatif dan IRR kurang dari i . secara analisa perhitungan ekonomi maka proyek PLTA tersebut tidak layak untuk dibangun [8]. Dari penelitian tersebut dapat terlihat sebelum proses pembangunan maka perlunya dilakukan analisa ekonomi untuk mengetahui kelayakan suatu proyek dengan beberapa parameter syarat yang telah ditentukan.

Visual Basic for Application (VBA) merupakan Bahasa pemrograman yang pengembangannya dilakukan oleh *Microsoft*. *VBA* terdapat pada menu bar di *Microsoft excel*. Bahasa pemrograman *VBA* tidak hanya ada pada *Microsoft excel* tetapi ada juga pada *Microsoft word*. *VBA* memberikan kemudahan pada *user* untuk digunakan sebagai pengembangan aplikasi dan mempermudah dalam penggunaan [9].

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menghitung kelayakan dari sebuah PLTA dengan bantuan software *visual basic for application (VBA)* agar perhitungan biaya investasi lebih akurat dan tidak ada kesalahan dalam perhitungannya. Selain itu memberikan kemudahan kepada *user* yang belum mempunyai kemampuan dalam mengoperasikan *Microsoft excel*.

II. METODE PENELITIAN

Metode pengambilan data dengan studi lapangan, mencari sumber referensi lain yaitu dengan berdiskusi dengan tenaga ahli yang terlibat dalam proyek pembangunan PLTA. Jumlah data yang dikumpulkan yaitu sekitar 6 data utama yaitu berupa biaya investasi yang terdiri dari pekerjaan sipil, mekanikal, elektrikal, dan pembiayaan investasi lainnya. Selain biaya investasi, terdapat variabel perhitungan berupa pajak, energi tahunan yang diproduksi, dll. Hasil dari perhitungan harus memenuhi beberapa kriteria dari masing-masing komponen. Apabila hasil perhitungan memenuhi syarat maka proyek dapat dikatakan layak untuk dilaksanakan. Tetapi apabila tidak memenuhi angka yang disyaratkan maka proyek tidak layak untuk dilaksanakan.

Selanjutnya alur penelitian digambarkan pada Gambar 2 dengan tahap pertama yaitu pengumpulan data yang dibutuhkan berupa hasil rencana anggaran biaya atau bisa disebut sebagai *investment* yang akan dikeluarkan dalam pembangunan PLTA yang terdiri dari beberapa komponen seperti *EPC Cost*, *EPC Cost with transmission*, *Development Cost*, *Other Cost*. Keseluruhan biaya tersebut sangat berpengaruh terhadap tahap awal pembangunan sebuah pembangkit. Kriteria yang menjadi acuan proyek

layak atau tidak yaitu nilai *IRR* yang harus lebih dari tingkat pengembalian yang diisyaratkan dan *BCR* melebihi 1.

Dari data awal *Investment* maka kelayakan sebuah pembangkit dapat dihitung *payback period*. *Payback period* suatu proyek ditemukan dengan menghitung jumlah tahun yang dibutuhkan sebelum perkiraan arus kas kumulatif sama dengan investasi awal, Beberapa persamaan untuk menghitung kelayakan pembangunan pembangkit listrik seperti *WACC*, *PP*, *IRR*, *NPV* [6] dapat digunakan persamaan berikut:

$$Payback\ Period = \frac{Initial\ Investment}{Cashflow\ Inflow} \quad (1)$$

Setelah investment yaitu *NPV* yang merupakan perkiraan nilai asset saat ini dari arus kas (*Cash flow*) yang dihasilkan oleh asset tersebut di masa mendatang [6]. untuk menghitung *NPV* dapat menggunakan rumus:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+k)^t} \pm CF_0 \quad (2)$$

dimana

- CF_t = arus kas (*Cash Flow*) tahunan setelah pajak pada periode t (hasil positif/negatif)
- κ = Tingkat diskonto, yaitu tingkat pengembalian yang diisyaratkan atau biaya modal
- CF_0 = Pengeluaran kas awal untuk investasi proyek
- n = Usia proyek yang diharapkan

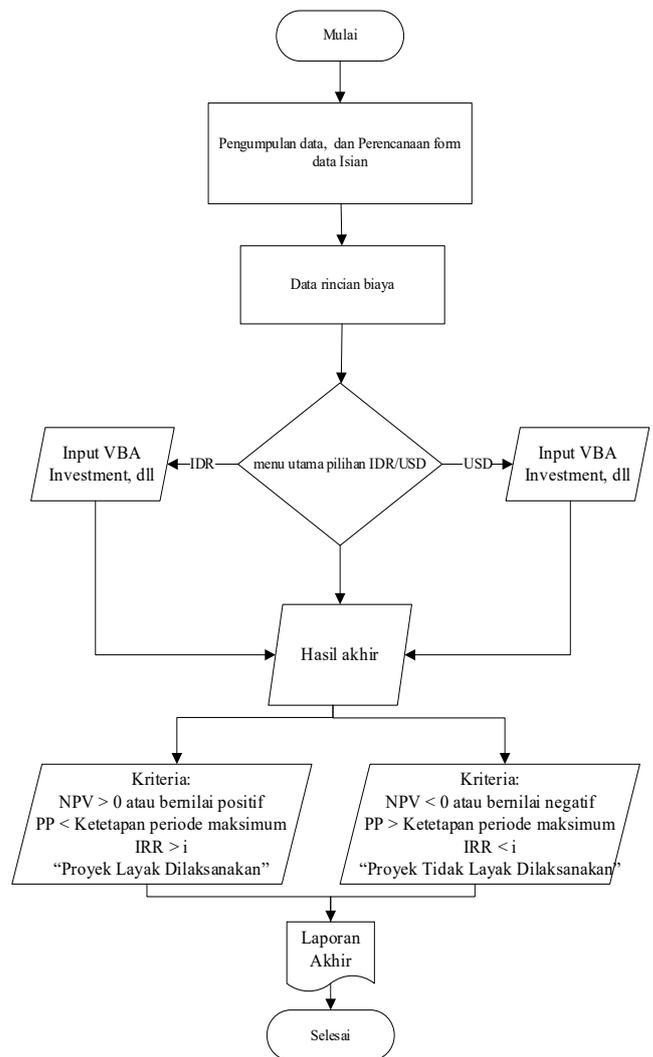
Kriteria dari hasil perhitungan *NPV* Sebuah proyek yaitu apabila hasil perhitungan positif maka kriterianya *feasible* untuk dilaksanakan atau apabila hasil perhitungan yang didapat negatif maka proyek tidak *feasible* untuk dilaksanakan. Apabila nilai hasil perhitungan *NPV* sama dengan nol maka sebuah proyek akan memberikan pengembalian sama dengan tingkat pengembalian [6].

Selanjutnya yaitu *IRR* atau yang dapat diartikan lain sebagai *discount rate* dan disamakan *present value cash flow* yang diharapkan dengan pengeluaran awal proyek [6]. *Internal Rate of Return* dapat diartikan besarnya suku bunga yang sama dengan nilai saat ini (*present value*) dari nilai *investment* dengan hasil bersih yang diharapkan selama usaha beroperasi [10]. *IRR* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\$0 = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} - CF_0 \quad (3)$$

Jika *NPV* bernilai positif maka *IRR* pasti akan lebih besar dari tingkat pengembalian yang diisyaratkan. Dari rumus 3 diatas, keputusan kriteria *IRR* dinyatakan sebagai berikut:

- $IRR \geq$ tingkat pengembalian yang diisyaratkan: Terima
- $IRR <$ tingkat pengembalian yang diisyaratkan: Tolak



Gambar 2 Diagram proses analisis perhitungan dengan vba

WACC dapat dijadikan acuan dalam penentuan diterima atau ditolaknya usulan investasi proyek pembangunan. Apabila yang digunakan metode *NPV* sebagai acuan untuk diterima atau ditolak investasi, maka *WACC* dapat difungsikan sebagai *discount rate*. *WACC* merupakan tingkat pembiayaan dari seluruh pendanaan yang digunakan pada pembiayaan struktur modal perusahaan yang bersumber dari pembiayaan sendiri dan pinjaman [6]. Sedangkan apabila menggunakan *IRR*, maka fungsi *Cost of Capital* adalah sebagai *cut off rate* dalam evaluasi usulan proyek [6]. Cara menghitung *WACC* dapat dengan rumus berikut:

$$r_{WACC} = \frac{B}{V_L} r_B (1 - T_C) + \frac{S}{V_L} r_S \quad (4)$$

dimana

- r_{WACC} = Rata-rata tertimbang tingkat pengembalian modal
- B = Akumulasi hutang yang menjadi pembiayaan didalam proyek
- S = Modal pembiayaan sendiri yang digunakan dalam proyek

r_B = *cost of debt capital* (tingkat bunga hutang yang digunakan dalam pembiayaan proyek)
 r_S = *cost of equity* (tingkat pengembalian biaya yang dikehendaki dalam investasi)

Kemudian untuk *BCR* yaitu merupakan perbandingan antara manfaat dan biaya [11]. Analisis perhitungan menggunakan *BCR* yaitu proses analisis yang diperlukan untuk melihat perbandingan antara *benefit* dan *cost* pada kondisi nilai saat ini [12]. *BCR* dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$BCR = \frac{PV \text{ dari manfaat}}{PV \text{ dari biaya}} \quad (5)$$

Acuan dalam penilaian suatu kelayakan proyek menggunakan metode *BCR* adalah apabila $BCR > 1$, maka proyek dapat dilaksanakan dan sebaliknya apabila nilai $BCR < 1$, maka proyek tidak layak untuk dilaksanakan [12].

The screenshot shows a 'SUMMARY' userform with several sections:

- ECONOMIC FACTOR:** Includes fields for Indonesian Corporate Tax Rate (%), Indonesian Rp General Inflation Rate (%), and US Dollar General Inflation Rate (%).
- FINANCING COST:** Includes fields for Bank A and Bank B Portion (%), Interest p.a (%), and Use CDM (Yes/No).
- OTHER:** Includes Total Construction Cost (%), Working Capital Loan (%), Loan Portion (%), and Recovery Rate.
- BANKS LOAN REPAYMENT:** Includes Principle Payment Portion (%).

 Buttons for 'Input', 'Close', 'Clear', and 'Calculate' are visible at the bottom.

Gambar 3 Tampilan userform summary

Gambar 3 menunjukkan data isian *userform summary* yang terdapat beberapa isian parameter untuk perhitungan. Seperti Indonesian corporate tax rate, total construction cost, dan yang lainnya yang diisi sesuai data yang dibutuhkan.

The screenshot shows an 'INVESTMENT IDR' userform with the following sections:

- INVESTMENT IDR:** Includes fields for KURS Rate IDR - USD, EPC Cost With/Without Transmission, Development Cost, Owner Development Cost, Other Cost, Installed Capacity (MW), Loan Interest IDR (%), and Investment Ratio USD (%).
- CAPITALIZED COST:** Includes Success Fee by Lender/Guarantee Bank (%), Bank Provision (%), Bank Guarantee Cost (%), Creditor Fee, after closing (%), Commitment Fee (%), and Up Front Fee (%).
- INVESTMENT COST:** Includes Contingens (%).

 Buttons for 'Input', 'Clear', 'Previous', and 'Next' are visible at the bottom.

Gambar 4 Tampilan userform investment

Pada Gambar 4 merupakan *userform* dengan data isian *investment* dan parameter yang menjadi acuan dalam perhitungan. *Userform investment* tersedia untuk input dalam kurs *USD* dan *IDR*. Fitur yang disajikan terdapat *textbox* yang diisi berupa kurs, *EPC with transmission*, *EPC without transmission*, *development cost*, dan *other cost*. Setelah data *investment* diisi berikutnya mengisi *interest*, *VAT*, dan semua *textbox* tersebut harus terisi agar *VBA* dapat menghitung nilai yang dibutuhkan.

Pada Gambar 4 menunjukkan Tampilan data isian *userform investment disbursement* yang menggunakan *VBA* sebagai *add in* dan output hasil perhitungan terdapat di *sheet* pada *Microsoft excel*. *investment disbursement* berisikan informasi mengenai pencairan dana seperti yang terlihat pada Gambar 5.

Code	userform	Years	Months	EPCCOST	DEVELOPMENT COST	OTHERS COST	TOTAL
			%	196,831,811.80	21,995,386.00	7,386,640.26	224,933,838.06
all	B-1	1	5%	9,801,590.59	3,599,230.97	1,217,773.38	14,618,594.94
		2	0%	-	3,599,230.97	1,217,773.38	4,817,004.35
		3	0%	-	3,599,230.97	1,217,773.38	4,817,004.35
		4	0%	-	3,599,230.97	1,217,773.38	4,817,004.35
		5	0%	-	3,599,230.97	1,217,773.38	4,817,004.35
		6	0%	-	3,599,230.97	1,217,773.38	4,817,004.35
		7	5%	9,801,590.59	0%	0%	9,801,590.59
		8	0%	-	0%	0%	0%
		9	0%	-	0%	0%	0%
		10	0%	-	0%	0%	0%
		11	0%	-	0%	0%	0%
		12	0%	-	0%	0%	0%
	1-2	13	5%	9,801,590.59	0%	0%	9,801,590.59
		14	0%	-	0%	0%	0%
		15	0%	-	0%	0%	0%
		16	0%	-	0%	0%	0%
		17	10%	19,683,181.19	0%	0%	19,683,181.19

Gambar 5 Tampilan output investment disbursement

Sensitivity analysis merupakan hal yang sangat penting untuk mendukung suatu sistem dalam pengambilan keputusan. Hal ini dikarenakan *sensitivity analysis* memungkinkan fleksibilitas dan adaptasi pada perubahan kondisi dan kepada kebutuhan situasi pengambilan keputusan yang berbeda [13].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Langkah awal sebelum dilakukan simulasi yaitu perhitungan biaya *investment* yang akan dikeluarkan. Setelah itu dilakukan penyusunan form pada *Microsoft excel* sebagai plot atau layout perhitungan. Kemudian *VBA* difungsikan sebagai *add in*. untuk penyusunan form *VBA* dapat dilakukan pada software *microsoft excel* dengan memilih menu bar *developer* lalu dapat dipilih *Visual Basic..* pada menu *Visual Basic* terdapat pilihan *module*, *userform*, *class module*. Pilihan menu yang akan digunakan dalam hal ini yaitu menggunakan *userform*.

Input data awal berupa nilai investasi dan parameter-parameter yang dibutuhkan pada proyek untuk beberapa *userform* seperti *investment*, *disbursement*, *WACC*, *Production*, *Summary*. Setelah kebutuhan data utama diisi, *VBA* melakukan kalkulasi data dengan coding yang sudah di input pada *userform* tersebut.

Setelah data isian pada *userform investment* terisi maka dapat dilihat hasil *output* pada Gambar 6 berupa *sheet* yang sudah terisi dalam dari *add in VBA*.

DETAIL INVESTMENT				
		Exchange Rate (USD - Rp) :		Rp 13,400.0 /US\$
No.	Description	Investment Currency	IDR	Total
		US\$		US\$
I	EPC Cost With Transmission (Exclude Tax)	178,210,738		178,210,738
II	EPC Cost Without Transmission	165,598,260		165,598,260
III	Development Cost	17,140,118		17,140,118
IV	Owner Development Cost (Licence, Permit, IUKL, SIPA, IMB, Legal, PPA, Others)	4,455,268		4,455,268
V	Others Cost	7,306,640		7,306,640
Total Construction Cost (I (Include Tax) + III + IV + V)				224,933,838
Installed Capacity (kW)				73,701
Specific Construction Cost (US\$/kW)				3,052

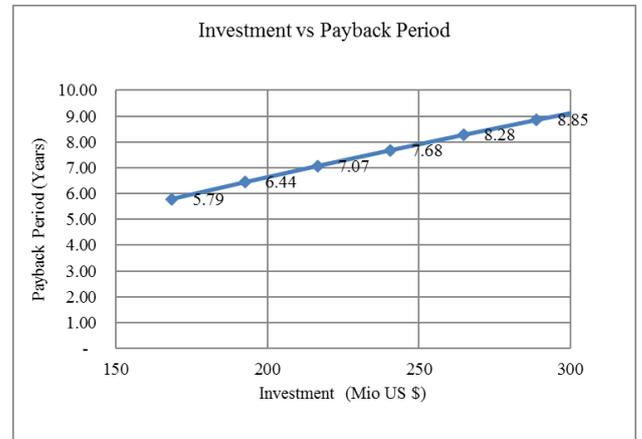
Gambar 6 Data isian investment

Gambar 7 Tampilan userform investment disbursement

SENSITIVITY ANALYSIS								
DESCRIPTION	VALUE	WACC	IRR Equity	IRR Project	NPV (Rp)	BCR	Payback Period	Remark
Base Scenario								
EPC Cost	100%	6.75%	12.80%	10.80%	69,450,772	1.35	7 Years 9 Months	Feasible
- Up to 30%	130%	6.75%	9.85%	8.59%	19,114,959	1.08	9 Years 6 Months	Feasible
- Up to 20%	120%	6.75%	10.72%	9.24%	35,892,905	1.15	8 Years 11 Months	Feasible
- Up to 10%	110%	6.75%	11.69%	9.98%	52,671,457	1.24	8 Years 4 Months	Feasible
- Down to 10%	100%	6.75%	12.80%	10.80%	69,450,772	1.35	7 Years 9 Months	Feasible
- Down to 20%	90%	6.75%	14.09%	11.75%	86,231,069	1.47	7 Years 1 Month	Feasible
- Down to 30%	80%	6.75%	15.58%	12.84%	103,012,658	1.62	6 Years 6 Months	Feasible
- Down to 40%	70%	6.75%	17.34%	14.11%	119,795,999	1.81	5 Years 10 Months	Feasible
Base Scenario								
Electricity Production	100%	6.75%	12.80%	10.80%	69,450,772	1.35	7 Years 9 Months	Feasible
- Up to 30%	130%	6.75%	17.19%	13.95%	155,101,148	1.77	5 Years 12 Months	Feasible
- Up to 20%	120%	6.75%	15.77%	12.94%	126,581,023	1.63	6 Years 6 Months	Feasible
- Up to 10%	110%	6.75%	14.31%	11.89%	98,000,897	1.49	7 Years 1 Month	Feasible
- Down to 10%	100%	6.75%	12.80%	10.80%	69,450,772	1.35	7 Years 9 Months	Feasible
- Down to 20%	90%	6.75%	11.24%	9.66%	40,900,647	1.20	8 Years 6 Months	Feasible
- Down to 30%	80%	6.75%	9.61%	8.45%	12,350,521	1.06	9 Years 6 Months	Feasible
- Down to 40%	70%	6.75%	7.84%	7.12%	-17,206,401	0.91	10 Years 11 Months	Not Feasible

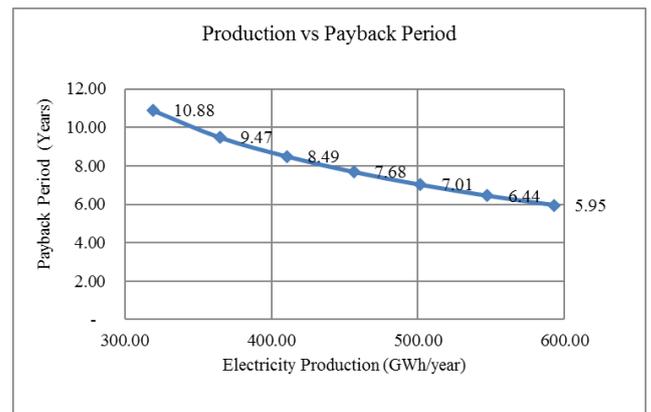
Gambar 8 Contoh sensitivity analysis

Gambar 8 memberikan contoh informasi dalam perhitungan *sensitivity analysis*. Data yang dihitung dan dijadikan acuan dalam perhitungan *sensitivity analysis* yaitu *WACC*, *IRR Equity*, *IRR Project*, *NPV*, *BCR*, *Payback period*. Dari hasil perhitungan dapat dinilai untuk layak atau tidak proyek dibangun dengan pengambilan keputusan apabila kondisi berada diatas atau dibawah angka yang sudah ditentukan yaitu 100%. Pada Gambar 7 dapat disimpulkan apabila kondisi berada diatas dan dibawah sejauh 30% angka yang ditentukan proyek masih layak untuk dilaksanakan.



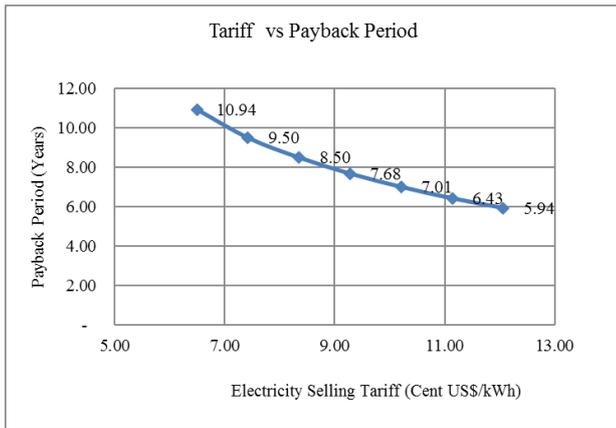
Gambar 9 Investment vs payback period

Grafik pada Gambar 9 menunjukkan hubungan antara *investment* dengan *payback period*, semakin tinggi *investment* pada proyek maka semakin lama *payback period*. Perhitungan nilai *payback period* didasarkan pada pembangunan PLTA selama 3 tahun setelah itu pembangkit dioperasikan dan mendapatkan *net income* pertama yang diperkirakan masuk pada tahun ke empat. Sesuai dengan data *investment* ± 224 juta USD untuk *payback period* sekitar 7 tahun 8 bulan. Penyebab dari hubungan antara *investment* dengan *payback period* ini dikarenakan dibutuhkan waktu untuk mengembalikan investasi yang telah dikeluarkan. Hal ini dalam pembangunan PLTA dibutuhkan waktu yang panjang dalam pengembalian modal.



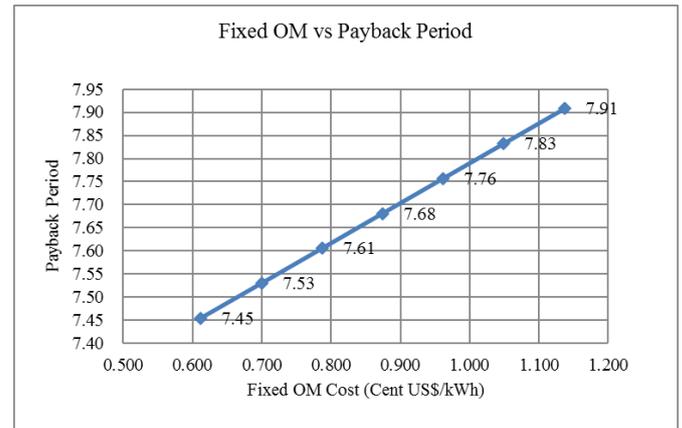
Gambar 10 Production vs payback period

Penjelasan pada Gambar 10 menunjukkan hubungan antara *production* dengan *payback period*. *Production* menggambarkan daya yang diproduksi selama setahun dari pembangkit. Dapat terlihat semakin besar *production* maka semakin kecil *payback period*. Kemudian dari *investment* ± 224 juta USD setelah dilakukan analisis didapat hasil perhitungan *production* yaitu 456.09 GWh/year. Hal ini yang menyebabkan produksi listrik besar yaitu debit air yang tinggi dan konstan. PLTA yang menjadi penggerak turbin yaitu debit air yang jatuh dan menggerakkan sudu-sudu turbin.



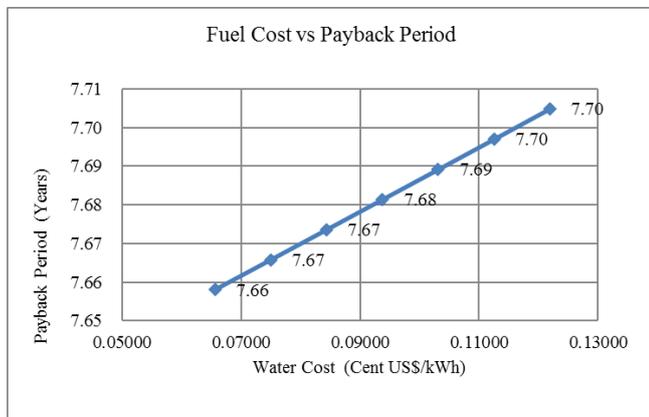
Gambar 11 Tariff vs payback period

Gambar 11 menunjukkan hubungan antara *tariff* dengan *payback period*. Maksud dari *tariff* yaitu biaya jual listrik ke konsumen maka semakin besar *tariff* maka semakin kecil *payback period*. Kemudian dari *investment* hasil perhitungan *tariff* yaitu 9.280 Cent US\$/kWh. Apabila harga jual tinggi maka pengembalian investasi akan lebih cepat. Akan tetapi apabila harga yang dijual terlalu tinggi akan menyebabkan menurunnya daya beli masyarakat.



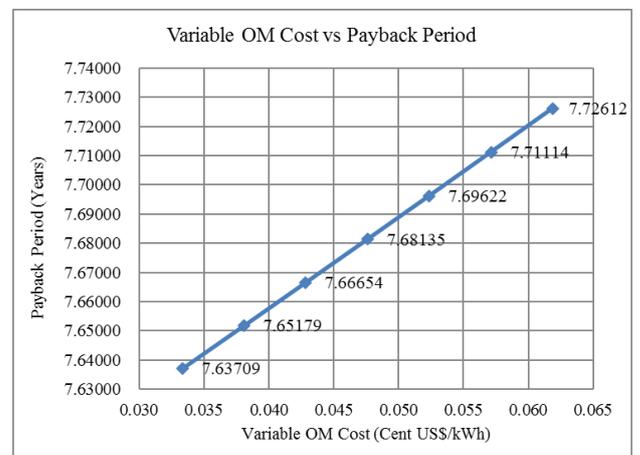
Gambar 13 Fixed om vs payback period

Gambar 13 menunjukkan hubungan antara *tariff fixed OM* dengan *payback period*. *Fixed OM* yang dimaksud berupa gaji, biaya perawatan, biaya kesejahteraan, asuransi, diklat, dll yang berupa biaya tetap yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dan tidak terpengaruhi jumlah listrik yang diproduksi. Dapat terlihat semakin tinggi biaya pengeluaran tetap maka semakin lama *payback period*. *Fixed OM* menjadi tinggi dikarenakan penambahan untuk pembayaran gaji karyawan, penambahan biaya kesejahteraan, dll.



Gambar 12 Fuel cost vs payback period

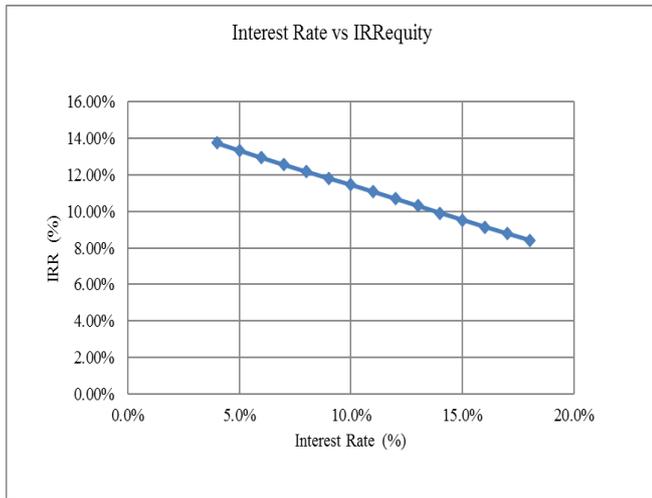
Gambar 12 menunjukkan hubungan antara *fuel cost* dengan *payback period*. Maksud dari *fuel cost* adalah kebutuhan bahan bakar yang diperlukan sebagai penggerak turbin yang digunakan untuk mengubah energi agar menghasilkan energi listrik. Sebagai jenis energi terbarukan, air dapat diatur debit keluarannya sehingga daya yang dihasilkan cenderung stabil tergantung dari debit air yang keluar. Dapat terlihat semakin tinggi biaya bahan baku maka semakin lama *payback period*. Hal ini disebabkan kenaikan harga retribusi air naik, maka harga jual harus disesuaikan agar dapat menutupi biaya *overhead*.



Gambar 14 Variable om vs payback period

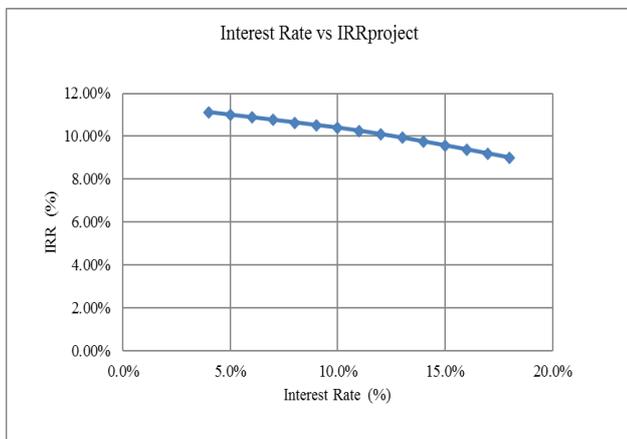
Kemudian untuk Gambar 14 menunjukkan hubungan antara *variable OM* dengan *payback period*. *Variable OM* yang dimaksud adalah biaya yang keluar tergantung pada jumlah listrik yang dihasilkan. Semakin tinggi *variable OM* maka semakin lama *payback period*.

Hubungan antara *IRR Equity* dan *Project* dapat tergambar dari hasil *sensitivity*. Hal ini menunjukkan indeks pengembalian modal berdasarkan pandangan dari modal yang dikeluarkan yang bersumber dari sendiri dibandingkan dengan modal yang bersumber dari pinjaman. Perhitungan *IRR* perlu diestimasi untuk analisa dalam perhitungan ekonomi teknik [14].



Gambar 15 Interest rate vs irr equity

Gambar 15 menunjukkan hubungan antara *interest rate* dan *IRR equity* yaitu semakin kecil *interest rate* maka semakin besar *IRR Equity*. *Interest rate* berhubungan dengan suku bunga, pengaruhnya yaitu ketika suku bunga tinggi investor akan berfikir ulang untuk investasi. Hal ini dapat menyebabkan rendahnya ketertarikan untuk investasi dalam suatu proyek. Tetapi apabila suku bunga rendah, maka ketertarikan untuk berinvestasi akan tinggi.



Gambar 16 Interest rate vs irr project

Gambar 16 menunjukkan *IRR Equity*, hubungan yang sama terjadi antara *interest rate* dan *IRR equity* yaitu semakin kecil *interest rate* maka semakin besar *IRR Equity*. Dari kedua pernyataan diatas antara *interest rate*, *IRR equity*, dan *IRR Project* Hal ini menandakan semakin kecil persentase pembayaran maka semakin besar persentase *IRR Equity* dan *IRR Project*.

Dari hasil perhitungan dan simulasi data yang telah dilakukan dengan menggunakan *software VBA* untuk menghitung *weighted cost of capital (WACC)*, *Internal Rate of Return (IRR)*, *Net Present Value (NPV)*, *Benefit Cost Ratio (BCR)*, *Payback Period (PP)*, *IRR Equity*, dan *NPV Equity* didapat data sebagai berikut pada Gambar 17:

INVESTMENT ANALYSIS			
WACC	%		6.75%
IRR Project	%	10.88%	feasible
NPV Project	US\$	70.798.620	feasible
BCR		1.36	feasible
Payback Period		7 Years	8 Months
IRR Equity	%	12.95%	feasible
NPV Equity	US\$	30.057.140	feasible

Gambar 17 Hasil investment analysis

IV. KESIMPULAN

Setelah dilakukan proses perhitungan dan input variable maka proses perhitungan dan analisa PLTA sangat dipermudah dengan bantuan *VBA*. Karena dengan *VBA* user yang belum mempunyai kemampuan menggunakan Microsoft excel tetap dapat menghitung. Lalu dari hasil perhitungan dengan *VBA* didapat *WACC* yaitu 6.75%, *IRR Project* 10.88% (*feasible*), *NPV Project* 70.798.620 *USD* (*feasible*), *BCR* 1.36 (*feasible*), *Payback Period* 7 Tahun 8 Bulan, *IRR Equity* 12,95% (*feasible*), *NPV Equity* 30.057.140 *USD* (*feasible*). Apabila merujuk kepada syarat *IRR* dan *BCR* yaitu *IRR* melebihi tingkat pengembalian yang diisyaratkan dan *BCR* lebih dari 1, lalu dari nilai *NPV* hasilnya positif sesuai dengan kriteria yang disyaratkan. Dari keseluruhan perhitungan tersebut maka proyek dapat dikatakan layak untuk dilaksanakan.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Permana, Diki I., Mahardika, Mohammad A., Pemanfaatan Panas Buang Flue Gas Pltu Dengan Aplikasi Siklus Rankine Organik, *Barometer Jurnal Ilmu dan Aplikasi Teknik*, Volume 4, 2019.
- [2] Soeharto, Imam. *Manajemen Proyek*. Edisi Kedua. Jakarta : Erlangga. 1999
- [3] <https://surabaya.kompas.com/read/2018/07/23/183532826/ini-upaya-menteri-jonan-realisasikan-target-23-ebt-pada-2025>. Diakses 02 Januari 2021.
- [4] <https://ebtke.esdm.go.id/post/2014/07/02/628/kebijakan-pengembangan.tenaga.air>. diakses tanggal 02 Januari 2021.
- [5] Tampubolon, A. P., Adiatma, J.C., *Laporan Status Energi Bersih Indonesia*, IESR, Jakarta, 2019.
- [6] Widyastuti, A., *Analisis Kelayakan Proyek Pembangkit Listrik Energi Panas Bumi Dengan Menggunakan Capital Budgeting Technique*. Tesis, Program Magister Manajemen, Universitas Padjadjaran, 2006.
- [7] Yuniarti, N., Prianto, E., *Pengantar Pembangkit Tenaga Listrik. Buku Ajar*. Yogyakarta. 2008.
- [8] Arini, V., Qomariyah, S., Wahyudi, Agus H., Studi Kelayakan Ekonomi Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Kalibeber Kabupaten Wonosobo, *Matriks Teknik Sipil*, Volume 3(2), 2015.
- [9] Hasana, Siti N., Maharany, Elva R., Pengembangan Multimedia Menggunakan Visual Basic For Application (Vba) Untuk Meningkatkan

- Profesionalisme Guru Matematika, *Jurnal Pendidikan Matematika*, Volume 3(2), 2017.
- [10] Nashar, M., Analisa Kelayakan Bisnis Proyek Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB) Di Indonesia Dengan Menggunakan Software Retscreen, *Jurnal Ilmiah Manajemen dan Bisnis*, Volume 1(1), 2015.
- [11] Antariza, Rispiningtati, Andawayanti. Simulasi dan Optimasi Harga Air Bersih pada Proyek Waduk Titab Kabupaten Buleleng Propinsi Bali, *Jurnal Teknik Pengairan*, Volume 2(2), 2011.
- [12] Kartika, D., Arifin, M., Darmawan, R., Pemilihan Alternatif Potensi Sumber Daya Air Di Wilayah Das Brantas Untuk Dikembangkan Menjadi Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), *Jurnal ITN Malang*, Volume 8(16), 2010.
- [13] Suhaldir, W., Sensuse, D.I., Perancangan Digital Dashboard System Untuk Menyajikan Sensitivit Analysis Kinerja Keuangan Perusahaan Studi Kasus: Pt Xyz, *Jurnal Sistem Informasi*, Volume 6(2), 2010.
- [14] Pascual, N.S., Sison, A.M., Medina, R.P., *Enhanced Newton-Raphson Algorithm in Estimating Internal Rate of Return (IRR)*, *IJEAT*, Volume 8, 2019.