JOURNAL OF GEOSCIENCE ENGINEERING & ENERGY (JOGEE)



Geological Engineering-Universitas Trisakti



Journal homepage : https://trijurnal.lemlit.trisakti.ac.id/index.php/jogee p-ISSN 2715 5358, e-ISSN 2722 6530

ANALISIS KELAYAKAN PROYEK PEMBANGKIT LISTRIK ENERGI PANAS BUMI AREA"CFA"

PROJECT FEASIBILITY ANALYSIS OF GETHERMAL ENERGY POWER PLANTS "CFA" AREA

Chandra Falqahiyah 1, Benyamin 1

¹Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknologi Kebumian dan Energi, Universitas Trisakti, Jakarta, Indonesia

^aEmail korespondensi: <u>Chandrafalqahiyah@gmail.com</u>

Sari. Kebutuhan akan energi listrik di Indonesia saat ini mengalami perkembangan yang signifikan seiring dengan bertambahnya kebutuhan hidup masyarakat maupun perkembangan di segala sektor kehidupan. Panas bumi merupakan sumber daya energi terbarukan yang dapat di konversikan menjadi sumber energi listrik, selain itu energi tersebut merupakan energi yang ramah lingkungan dan dianggap dapat mendukung pembangunan berkelanjutan. Daerah penelitian berada pada area "CFA" yang terletak di Kabupaten Lebong, Provinsi Bengkulu. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan analisis kelayakan proyek pembangkit listrik energi panas bumi pada daerah penelitian berdasarkan potensi cadangan dan parameter keekonomiannya. Metodologi penelitian yang dilakukan adalah analisis potensi cadangan panas bumi, pengembangan model keuangan, serta sensitivitas pada nilai NPV proyek. Hasil dari penelitian adalah potensi cadangan panas bumi pada area "CFA" memiliki cadangan terduga 475,6 MWe dengan kapasitas tersebut akan dapat dikembangkan proyek pembangkit listrik energi panas bumi dengan kapasitas 55 MWe. Hal-hal yang harus diperhitungkan dalam pelaksanaan pengembangan proyek Drilling and Proven Resource, Production and Revenue, Investment, Operating Expenditure, Pajak dan Depresiasi. Parameter keekonomian yang berpengaruh dalam penentuan investasi dan pelaksanaan proyek yang dihasilkan adalah NPV -97.546 USD, IRR 2%, payback period melewati masa kontrak proyek, dan Profitability Index 0,61 sedangkan yang menjadi parameter paling sensitif pada proyek ini adalah harga jual listrik. Hasil dari analisis kelayakan berdasarkan potensi cadangan dan parameter keekonomian di area penelitian dikatakan tidak layak untuk dikembangkan menjadi proyek pembangkit listrik energi panas bumi.

Sejarah Artikel:

Diterima

05 November 2020

Revisi

05 Desember 2020

Disetujui

15 Januari 2021

Terbit Online

27 Februari 2021

Kata Kunci:

- Panas Bumi,
- Cadangan,
- Ekonomi,
- Kelayakan

Keywords:

- Geothermal,
- Reserves,
- Economy,
- Feasibility

Abstract. The need for electricity in Indonesia is currently growing significantly with the increasing needs of people's lives and developments in all sectors of life. Geothermal is a renewable energy source that can be converted into a source of electrical energy, besides that the energy is environmentally friendly energy and is considered to be able to support sustainable development. The research area is located in the "CFA" area located in the Lebong Regency, Bengkulu Province. The purpose of this study is to conduct a feasibility analysis of a geothermal power project in a regional study based on potential reserves and economic parameters. The research methodology carried out is the analysis of the potential of geothermal reserves, the development of financial models, and sensitivity to the project's NPV value. The results of the study are the potential of geothermal reserves in the "CFA" area having an estimated reserve of 475.6 MWe with a capacity that is expected to be developed in a geothermal power plant project with a capacity of 55 MWe. Drilling and Proven Resources, Production and Income, Investment, Operational Expenditures, Taxes and Depreciation. The economic parameters that determine the investment and implementation of the resulting project are NPV -97,546 USD, IRR 2%, the payback period past the project contract period, and the Profitability Index 0.61 while the most sensitive parameter in this project is the selling price of electricity. The results of the feasibility analysis based on potential reserves and economic parameters in the study area were approved as not feasible to be developed into a geothermal power project.

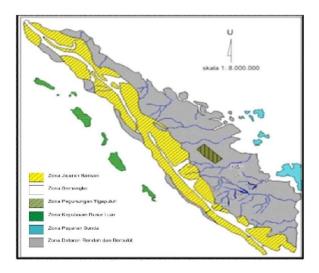
PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki potensi cadangan panas bumi terbesar di dunia, sekitar kurang lebih 47% cadangan panas bumi dunia. Pada tahun 2017 posisi Indonesia naik ke urutan 2 yang sebelumnya ditempati Filipina sebagai negara yang memiliki kapasitas terpasang power plant terbesar setelaha Amerika. Namun pada dasarnya saat ini hampir semua wilayah di Tanah Air masih merasakan krisis tenaga listri. Rata - rata rasio elektrifikasi (ukuran angka ketersediaan listrik di suatu daerah) menunjukkan nilai 95,45% pada Januari 2019. Namun pada daerah NTT (Nusa Tenggara Timur) rasio ini masih berada di angka 61,9% yang menunjukkan bahwa listrik baru dirasakan oleh sekitar 61,9% masyarakat di daerah tersebut (Kementrian ESDM, 2019). Oleh karena itu, pemerintah mengupayakan penggunaan sumber daya energi lain, yaitu sumber daya energi baru terbarukan yang ramah lingkungan dan dianggap dapat mendukung pembangunan berkelanjutan (sustainable development). Selain itu untuk mencapai target bauran energi tersebut, maka PT. PLN (Persero) dalam Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) tahun 2019-2028 menargetkan penambahan pembangkit listrik sebesar 16714 MW yang salah satunya berasan dari energi panas bumi. Pentinya penyelidikan mengenai cadangan energi panas bumi serta tingginya risiko dengan biaya tinggi dari tahap eksplorasi, eksploitasi, hingga produksi dalam pengembangan proyek panas bumi dianggap menjadi suatu kendala ataupun tantangan terbesar bagi para pengembang. Maka dari itu, perlu dilakukan suatu analisis mengenai besarnya potensi energi panas bumi serta keekonomiannya untuk mengindari terjadinya kerugian.

TINJAUAN GEOLOGI DAERAH

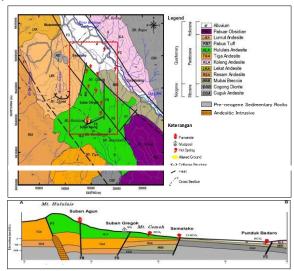
Daerah penelitian terletak di zona jajaran barisan menurut Van Bemmelen, 1949. Pola tektonik yang berkembang merupakan pola tektonik dimana Samudera Hindia yang berada di atas lempeng India-

Australia bergerak ke utara dengan kecepatan 6 – 8 cm/tahun. Pergerakan yang terjadi menyebabkan lempeng samudera menabrak lempeng benua Eropa – Asia atau Lempeng Eurasia. Sehingga pada bagian barat menghasilkan Pegunungan Himalaya, sedangkan pada bagian timur membentuk penunjaman atau *subduction* yang dicirikan dengan adanya palung laut (*Java Trench*) yang membentang dari Teluk Benggala hingga Laut Banda di Maluku pada batas antar lempeng, sedangkan di daratan membentuk zona pegunungan jajaran barisan (Gambar 1).



Gambar 1. Fisiografi Pulau Sumatera (Van Bemmelen, 1949)

Stratigrafi daerah penelitian termasuk dalam stratigrafi lembar bekulu yang memiliki umur batuan dengan kisaran umur Tersier – Kuarter. Berdasarkan peta geologi lembar Bengkulu (Gafoer dkk, 1992), terdapat dua formasi batuan pada daerah penelitian yaitu dari tua ke muda adalah Formasi Hulusimpangdan dan Satuan Batuan Gunungapi Andesit – Basalt yang didominasi oleh batuan hasil gunungapi berupa andesit, breksi, dan tufa (Gambar 2).



Gambar 2. Peta Geologi Daerah Penelitian (Pertamina Geothermal Energy, 2011)

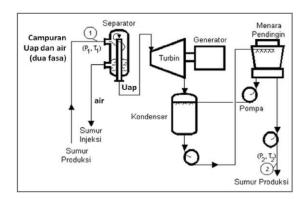
DASAR TEORI

Sistem Panas Bumi

Sistem panas bumi merupakan istilah yang menggambarkan adanya sebuah siklus dari panas bumi yang terbentuk sebagai hasil perpindahan panas dari sumber panas ke sekeliling sumber panas tersebut secara konduksi dan konveksi. Perpindahan secara konduksi terjadi melalui dengan bantuan media dalam hal ini adalah batuan, sedangkan perpindahan panas secara konveksi terjadi ketika air mengenai suatu sumber panas. Klasifikasi sistem panas bumi menurut Hochstein, 1990 terdiri dari sistem panas bumi temperatur rendah (<125°C), sistem panas bumi temperatur sedang (125°C - 225°C), dan sistem panas bumi temperatur tinggi (>225°C). Sedangkan berdasarkan jenis fluida produksi dan jenis kandungan fluida utama, dapat dibedakan menjadi dua sistem yaitu sistem satu fasa yang sebagian besar berisi air dengan temperature kisaran 90°C - 180°C (tidak terjadi pendidihan bahkan selama eksploitasi dan sistem dua fasa yang terdiri dari sistem dominasi uap dan sistem dominasi air.

Pembangkit Listrik Energi Panas Bumi

Pada prinsipnya PLTP sama seperti PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap), hanya saja pada PLTU menggunakan boiler dipermukaan sedangkan pada PLTP uang berasal dari reservoir panas bumi itu sendiri. Fluida yang masuk pada kepala sumur berupa fasa uap lalu dialirkan masuk ke turbin, setelah itu energi panas bumi berubah menjadi energi gerak yang akan memutar generator sehingga menghasilkan energi listrik. Terdapat beberapa jenis pembangkit listrik energi panas bumi dimana penggunaannya tergantung dari kondisi lapangan panas bumi itu sendiri diantara lain adalah pembangkit uap kering, pembangkit flash steam, dan pembangkit siklus biner. (Gambar 3).



Gambar 3. Pembangkit Listrik Energi Panas Bumi (Nenny Miryani, 2009)

Energi Panas Bumi

Energi pana bumi merupakan energi panas yang tersimpan di dalam reservoir panas bumi, yang dihasilkan dari perpindahan panas dari sumber panas. Berdasarkan Standardisasi Nasional Indonesia terdapat beberapa kelas sumber daya dan cadangan energi panas bumi (SNI, 2018), yaitu sumber daya

spekulatif dimana estimasi potensi energi didarkan pada studi literatur dan penyelidikan pendahuluan, sumber daya hipotesis adalah sumber daya panas bumi yang estimasi potensi energi didasarkan pada hasil penyelidikan pendahuluan, cadangan terduga adalah kelas cadangan dimana estimasi potensi energi didasarkan pada hasil penyelidikan rinci, cadangan mungkin adalah kelas cadangan dimana estimasi potensi energi didasarkan pada hasil penyelidikan rinci dan telah diidentifikasi dengan bor eksplorasi atau wildcat serta hasil prastudi kelayakan, dan yang terakhir adalah cadangan terbukti dimana estimasi potensi energi didasari pada hasil penyelidikan rinci, lalu diuji dengan sumur eksplorasi, delineasi, dan pengembangan serta dilakukan studi kelayakan lanjutan.

Estimasi Potens Cadangan Panas Bumi

Menurut Badan Standardisasi Nasional Indonesia (SNI, 2018) terdapat beberapa metode untuk mengestimasi potensi energi panas bumi yaitu metode perbandingan, metode volumetrik, dan metode simulasi reservoir. Pada penelitian ini yang akan digunakan sebagai perhitungan cadangan adalah metode volumetrik, yaitu metode untuk estimasi potensi sumber daya pada kelas sumber daya hipotesis, cadangan mungkin, dan cadangan terduga. Dalam metode ini reservoir panas bumi dianggap sebagau satu bentuk geometri volume yang parameternya homogen, sehingga volume reservoir dapat dihitunng dengan mengkalikan luas prospek reservoir area dan ketebalannya. Perhitungan seberapa besar potensi sumber daya dan cadangan maka volume dikalikan dengan kandungan panas di dalam batuan dan fluida reservoir. Estimasi energi panas bumi dengan metode volumetrik dapat dilakukan melalui prosedur sebagai berikut:

Keterangan:

Hei = kandungan energi dalam batuan dan fluida pada keadaan awal (kJ)

Hef = kandungan energi dalam batuan dan fluida pada keadaan akhir (kJ)

Hth = energi panas bumi maksimum yang dapat dimanfaatkan (Kj)

Hde = energi panas bumi maksimum yang dapat diambil ke permukaan (kJ)

Hre = energi panas bumi maksimum yang dapat diambil ke permukaan selama periode tertentu (MWth)

Hel = potensi listrik panas bumi (MWe)

Rf = faktor perolehan (fraksi)

t = lama waktu (umur) pembangkit listrik

η = faktor konversi listrik (fraksi)

Kegiatan Usaha Panas Bumi

Kegiatan usaha panas bumi pada dasarnya bertujuan untuk menemukan sumber daya sampai dengan pemanfaatan sumber daya tersebut baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada proyek pengembangan panas bumi biasanya akan dilaksanakan selama 7 – 10 tahun hingga proyek tersebut komersil. Tata waktu pada proyek pembangkit listrik energi panas bumi terdapat 3 tahap yaitu tahap eksplorasi dimana rangkaian kegiatan ini terdiri dari perizinan, survei 3G (geologi, geokimia, geofisika), infrastruktur cluster eksplorasi, dan pemboran eksplorasi. Lalu setelah eksplorasi masuk pada tahap eksploitasi dimana tahap ini terdiri dari infrastuktur pengembangan, pemboran pengembangan, dan EPCC (Engineering, Procurement, Construction and Commisioning). Lalu tahap terakhir adalah tahap produksi atau COD (Commercial Operation Date).

Komponen Biaya

Pada pengembangan proyek pembangkit listrik energi panas bumi membutuhkan biaya yang cukup besar, biaya – baya tersebut meliputi semua tahapan yang telah disebutkan sebelumnya yaitu dari tahap eksplorasi hingga tahap produksi. Komponen biaya yang dibutuhkan dapat dibagi menjadi biaya *upstream* dan biaya *downstream*. Biaya *upstream* merupakan biaya yang dibutuhkan selama tahap identifikasi, prosukdi, dan transportasi uap panas hingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi oleh pembangkit listrik. Sedangkan biaya *downstream* merupakan keseluruhan dana yang dikeluarkan dalam pembangunan PLTP atau *power plant* yang meliputi penyiapan jalan masuk ke lokasi PLTP, pembebasan dan perataaan lahan sekitar, perencanaan rinc, pembangunan gedung seperti fasilitas pembangkit listrik, perkantoran, fasilitas umum, laboratorium, dan sebagainya.

Parameter Keekonomian

Parameter keekonomian pada yang digunakan yaitu:

- 1. Pay Out Time (POT) merupakan waktu yang dibutuhkan agar jumlah penerimaan sama dengan jumlah biaya yang telah dikeluarkan selama investasi.
- 2. Net Present Value (NPV) merupakan nilai yang menunjukkan modal investasi dalam proyek, dengan cara menjumlahkan total pendapatan dikurangi total biaya selama proyek tersebut berjalan, lalu dikalikan dengan faktor diskonto.
- 3. *Internal Rate of Return* (IRR) merupakan kondisi dimana nilai NPV sama dengan 0 atau dengan kata lain tingkat pemasukan internal perusahaan.
- 4. Profitability Index (PI) merupakan rasio perbandingan arus kas masuk dengan arus kas keluar.

METODE PENELITIAN

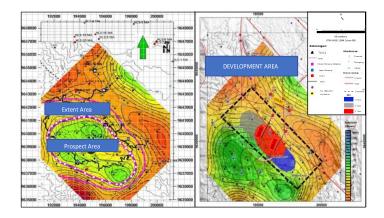
Dalam penelitian ini akan dilakukan beberapa tahap metode yang terdiri studi pendahuluan, metode analisis yang terdiri dari analisis cadangan panas bumi, analisis keekonomian,dan analisis sensitivitas

HASIL DAN PEMBAHASAN

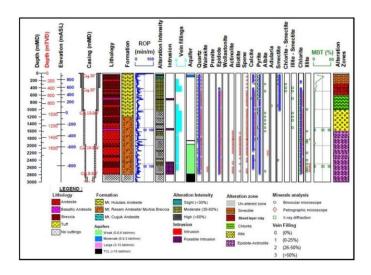
Hasil yang didapatkan dalam pembahasan ini diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan dalam Analisis Kelayakan Proyek Pembangkit Listrik Energi Panas Bumi Berdasarkan Potensi Cadangan dan Parameter Keekonomian di Area "CFA", Kabupaten Lebong, Provinsi Bengkulu.

Ketersediaan Data

Dari hasil peta resistivitas magnetotellurik (Gambar 4) lalu dilakukan analaisis untuk mengetahui luasan prospek reservoir, dimana pada daerah penelitian ini luas area prospek reservoir ditunjukkan dengan nilai resistivitas sebesar 52-150 ohm.m, dengan luas sebesar 23222009.4 m².



Gambar 4. Peta Resistivitas MT (PT. Pertamina Geothermal Energy, 2015)



Gambar 5. Data Composite Log Sumur CFA-C1 (Pertamina Geothermal Energy, 2015)

Hasil analisis data *composite log* (Gambar 5) menunjukkan bahwa batuan penudung/*clay cap* didominasi oleh batuan breksi andesit yang termasuk dalam formasi Mt. Hululais Andesit. Selain itu nilai ROP (*Rate of Penetration*) sebesar <50 min/m, intensitas batuan teralterasi masuk dalam kelas

menengah/moderate (30-60%), vein fillings dalam kelas 0 - 1 (0-25%), aquifer menunjukkan lapisan impermeable, termasuk dalam zona alterasi smectite, zona mixed layer clay dan chlorite, batas bawah dari zona ini juga ditandai dengan hilangnya mineral rich clay yaitu mineral smectite dan nilai MBT (Methyl Blue Test) menunjukkan nilai tinggi. Lapisan penudung/clay cap memiliki ketebalan kurang lebih 900 meter. Sedangkan untuk lapisan reservoir didominasi oleh batuan andesit yang termasuk dalam formasi Mt. Resam Andesit. Nilai ROP (Rate of Penetration) pada lapisan ini berkisar 50 min/m, intensitas batuan teralterasi masuk dalam kelas high alteration (>60%), vein fillings pada lapisan reservoir termasuk dalam kelas 2 (26-50%), aquifer menunjukkan lapisan permeable, termasuk dalam zona illite dan zona epidote-actinolite. Hasil nilai MBT atau Methyl Blue Test menunjukkan nilai hampir 0 %. Dari hasil analisis data tersebut, diperkirakan lapisan reservoir daerah penelitian memiliki ketebalan 2000 meter.

Tabel 1. Data Suhu Sumur

Well	Max. Measured temperature (C)	Depth
CFA-A1	261	2650
CFA-A2	277	2550
CFA-A3	254	2050
CFA-C1	269	2000
CFA-C2	277,34	1600
CFA-E1	308	3100
CFA-E2	260,56	2650
CFA-E3	<u>251,93</u>	2200

Hasil analisis data suhu (Tabel 1) tiap sumur pada masing-masing kedalaman memiliki nilai yang berbeda-beda, pada sumur CFA-A1, CFA-A2, CFA A-3, CFA-C1, CFA-C2, CFA-E2, CFA-E3, dan CFA-E4 menunjukkan kedalaman lapisan reservoir. Sehingga *range* nilai untuk suhu reservoir sebesar 254 °C – 277 °C dengan rata-rata nilai suhu sebesar 270°C. Sedangkan pada sumur CFA-E1 suhu sebesar 308°C pada kedalaman 3100 meter, hal ini mengidentifikasikan bahwa pada kedalaman tersebut sudah memasukin zona *heat source*.

Analisis Potensi Cadangan Panas Bumi

Cadangan panas bumi daerah penelitian merupakan cadangan panas bumi pada kelas cadangan terduga. Hal ini dikarenakan daerah penelitian merupakan daerah yang masih dalam tahap pengembangan, dengan data-data yang diperoleh sebagai berikut (Tabel 2)

Tabel 2. Data Perhitungan Cadangan Panas Bumi

Simbol	Parameter	Keadaan	Keadaan Suhu	
		Awal	Akhir	
Α	Luas Prospek Area (m²)	232220	23222009,4	
h	Tebal Reservoir (m)	2000		

φ	Porositas Batuan (fraksi)	0,1	
$ ho_{ m r}$	Densitas Batuan (kg/m³)	2,65 x 10 ³	
$c_{\rm r}$	Kapasitas Panas Batuan (kJ/kg°C)	1.0	0.9
Т	Temperatur Reservoir (°C)	270	180
$ ho_{ t L}$	Densitas Air (kg/m³)	767,28	887,06
U_{L}	Entalpi Air (kJ/kg)	1184,57	763,25
S_{L}	Saturasi Air (fraksi)	0,7	0
$\rho_{\rm V}$	Densitas Uap (kg/m³)	28,061	5,154
U_{V}	Entalpi Uap (kJ/kg)	2789,1	2777,8
S_V	Saturasi Uap (fraksi)	0,3	1
מ	Faktor Konversi Listrik (fraksi)	0,1	
Rf	Recovery Factor (fraksi)	0,3	
t	Project lifetime (tahun)	30	

Prosedur perhitungan cadangan panas bumi menggunakan metode volumetric sebagai berikut:

```
Hei = 3,29 \times 10^{16} \text{ kJ}

Hef = 1,79 \times 10^{16} \text{ kJ}

Hth = Hei – Hef = 1,5 \times 10^{16} \text{ kJ}

Hde = Rf x Hth = 4,5 \times 10^{16} \text{ kJ}

Hre = 4756,5 \text{ MWth}

Hel = Hde x \eta

= 475,6 \text{ MWe}
```

Maka potensi cadangan panas bumi dalam kelas cadangan terduga pada daerah penelitian sebesar 475,6 MWe.

Analisis Keekonomian

Pada penelitian ini, kapasitas pembangkit yang akan digunakan sebesar 55 MW lalu dari hasil perhitungan investasi, didapatkan suatu arus kas proyek sebagai berikut (Tabel 3).

Tabel 3. Proyeksi Cash Flow

CASH FLOW	USD (\$ x 1000)
Revenue	974.563.000
Operating Expenditure	343.204.000
Depreciation	391.346.000
Net Operating Incom	240.012.000
Tax	127.227.000
Net Income After Tax	112.785.000
Add Back Depreciation	391.346.000
Capital	391.346.000
Net Cash Flow	112.785.000
Discounted Cash In	150.453.000

Discounted Cash Out	247.999.000
Discounted Cash Flow	-97.546.000
Discounted Cummulative Cash Flow	-97.546.000

Dari keseluruhan biaya yang telah diperhitungkan, maka dapat diketahui parameter-parameter keekonomian (Tabel 4) yaitu NPV (*Net Present Value*) bernilai negative yang menandakan bahwa proyek tidak mendapatkan keuntungan, IRR 2% suatu proyek dikatakan layak jika IRR proyek berada diatas nilai WACC/Discount Rate dimana pada penelitian ini sebesar 10,36%. (*Internal Rate of Return*), PP (*Payback Period*) sama dengan 0 atau tidak akan terjadi adanya pengembalian modal selama *project lifetime*/tidak menguntungkan, dan PI (*Profitability Index*) 0,6, proyek investasi akan diterima (*feasible*) jika nilai PI yang dihasilkan >1.

Tabel 4. Parameter Keekonomian

Parameter Keekonomian		
NPV (\$ x 1000)	-97.546	
IRR	2%	
Payback Period	-	
Profitability Index	0,61	

Analisis Sensitivitas

Tabel 5. Analisis Sensitivitas

		NPV	
Parameter	80%	<u>120%</u> <u>100%</u>	
Survey	- 97.006	- 98.086 - 97.546	
Well Testing	- 96.587	- 98.505 - 97.546	
G&A	- 95.911	- 99.181 - 97.546	
Production Decline	- 96.414	- 101.638 - 97.546	
Steam Gathering System	- 93.797	- 101.295 - 97.546	
Infrastruktur	- 93.141	- 101.951 - 97.546	
OPEX	- 89.942	- 105.150 - 97.546	
Drilling	- 86.647	- 108.445 - 97.546	
Power Generation Facilities	- 86.187	- 108.905 - 97.546	
Price	- 122.838	- 72.254 - 97.546	

Hasil analisis sensitivitas (Tabel 5) didapatkan bahwasanya parameter yang paling sensitif terhadap keekonomian proyek adalah nilai harga jual listrik. Lalu diikuti dengan parameter *power generation facilities* dan *drilling*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis potensi cadangan yang telah dilakukan pada daerah penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa daerah penelitian memiliki cadangan panas bumi sebesar 475,6 MW. Setelah itu dilakukan analisis keekonomian untuk pengembangan proyek pembangkit listrik energi panas bumi dengan kapasitas pembangkit 55 MW, dari hasil analisis keekonomian dapat disimpulkan bahwa proyek ini tidak layak untuk dikembangkan karena tidak dapat menghasilkan keuntungan, dan nilai harga jual listrik merupakan parameter financial yang dianggap paling sensitif terhadap keekonomian proyek pembangkit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Ir. Benyamin, M.T selaku dosen pembimbing utama tugas akhir, Bapak Dr. Ir. Fajar Hendrasto, Dip. Geoth, M.T selaku Ketua Program Studi Teknik Geologi, dan PT. Pertamina Geothermal Energy.

DAFTAR PUSTAKA

- 1. Ernst dan Young., 2011. Study on Geothermal Power Development Project in Hululais, Indonesia. West Japan Engineering Consultants, Inc.
- 2. Bemmelen, Van., 1949. Geology of Indonesia.
- 3. Falqahiyah, Chandra., 2019. Analisis Kelayakan Proyek Pembangkit Listrik Energi Panas Bumi Berdasarkan Potensi Cadangan dan Parameter Keekonomian di Area "CFA", Kabupaten Lebong, Provinsi Bengkulu. Universitas Trisakti. Jakarta.
- 4. Gafoer, dkk. 1992., Peta Geologi Lembar Bengkulu, Sumatera. Indonesia
- 5. Kamah, dkk., 2015. Successful Exploration Campaign and to be Developed in Hululais Geothermal Field, Bengkulu Indonesia. Proceedings World Geothermal Congress. Melbourne, Australia.
- Koestono, dkk., 2015. Hydrothermal Alteration Mineralogy of WELL HLS-C, Hululais Geothermal Field, Bengkulu, Indonesia. Proceedings World Geothermal Congress 2015, Melbourne, Australia 19-25 April 2015. Pertamina Geothermal Energy. Jakarta
- 7. Miryani, Nenny., 2009. Sekilas Tentang Panas Bumi. Institut Teknologi Bandung. Bandung