



Analisis Ekonomi dan Penurunan Emisi Karbon pada *West Kalimantan Power Grid Strengthening Project*

Kristina Wulan Yuliani^{1,3*}, Habibie Razak², Widayat¹

¹Program Studi Program Profesi Insinyur Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

²Persatuan Insinyur Indonesia

³PT PLN (Persero) Pusat Manajemen Proyek, Jl. Slamet No.1, Gajah Mungkur, Semarang, Indonesia 50232

*)Corresponding author: kristina.yuliani17@gmail.com

(Received: 14 Maret, 2025; Accepted: April 29, 2025)

Abstract

Economic Analysis and Carbon Emission Reduction in West Kalimantan Power Grid Strengthening Project. The West Kalimantan Power Grid Strengthening Project has shown significant economic benefits, as reflected by the Economic Internal Rate of Return (EIRR) of 92.1% with an Economic Net Present Value (ENPV) of \$224.7 million at a discount rate of 12%. This achievement exceeds the initial assessment because the actual purchase of electricity from SESCO, Sarawak was greater than during planning. This economic benefit assessment is important to determine the usefulness of a project in the public sector, especially in the provision of electricity whose value is often distorted due to adjustments. In addition, this project contributes to environmental sustainability by reducing CO₂ emissions in the Equatorial System through the purchase of renewable energy from Bakun Hydropower. During the period 2016-2022, this project achieved an average emission reduction of 1,095,519 tons of CO₂ per year.

Keywords: project economic benefits, project efficiency, carbon emission reduction

Abstrak

West Kalimantan Power Grid Strengthening Project menunjukkan manfaat ekonomi yang signifikan, sebagaimana tercermin dari *Economic Internal Rate of Return* (EIRR) sebesar 92,1% dengan *Economic Net Present Value* (ENPV) sebesar \$224,7 juta pada tingkat diskonto 12%. Pencapaian ini melebihi penilaian awal karena pembelian energi listrik aktual dari SESCO, Sarawak lebih besar dari saat perencanaan. Penilaian manfaat ekonomi ini penting dilakukan untuk mengetahui kebermanfaatan suatu proyek di sektor publik, terutama pada penyediaan listrik yang nilainya sering terdistorsi karena penyesuaian. Selain itu, proyek ini memberikan kontribusi terhadap keberlanjutan lingkungan dengan mengurangi emisi CO₂ pada Sistem Khatulistiwa melalui pembelian energi terbarukan dari Bakun Hydropower. Selama periode 2016-2022, proyek ini mencapai rata-rata penurunan emisi sebesar 1.095.519 ton CO₂e per tahun.

Kata kunci: manfaat ekonomi proyek, efisiensi proyek, penurunan emisi karbon

How to Cite This Article: Yuliani, K. W., Razak, H., & Widayat, W. (2025). Analisis Ekonomi dan Penurunan Emisi Karbon pada West Kalimantan Power Grid Strengthening Project. *JPII*, 3(2), 121-127. DOI: <https://doi.org/10.14710/jpii.2025.26208>

PENDAHULUAN

Pada tahun 2013, Perusahaan Listrik Negara (PLN) mengandalkan minyak untuk pembangkitan listrik di Kalimantan Barat, yang menghasilkan biaya rata-rata

sekitar \$0,25 per kilowatt-hour (kWh), jauh lebih tinggi dibandingkan dengan biaya pembangkitan di Asia Tenggara. Dengan proyeksi pertumbuhan permintaan listrik dari 200 MW pada 2012 menjadi 600 MW pada

2020, PLN merencanakan pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) berbahan bakar batu bara. Namun, pembangunan ini membutuhkan waktu 7-10 tahun, sementara kebutuhan listrik mendesak untuk segera dipenuhi (RUPTL, 2019).

Studi dari *Asian Development Bank* mengidentifikasi interkoneksi sebagai solusi potensial, dengan rencana pembangunan *Trans Borneo Power Grid* untuk menghubungkan jaringan listrik Kalimantan Barat melalui Sarawak, Brunei Darussalam dan Sabah (ADB, 2012). *West Kalimantan Power Grid Strengthening Project* yang dimulai pada 2013 dengan dukungan pinjaman dari ADB dan *Agence Française de Développement* (AFD) berfokus pada pembangunan jalur transmisi 275 kV dan gardu induk baru. Meskipun mengalami keterlambatan 3 tahun akibat masalah pembebasan lahan, proyek ini selesai pada 2022 dengan penghematan pinjaman yang memungkinkan perluasan cakupan proyek.

Studi kelayakan ekonomi pada saat perencanaan menunjukkan *Economic Internal Rate of Return* (EIRR) sebesar 44%, dengan manfaat utama berupa penghematan biaya pembangkitan melalui impor listrik tenaga air dari Sarawak (ADB, 2013). Evaluasi paska-proyek diperlukan untuk menilai efisiensi penggunaan sumber daya dan manfaat proyek secara keseluruhan, termasuk kontribusinya terhadap penurunan emisi karbon dalam menghadapi perubahan iklim global.

METODE PENELITIAN

West Kalimantan Power Grid Strengthening Project berlokasi di Provinsi Kalimantan Barat. Dengan total biaya sebesar USD 154,4 million. Adapun proyek awal terdiri dari 7 (tujuh) paket konstruksi, 3 (tiga) di antaranya merupakan pengembangan dengan adanya *loan saving*, antara lain:

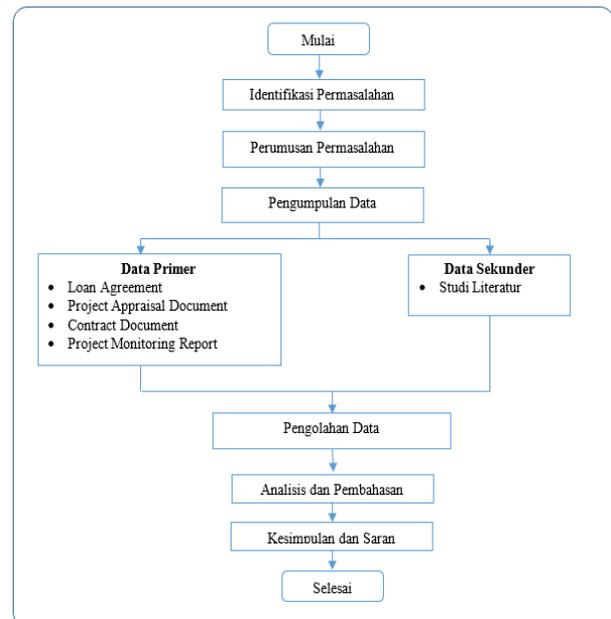
- Paket 1: *Design, Supply, Installation, Testing, and Commissioning of 275 kV Overhead Transmission Lines Bengkayang Substation – Jagoibabang.*
- Paket 2: *Design, Supply, Installation, Testing, and Commissioning of 275/150 kV Bengkayang Substation.*
- Paket 3: *Design, Supply, Installation, Testing, and Commissioning of 150 kV Overhead Transmission Lines Bengkayang - Ngabang – Tayan.*
- Paket 4: *Design, Supply, Installation, Testing, and Commissioning of 150/20 kV Substation at Ngabang and Tayan.*
- Paket 5: *Design, Supply, Installation, Testing, and Commissioning of 150/20 kV Substation at Tayan, Sanggau, Sekadau.*
- Paket 6: *Design, Supply, Installation, Testing, and Commissioning of 150 kV Overhead Transmission Lines Tayan – Sanggau.*

- Paket 7: *Design, Supply, Installation, Testing, and Commissioning of 150/20 kV Substation at Ngabang and Tayan.*



Gambar 1. Lokasi *West Kalimantan Power Grid Strengthening Project*

Penelitian dilakukan dengan melakukan analisis kuantitatif untuk menilai indikator kinerja ekonomi proyek dan juga penurunan emisi karbon menggunakan variabel data yang diperlukan dengan skema penelitian seperti terdapat dalam Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Penurunan Emisi Karbon

Pada tahun 2013-2015 sebelum adanya *West Kalimantan Power Grid Strengthening Project*, Sistem

Khatulistiwa yang merupakan sistem kelistrikan terbesar di Kalimantan Barat, hampir sepenuhnya bergantung pada Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD). Salah satu dampak dari penyelesaian proyek berupa penurunan emisi karbon melalui penggunaan energi bersih yang berasal dari pembangkit listrik tenaga air yang berasal dari Bakun *Hydropower*, Malaysia. Perhitungan penurunan emisi karbon dilakukan dengan cara

membandingkan emisi karbon suplai energi listrik dengan menggunakan faktor emisi Sistem Khatulistiwa dengan emisi karbon menggunakan faktor emisi pada *grid* Malaysia. Pada dasarnya, emisi gas rumah kaca adalah hasil dari perkalian antara aktivitas, seperti konsumsi bahan bakar, dengan faktor emisi yang terkait dengan jenis bahan bakar yang digunakan (IPCC, 2006).

Tabel 1. Penyediaan energi listrik pada Sistem Khatulistiwa, Kalimantan Barat (MWh)

No.	Unit	Year									
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
A. Diesel Power Plants in West Kalimantan											
1	PLTD Sei Raya	128.658	153.321	131.399	64.930	55.326	39.126	18.134	84.181	4.767	2.180
2	PLTD Siantan	128.829	154.236	115.306	64.439	48.955	46.599	14.343	40.619	3.168	1.659
3	PLTD Sei Wie	25.003	35.601	74.589	41.602	28.932	16.520	2.496	3.110	168	22
4	PLTD Sudirman	2.194	1.512	5.756	923	234	Not Operated	160	Not Operated	Not Operated	Not Operated
5	PLTG	74.811	36.422	87.530	15.885	5.533	1.308	Not Operated	78	55	417
6	Arti Duta	587.274	417.104	389.743	389.433	312.048	193.197				
7	Asta Keramasan Energi	177.140	139.256	174.486	149.290	118.147	57.743				
8	Indonesia Power	16.978	16.382	3.169							
9	Sawatama 1 Pontianak	50.440	59.919	63.845	39.850	21.422					
10	Sawatama 2 Pontianak	55.233	62.274	66.863	38.904	20.473					
11	Sawatama 3 Pontianak	51.714	70.400	68.024	41.899						
12	Sawatama 1 Singkawang	42.511	13.201								
13	Sawatama 2 Singkawang	30.492	32.519	33.925	9.251						
14	Sawatama 3 Singkawang	218.625	168.506	203.123	76.794	12					
15	Arena Maju Bersama	47.738	46.864	64.759	38.265						
16	Prastiwahyu		69.345	82.617	11.068						
17	Bugak				86.637		42.497				
18	PLTD SEMBOJA								316	104	Not Operated
19	PLTD SEWATAMA SAMPAS								784	Not Operated	Not Operated
20	PLTD AGREKO								831	Not Operated	Not Operated
21	Mobile Power Plant (MPP)									2.353	
Total A		1.637.639	1.476.862	1.565.133	1.069.171	611.081	396.990	35.133	129.918	10.615	4.278
B. Non-Diesel Power Plants in West Kalimantan											
1	PLTBM						58.608	115.128	107.360	97.206	91.348
2	PLTU SANGGAU								40.214	90.639	85.769
3	PLTU 3 KALBAR						48.913	407.610	540.400	420.904	491.427
4	PLTU KALBAR 1 IPP GCL									1.021.775	1.340.695
5	EXCESS ALASKUSUMA									8.720	13.614
6	EXCESS PLTBG SEC										4.005
Total B		-	-	-	-	-	107.520	522.738	687.975	1.639.244	2.026.859
C. Renewable Energy											
1	SESCO				683.497	1.106.267	1.495.887	1.683.121	1.540.665	972.727	650.439
Total C		-	-	-	683.497	1.106.267	1.495.887	1.683.121	1.540.665	972.727	650.439

$E = DA \times FE$ (1)
 dengan E adalah Emisi GRK (ton), DA adalah Data Aktivitas (TJ) dan FE adalah Faktor Emisi (ton/TJ)

ADB mendetailkan perhitungan emisi gas rumah kaca secara umum ketika energi listrik digunakan, yaitu sebagai berikut (ADB, 2017):

$Emisi\ GRK = EC \times FE_{elec} / (1 - \%L)$ (2)
 dengan Ec adalah Electricity Consumption (MWh/tahun), FE_{elec} adalah Faktor Emisi

Ketenagalistrkan (tCO₂/MWh) dan %L adalah Losses jaringan transmisi dan distribusi.

Pada Tabel 2 dapat dilihat nilai pengurangan emisi karbon ketika suplai energi listrik diperoleh melalui sumber energi terbarukan terjadi pengurangan pada tahun 2016-2022 dengan rata-rata sebesar 1.095.519 tCO₂e. Tren pengurangan nilai emisi karbon ini sesuai dengan kebijakan pembelian energi listrik yang dilakukan oleh pemerintah Indonesia.

Tabel 2. Emisi Karbon Sistem Khatulistiwa

Tahun	Pembelian Energi Listrik dari SESCO (MWh)	Energi Listrik (1% adjust losses transmisi) (MWh)	Baseline Emissions		Project Emissions		Emission Reduction (tCO ₂ e)	Keterangan
			EF *	Baseline emissions (tCO ₂ e)	EF**	Project Emissions (tCO ₂ e)		
2016	683.496	690.332	0,721	497.729	0,436	300.985	196.745	*Faktor Emisi Gas Rumah
2017	1.106.267	1.117.329	0,9	1.005.596	0,436	487.156	518.441	Kaca Sistem Interkoneksi
2018	1.495.887	1.510.845	0,81	1.223.785	0,436	658.729	565.056	Ketenagalistrikan
2019	1.683.121	1.699.952	1,630	2.770.922	0,436	741.179	2.029.743	(https://gatrik.esdm.go.id/)
2020	1.540.665	1.556.072	1,630	2.536.397	0,436	678.447	1.857.950	** Grid Emission Factor
2021	972.727	982.454	1,630	1.601.400	0,436	428.350	1.173.050	(GEF) in Malaysia
2022	650.439	656.943	1,630	1.070.818	0,436	286.427	784.390	(https://meih.st.gov.my/)
Rata-rata				1.646.136		550.617	1.095.519	

Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi proyek bertujuan untuk memastikan bahwa sumber daya yang terbatas dialokasikan secara efisien dan investasi yang dilakukan membawa manfaat bagi negara serta meningkatkan kesejahteraan warganya. Analisis Finansial atau Evaluasi Keuangan menilai proyek dari sudut pandang entitas atau organisasi yang menjalankan proyek, berfokus pada arus kas, pendapatan dan biaya. Tujuannya adalah untuk memastikan proyek menguntungkan dan berkelanjutan secara finansial bagi pemilik atau investor (ADB, 2017). Perbedaan nilai keuangan dan nilai ekonomi dalam proyek bisa disebabkan dari 2 faktor utama yaitu distorsi harga dan dampak yang tidak diperdagangkan di pasar (*non-marketed*). Distorsi harga antara lain terkait pajak, subsidi, atau monopoli dapat membuat harga pasar tidak mencerminkan nilai sebenarnya. Beberapa biaya dan manfaat, seperti dampak lingkungan atau sosial, tidak memiliki harga pasar dan harus dinilai dengan cara berbeda. Dengan demikian, evaluasi keuangan melihat aspek keuangan proyek, sedangkan analisis ekonomi mencakup perspektif yang lebih luas dengan mempertimbangkan faktor-faktor yang tidak selalu terlihat di pasar (ADB, 2017).

Beberapa metode dilakukan untuk mengevaluasi kelayakan investasi:

a. *Net Present Value* (NPV) digunakan untuk menghitung nilai bersih (*netto*) pada waktu sekarang (*present*). Asumsi *present* yaitu menjelaskan waktu awal perhitungan bertepatan dengan saat evaluasi dilakukan atau pada periode tahun ke-nol (0) dalam perhitungan *cash flow* investasi (Giatman, 2011).

$$NPV = PV - \text{investasi yang dibutuhkan} \quad (3)$$

$$= \sum_{t=0}^n \frac{(C)t}{(1+i)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{(C_0)t}{(1+i)^t}$$

dimana NPV adalah nilai sekarang bersih, (C)t adalah arus kas masuk tahun ke-t, (C₀)t adalah arus kas keluar tahun ke-t, n adalah umur unit usaha, i adalah suku bunga (*discount rate*), % dan t waktu, tahun.

b. *Internal Rate of Return* (IRR)

Merupakan tingkat bunga yang dibutuhkan agar investasi menghasilkan cukup uang untuk menutup seluruh biaya investasi pada akhir periode investasi (Donald, 2011). Bisa juga diartikan tingkat pengembalian proyek juga merupakan tingkat bunga dengan nilai proyek NPV sama dengan nol (Brealey et al, 2007).

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} (i_2 - i_1) \quad (4)$$

Economic Internal Rate of Return (EIRR) atau tingkat pengembalian secara ekonomi pada proyek ini dihitung untuk membandingkan manfaat keekonomian dengan biaya ekonomi dalam kondisi aktual pada penyelesaian proyek (ADB, 2017).

Adapun beberapa parameter dalam analisis ekonomi pada *West Kalimantan Power Grid Strengthening Project* ini ditentukan sebagai berikut:

- EIRR dihitung berdasarkan harga konstan tahun 2021, dalam mata uang dolar dengan harga internasional sebagai referensi.
- *Non-tradable benefits and costs* disesuaikan dengan faktor konversi standar (*standard conversion factor*) sebesar 98,1% yang mempertimbangkan biaya ekspor, impor, pajak dan bea masuk.
- Umur ekonomi proyek diasumsikan selama 15 tahun, proyek pembangunan infrastruktur jalur transmisi ini berdasarkan dokumen kelayakan proyek, direncanakan selama 50 tahun. PLN memproyeksikan pembangkit tenaga batu bara (PLTU) akan memasok Kalimantan Barat setelah tahun 2029, dan jalur transmisi tidak akan digunakan lagi. Selain itu, kemungkinan sistem tenaga listrik Syarikat SESCO tidak lagi memiliki kapasitas berlebih pada tahun 2030.

Variabel data perhitungan Biaya Ekonomi antara

lain:

- a. Biaya ekonomi (*economic capital cost*) proyek diperoleh dari biaya keuangan aktual dengan

mengurangi biaya pembiayaan (*financial charges*), seperti bunga selama konstruksi (*Interest During Construction - IDC*) dan pajak serta bea (*tax and duties*) dari biaya keuangan seperti terdapat pada Tabel 3.

- b. Upah pasar dari tenaga kerja lokal yang digunakan dalam proyek diasumsikan sebagai upah ekonomi. Oleh karena itu, hanya komponen tenaga kerja lokal dalam biaya modal yang disesuaikan dengan faktor konversi standar. Selain tenaga kerja, tidak ada biaya yang tidak dapat diperdagangkan (*non-tradable*).
- c. Biaya operasi dan pemeliharaan proyek dihitung berdasarkan 1% dari biaya modal keuangan.
- d. Biaya ekonomi proyek juga mencakup biaya listrik yang dibeli (impor) dari Syarikat SESCO Berhad, berdasarkan harga dalam perjanjian perdagangan listrik (*Power Exchange Agreement*).
- e. Sesuai data dari PLN, rugi-rugi (*losses*) pada sistem berkisar antara 11,5% hingga 13,5% selama periode 2016-2021, setelah itu kerugian sistem diasumsikan sebesar 11%.
- f. Mulai tahun 2021, biaya rata-rata listrik yang dibeli adalah 0,3329 ringgit per kWh, dengan

campuran pembangkit listrik di Sarawak sekitar 57% dari hidro, 18% dari batu bara, 24% dari gas dan 1% dari minyak bakar ringan. Dampak lingkungan dari listrik yang diimpor termasuk sebagai biaya ekonomi.

- g. Faktor emisi untuk listrik yang dibeli sebesar 235 gram CO₂ per kWh.

Dari perhitungan yang dilakukan, tingkat pengembalian internal ekonomi (*Economic Internal Rate of Return - EIRR*) untuk proyek ini adalah sebesar 92,1%, dan nilai sekarang bersih ekonomi (*ENPV - Economic Net Present Value*) yang didiskontokan pada tingkat diskonto 12% dalam nilai riil adalah \$224,7 juta sesuai dengan perhitungan pada Tabel 4.

Perbedaan dalam EIRR adalah karena pembelian listrik aktual yang lebih besar di tahun-tahun awal dibandingkan dengan perkiraan saat penilaian. Mengingat EIRR yang tinggi dan penghematan biaya sumber daya merupakan satu-satunya variabel kunci yang memiliki dampak signifikan pada EIRR dengan biaya modal (*capital cost*) adalah aktual, biaya pembelian listrik adalah kontraktual dan biaya serta manfaat lainnya relatif kecil, sehingga tidak dilakukan analisis sensitivitas untuk memberikan penilaian ketidakpastian terhadap EIRR.

Tabel 3. Biaya Proyek *West Kalimantan Power Grid Project*

Description	Financier										
	ADB		AFD		CEFPF		PLN		GOV		Total
A. Investment	Million USD	(%)	Million USD	(%)	Million USD	(%)	Million USD	(%)	Million USD	(%)	Million USD
1. Civil Works	16.14	48.7	10.80	32.6	-	-	6.21	18.7	-	-	33.15
2. Equipment	31.76	49.4	27.10	42.2	-	-	5.37	8.4	-	-	64.22
3. Environment and Social Mitigation	-	-	-	-	-	-	24.08	100	-	-	24,08
4. Consultants	0.86	23.3	0.86	23.3	-	-	1.98	53.4	-	-	3,70
Subtotal A	48.76	39.0	38.76	31.0	0.00	0.00	37.64	30.1	0.00	0.00	125,15
A. Access to Energy					1.66	100					
Subtotal (B)					1.66	100					1.66
C. Contingencies	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Subtotal (C)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D. Financial Charge During Implementation											
1. Commitment charge	-	-	-	-	-	-	0,22	-	-	-	0,22
2. Interest During Construction (IDC)	-	-	-	-	-	-	13.49	-	-	-	13.49
Subtotal (D)	-	-	-	-	-	-	13.71	100	-	-	13.71
Total Project Cost (A+B+C+D)	48.76	34,7	38.76	27.6	1.66	1.2	51.35	36.5	-	-	140,53
Tax	-	-	-	-	-	-	1,19	9.5	11.32	90.6	12.50
Grand Total	48,76	31.9	38,76	25.3	1.66	1.1	52.54	34.3	11.32	7.4	153.04

Tabel 4. *Economic Internal Rate of Return West Kalimantan Power Grid Project*

No.	Year	Transmissi on Line Capacity (MW)	Electricity Purchased (GWh)	System Losses (%)	Energy Sales				Economic Costs					Economic Benefit				Net Economic Benefit (\$ millions)				
					Incremental		Non-incremental	Total	Capital Cost	Project O&M Cost	Cost of Energy	Environmental Cost of Carbon	Total Cost	Resource Cost Savings	Willingness to Pay		Environmental Savings of Carbon		Total Benefit			
					Domestic	Non-domestic									Domestic	Non-domestic				(USD \$ millions)	(USD \$ millions)	
1	2013	-	-	-	-	-	-	-	0,2											0,0	(0,2)	
2	2014	-	-	-	-	-	-	-	44,5												0,0	(44,5)
3	2015	-	-	-	-	-	-	-	12,9													(12,8)
4	2016	230	683,5	14,3%	117,5	69,0	496,0	682,5	17,0			56,2	6,5	79,7	126,5	7,1	5,0	14,7	153,4	59,6	59,6	
5	2017	230	1106,3	13,9%	177,0	104,0	823,8	1104,7	14,9	0,3	87,5	10,7	113,5	215,8	10,7	7,6	24,9	259,0	128,8	128,8		
6	2018	230	1495,9	10,7%	236,3	138,8	1119,2	1494,3	19,8	0,4	124,8	14,8	159,8	268,9	14,3	10,1	34,6	327,9	130,8	130,8		
7	2019	230	1683,1	12,4%	351,9	206,7	1122,4	1681,0	19,9	0,4	136,7	17,0	174,0	275,5	21,3	15,0	35,3	347,2	173,4	173,4		
8	2020	230	1540,7	12,5%	262,3	154,1	1122,4	1538,7	4,4	0,7	119,9	15,8	140,8	219,9	15,9	11,2	36,1	283,0	(99,1)	(99,1)		
9	2021	230	763,7	12,5%	480,5	282,2	0,0	762,7	7,9	1,0	59,1	8,0	76,0	0,000	29,1	20,5	0,0	49,6	(37,3)	(37,3)		
10	2022	230	32,9	12,5%	20,7	12,2	0,0	32,9		0,0	2,5	0,4	2,9	0,000	1,2	0,9	0,0	2,1	(4,0)	(4,0)		
11	2023	230	40,8	12,5%	25,7	15,1	0,0	40,7		0,0	3,2	0,4	3,6	0,000	1,5	1,1	0,0	2,6	(0,5)	(0,5)		
12	2024	230	4,9	12,5%	3,1	1,8	0,0	4,9		0,0	0,4	0,1	0,4	0,000	0,19	0,1	0,0	0,3	(0,3)	(0,3)		
13	2025	230	2,7	12,5%	1,7	1,0	0,0	2,7		0,0	0,2	0,0	0,2	0,000	0,1	0,1	0,0	0,2	(0,7)	(0,7)		
14	2026	230	7,4	12,5%	4,7	2,7	0,0	7,4		0,0	0,6	0,1	0,7	0,000	0,3	0,2	0,0	0,5	(0,1)	(0,1)		
15	2027	230	1,1	12,5%	0,7	0,4	0,0	1,1		0,0	0,1	0,0	0,1	0,000	0,04	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0		
16	2028	230	0,0	12,5%	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
17	2029	230	0,3	12,5%	0,2	0,1	0,0	0,3		0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,011	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
18	2030	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,000	0,000	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
ENPV, 12%																				\$224,7		
EIRR																				92,07%		

KESIMPULAN

Dari analisis yang dilakukan dapat diambil kesimpulan antara lain yaitu:

- West Kalimantan Power Grid Strengthening Project* memberikan dampak berupa penurunan emisi karbon pada Sistem Khatulistiwa di Kalimantan Barat pada kurun tahun 2016-2022 dengan penurunan emisi rata-rata sebesar 1.095.519 tonCO₂ melebihi target dari *Design Monitoring Framework* Proyek sebesar 400 ribu tonCO₂e.
- Nilai *Economic Internal Rate of Return* – (*EIRR*) pada *West Kalimantan Power Grid Strengthening Project* dihitung sebesar 92,1%, dan nilai *ENPV - Economic Net Present Value* dengan tingkat diskonto 12% sebesar \$224,7 juta. Pada saat appraisal, nilai *EIRR* diestimasi sebesar 52% dan dengan *NPV* sebesar \$243 juta. Perbedaan utama nilai *EIRR* terletak pada pembelian listrik aktual yang lebih besar di tahun-tahun awal dibandingkan dengan perkiraan saat appraisal. Nilai *EIRR* yang tinggi menunjukkan tingkat efisiensi suatu proyek dalam menggunakan sumber dayanya untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Sesuai *ADB 2016 Guidelines for the Evaluation of Public Sector Operations*, proyek dengan nilai *EIRR* di atas 12% dikategorikan *Highly Efficient*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih terutama kami tujukan kepada PT PLN (Persero) yang telah memberikan saya kesempatan dengan mendanai untuk mengikuti Pendidikan Program Profesi Insinyur di Fakultas Teknik Universitas Diponegoro hingga terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Asian Development Bank. (2012). *Technical Assistance TA 6441-REG: Efficiency Improvement and Connectivity Strengthening in Archipelagic Southeast Asia Project*. Manila.
- Asian Development Bank. (2013). *Cost-Benefit Analysis for Development A Practical Guide*. Manila.
- Asian Development Bank. (2013). *Loan Agreement Strengthening West Kalimantan Power Grid Project*. Manila.
- Asian Development Bank. (2013). *Project Administration Manual - West Kalimantan Power Grid Strengthening Project*. Manila.
- Asian Development Bank. (2013). *Project Agreement Strengthening West Kalimantan Power Grid Project*. Manila.
- Asian Development Bank. (2013). *Report and Recommendation of the President to the Board of Directors - Proposed Loan and Administration of Loan and Grant Republic of Indonesia: West Kalimantan Power Grid Strengthening Project*. Manila.
- Asian Development Bank. (2016). *"Guidelines for the Evaluation of Public Sector Operations."* Independent Evaluation Department.
- Asian Development Bank. (2016). *Guidelines for the Evaluation of Public Sector Operations*. Manila
- Asian Development Bank. (2017). *Guidelines for the Economic Analysis of Projects*. Manila.
- Brealey, R.A., Myers, S.C., & Marcus, A.J. (2001). *Fundamentals of Corporate Finance Third Edition*. McGraw-Hill.
- Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan Kementerian ESDM. (2018). *Pedoman Penghitungan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca*.

- Giatman, M. (2007). *Ekonomi Teknik*. Jakarta: RajaGrafindo Persada.
- Kleanthis, N., Koutsandreas, D., Karaskota C., Doukas H., Flamos A. (2022). *Bridging the transparency gap in energy efficiency financing by co-designing an integrated assessment framework with involved actors.*
- Newnan, D. G., Eschenbach, T. G., & Lavelle, J. P. (2004). *Engineering economic analysis* (Vol. 1). Oxford University Press.
- PT PLN (Persero) (2019). Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPTL) 2019-2028.