

Analisis Pengaruh Pengelolaan Bahan Baku terhadap Efisiensi Biaya Operasional Pada PT. PLN (Persero)

**Alvy Mulyaning Tyas^{1*}, Nur Sayidah², Aminullah Assagaf³, Shanty Ratna Damayanti⁴,
Jajuk Suprijati⁵, Sutarmin⁶**

¹²³⁴⁵⁶Fakultas Ekonomi, Universitas Dr. Soetomo, Indonesia

Email: alvy.mulyaning@unitomo.ac.id

(tanda * menunjukkan koresponden author)

Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh tantangan keuangan yang dihadapi PT. PLN (Persero), terutama terkait dengan tingginya biaya operasional yang sebagian besar berasal dari pengelolaan bahan baku energi seperti batu bara dan gas. Ketergantungan pada pihak ketiga dalam pengadaan bahan baku memperburuk kondisi keuangan PLN, sehingga diperlukan solusi yang komprehensif. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh pengelolaan bahan baku terhadap efisiensi biaya operasional PT. PLN (Persero). Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang berfokus pada analisis regresi berganda, serta pengujian hipotesis menggunakan uji regresi linier berganda. Proporsi energi terbarukan (X1) memiliki koefisien sebesar 53,99 dengan tingkat signifikansi $p = 0,001$, yang berarti setiap peningkatan 1% dalam proporsi energi terbarukan akan meningkatkan efisiensi biaya operasional sebesar Rp 53,99/kWh. Biaya Pengadaan Bahan Baku (X2) memiliki pengaruh positif dengan koefisien sebesar 8,10, yang menunjukkan bahwa setiap kenaikan Rp 1 triliun dalam biaya pengadaan akan meningkatkan efisiensi biaya sebesar Rp 8,10/kWh, pengaruh ini sangat signifikan dengan $p < 0,001$, mencerminkan pentingnya pengelolaan pengadaan yang efektif untuk mendukung efisiensi operasional. Nilai persediaan bahan baku (X3) memiliki koefisien negatif sebesar -21,05, dengan tingkat signifikansi $p = 0,037$ yang berarti setiap peningkatan Rp 1 triliun dalam nilai persediaan akan menurunkan efisiensi biaya sebesar Rp 21,05/kWh, mengindikasikan bahwa persediaan yang berlebihan dapat menyebabkan inefisiensi. Biaya transportasi bahan baku (X4) memiliki koefisien negatif sebesar -14,67, yang menunjukkan bahwa setiap kenaikan Rp 1 triliun dalam biaya transportasi akan menurunkan efisiensi biaya sebesar Rp 14,67/kWh. Namun, pengaruh variabel ini tidak signifikan ($p = 0,356$), meskipun dampaknya tetap perlu diperhatikan dalam konteks pengelolaan logistik. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa transisi ke energi terbarukan, diversifikasi bahan baku, dan optimalisasi pengelolaan stok merupakan langkah kunci untuk meningkatkan efisiensi operasional PLN. Hasil penelitian ini diharapkan PT. PLN (Persero) mampu meningkatkan kemandirian dalam pengelolaan bahan baku dan mencapai efisiensi operasional yang signifikan.

Kata kunci: Pengelolaan Bahan Baku; Efisiensi; Biaya Operasional

The Effect of Raw Material Management on Operational Cost Efficiency: An Analysis of PT PLN (Persero)

Abstract

This study addresses the financial challenges faced by PT. PLN (Persero), particularly the high operational costs associated with managing energy raw materials such as coal and gas.

Dependence on third-party procurement exacerbates these issues, highlighting the need for comprehensive solutions. The research aims to analyze the impact of raw material management on operational cost efficiency. Using a quantitative approach and multiple linear regression analysis, the study reveals that the proportion of renewable energy (X1) significantly improves efficiency, with a coefficient of 53.99 and $p=0.001$, indicating that a 1% increase in renewable energy proportion enhances operational cost efficiency by Rp 53.99/kWh. Raw material procurement costs (X2) positively affect efficiency, with a coefficient of 8.10 ($p<0.001$), emphasizing the importance of effective procurement strategies. Conversely, the inventory value of raw materials (X3) negatively impacts efficiency, with a coefficient of -21.05 ($p=0.037$), suggesting that excessive inventory levels reduce efficiency. Although transportation costs (X4) show a negative coefficient of -14.67, their effect is statistically insignificant ($p=0.356$). Overall, the findings highlight the crucial role of transitioning to renewable energy, diversifying raw materials, and optimizing stock management in improving operational efficiency. These insights provide strategic directions for PT. PLN (Persero) to enhance independence in raw material management and achieve significant operational cost efficiencies.

Keywords: Raw Material Management; Efficiency; Operational Costs

Pendahuluan

Perusahaan Listrik Negara atau PLN telah mencapai perkembangan yang cukup pesat dilihat dari aspek jumlah pelanggan, daya terpasang pelanggan, penjualan kWh, kapasitas pembangkit, panjang jaringan transmisi distribusi, jumlah karyawan, sarana pendukung dan jumlah uang yang dikelola. Tetapi perkembangan ini disertai dengan fenomena kinerja keuangan PLN yang menunjukkan terjadinya kesenjangan atau *gap* yang serius antara kemampuan cash inflow dan kebutuhan cash outflow perusahaan. PLN mengalami *deficit cash flow* operasi. Kesenjangan *cash flow* tersebut berpengaruh terhadap kinerja keuangan yang ditandai dengan tingkat profitabilitas yang relatif kecil, tingkat likuiditas terbatas, dan struktur kapital atau *debt to equity ratio* yang semakin meningkat (Arfan & Trisninawati, 2023).

Berdasarkan laporan keuangan PT. PLN (www.pln.co.id) profitabilitas tahun 2017 hanya sebesar 1,8%, dan tingkat likuiditas sebesar 67,4%. Angka likuiditas ini menunjukkan bahwa PT. PLN dalam kondisi tidak likuid, karena liabilitas jangka pendek lebih besar dari asset lancar. Pada tahun 2017 terjadi peningkatan *debt to equity ratio* bila dibandingkan dengan tahun 2016, yaitu sebesar 55,5% dibanding 44,8%. Secara empiris, kesenjangan atau *gap* tersebut terjadi karena berbagai faktor yaitu: (a) terjadi *excess demand* terhadap *supply* tenaga listrikan yang ditandai dengan pertumbuhan konsumsi kWh dan penambahan pelanggan yang semakin meningkat dari waktu ke waktu. (b) *struktur cost* yang lebih besar dari struktur pendapatan, sehingga menyebabkan kerugian usaha (c) hilangnya *opportunity income* yang seharusnya menjadi peluang bagi PLN untuk meningkatkan kinerja keuangan dan memperkuat *cash flow* perusahaan. (d) belum mengoptimalkan pengembangan usaha anak perusahaan terutama disektor pembangkitan, sehingga pertumbuhannya sangat terbatas dibanding perusahaan pembangkit listrik milik swasta (Assagaf, 2014).

Kesenjangan antara kemampuan arus kas masuk dan kebutuhan arus kas keluar perusahaan semakin memperburuk situasi. Hal ini sebagian besar disebabkan oleh tingginya biaya operasional yang tidak sebanding dengan pendapatan, terutama karena struktur biaya bahan baku yang besar dan ketergantungan pada pihak ketiga dalam pengadaan energi. Dalam operasionalnya, PLN menghadapi tantangan signifikan terkait efisiensi biaya operasional, khususnya pada pengelolaan bahan baku energi seperti batu bara, gas, dan sumber energi lainnya yang digunakan untuk pembangkit listrik. Pengelolaan bahan baku ini sangat penting mengingat fluktuasi harga energi global, ketersediaan pasokan, dan biaya logistik yang semakin meningkat.

Saat ini, PLN masih bergantung pada pihak ketiga dalam pengadaan dan pengelolaan bahan baku energi. Ketergantungan ini mengakibatkan biaya operasional yang tinggi dan

potensi ketidakpastian pasokan yang dapat berdampak pada stabilitas penyediaan listrik nasional. Oleh karena itu, terdapat urgensi untuk meningkatkan kemandirian dalam pengelolaan bahan baku, dengan tujuan untuk menekan biaya operasional serta meningkatkan efisiensi dalam proses produksi energi listrik. PLN perlu mengambil langkah strategis untuk mengatasi permasalahan ini melalui kemandirian pengelolaan bahan baku dari hulu ke hilir. Dengan mengelola sumber daya secara mandiri, PLN dapat mengurangi biaya operasional, meningkatkan efisiensi, dan mengurangi ketergantungan pada subsidi pemerintah yang berisiko memperburuk kondisi keuangan jangka panjang. Penelitian ini fokus pada kajian terhadap pengelolaan bahan bakar untuk mencapai efisiensi biaya operasional PT. PLN (Persero).

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dalam menganalisis pengelolaan bahan baku. Secara kuantitatif, data terkait biaya operasional, proporsi energi terbarukan, biaya pengadaan bahan baku, nilai persediaan bahan baku, dan biaya transportasi akan dianalisis dengan metode statistik untuk mengidentifikasi potensi penghematan biaya operasional. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi faktor-faktor kunci yang mempengaruhi pengelolaan bahan baku dan biaya operasional, serta mengevaluasi keterkaitan antara keduanya secara sistematis.

Penelitian ini diawali dengan kajian atas faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja keuangan di PT. PLN PJB2 dan menyajikan *alternative* solusi untuk memperbaiki kinerja keuangan tersebut (Assagaf, 2014). Penelitian dilanjutkan dengan analisis atas kinerja keuangan di BUMN yang menerima subsidi pemerintah (Assagaf, 2017). Hasilnya menunjukkan bahwa subsidi pemerintah memiliki dampak negatif yang signifikan pada kinerja keuangan, yang berarti bahwa perusahaan milik negara sulit untuk mengelola perusahaan secara mandiri jika pemerintah terus memberikan subsidi atau modal tambahan.

Efek negatif subsidi menciptakan alokasi sumber daya yang tidak efisien (Widya et al., 2022). Peningkatan subsidi pemerintah dan hutang yang melebihi kemampuan likuiditas internal beberapa tahun terakhir dapat mengganggu kesehatan keuangan BUMN. Hutang yang semakin besar dapat mempengaruhi kualitas pengelolaan perusahaan. Optimalisasi pengelolaan BUMN perlu dilakukan dengan serangkaian kebijakan terpadu yang didukung oleh pemerintah melalui kementerian terkait sehingga dapat meningkatkan kinerja Perusahaan (Assagaf, 2017).

Selanjutnya, kinerja keuangan operasional di BUMN dan *financial distress* dikaji. Hasilnya menunjukkan bahwa kinerja keuangan operasional yang buruk memiliki pengaruh negatif terhadap *financial distress* (Gunawan et al., 2019). Pembuat kebijakan seharusnya mengendalikan kinerja keuangan operasional BUMN untuk meningkatkan kesehatan keuangannya dan secara perlahan memperbaiki kinerja keuangan. Peningkatan kinerja keuangan dapat dilakukan dengan beberapa kebijakan alternatif, seperti: (a) pengelolaan bahan bakar dari hulu ke hilir secara mandiri dengan skala ekonomis yang menyeluruh dalam jangka menengah, (b) restrukturisasi kontrak pembelian tenaga listrik dari listrik swasta untuk menyelamatkan *opportunity income* atau *cost saving*, (c) restrukturisasi tarif pada tingkat keekonomian melalui mekanisme penentuan tarif berbasis *marginal cost pricing*, dan (d) mengoptimalkan pengelolaan anak perusahaan melalui restrukturisasi kewenangan untuk pengelolaan perusahaan secara mandiri.

Biaya bahan bakar di PLN merupakan komponen biaya operasional terbesar dengan nilai Rp 136.5 triliun pada tahun 2012 atau 67% dari total biaya operasi sebesar Rp 203.1 triliun. PLN memiliki peluang untuk menghemat biaya operasi dengan melakukan diversifikasi vertikal melalui pengelolaan bahan bakar secara mandiri (Siahaan et al., 2020). Penguasaan sumber bahan bakar seperti tambang batu bara dan gas, serta kepemilikan sarana transportasi dan sarana penunjang lainnya, dapat dikelola oleh PLN sebagai unit atau satuan administrasi. Hal ini dimaksudkan untuk kemudahan proses administrasi, kecepatan pengambilan keputusan, kemudahan koordinasi pendanaan, dan penanganan operasional yang lebih praktis, sehingga lebih efektif dalam pencapaian efisiensi biaya dan mengurangi jumlah subsidi.

Pengelolaan bahan bakar secara mandiri bukan hal baru dalam bisnis ketenagalistrikan dan telah dipraktekkan di berbagai negara seperti EGAT di Thailand yang mengelola PLTU sekaligus tambang batu bara, EDF/GDF di Prancis sebagai perusahaan listrik dan gas dalam satu holding company, dan TNB di Malaysia yang memiliki tambang batu bara di Kalimantan serta sarana transportasi yang dikelola secara mandiri. PLN sudah melakukan langkah pengelolaan bisnis bahan bakar tetapi efektifitasnya berbeda dengan konsep pengelolaan bahan bakar di atas. Pengelolaan melalui anak perusahaan (AP) memiliki kelemahan seperti keterbatasan pendanaan karena terpisah dari struktural PLN, skala usaha yang relatif kecil atau sulit berkembang karena arus kas dikendalikan oleh manajemen keuangan PLN, kendala dalam proses pengadaan, dan kurang praktis dalam hal suplai kebutuhan bahan bakar unit PLN karena memerlukan mekanisme kontrak atau birokrasi administrasi sebagai perusahaan terpisah.

Jika pengelolaan bahan bakar dilakukan secara mandiri oleh PLN, administrasi akan lebih singkat dan transaksi keuangan hanya melalui nota buku antara unit. Strategi diversifikasi vertikal pengelolaan bahan bakar secara mandiri berpotensi menekan biaya variabel secara signifikan, sehingga semakin meningkat volume penjualan maka semakin menekan kerugian bahkan memperoleh margin positif. Biaya operasional yang tinggi, terutama untuk pembelian bahan bakar dan pemeliharaan jaringan listrik, berkontribusi terhadap beban keuangan perusahaan. Penelitian ini menyarankan beberapa implikasi kebijakan untuk memperbaiki kinerja keuangan PT. PLN melalui reformasi subsidi (Hendrocahyo & Lestari, 2022). Hasil penelitian lain menunjukkan identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja keuangan, seperti manajemen biaya, efisiensi operasional, dan strategi investasi. Studi ini menyarankan bahwa peningkatan efisiensi operasional dan optimalisasi struktur biaya dapat secara signifikan meningkatkan kinerja keuangan perusahaan listrik di Portugal (Maria et al., 2019).

Penelitian terdahulu telah mengkaji berbagai aspek terkait kinerja keuangan dan operasional PT. PLN, namun belum ada yang secara spesifik mengkaji pengelolaan bahan baku dan kebijakan operasional serta struktur biaya untuk mencapai efisiensi biaya operasional Perusahaan. Penelitian yang diusulkan ini menawarkan kebaruan dengan mengkaji secara mendalam pengelolaan bahan baku untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja keuangan PT. PLN (Persero). Pendekatan ini akan memberikan rekomendasi dalam pengelolaan bahan baku secara mandiri, optimalisasi proses bisnis inti, serta penyesuaian struktur biaya yang tepat. Salah satu solusi yang diusulkan adalah diversifikasi vertikal melalui pengelolaan bahan bakar secara mandiri, mulai dari penguasaan sumber bahan bakar seperti tambang batu bara dan gas, kepemilikan sarana transportasi, hingga sarana penunjang lainnya yang dikelola secara terpadu dalam satu unit operasional PLN. Strategi ini berpotensi untuk menekan biaya variabel dalam jumlah yang signifikan dan meningkatkan margin kontribusi perusahaan.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif untuk menganalisis aspek keuangan terkait dengan pengelolaan bahan baku secara mandiri oleh PT. PLN (Persero). Pendekatan ini bertujuan untuk memahami pengaruh pengelolaan bahan baku terhadap efisiensi biaya operasional. Data penelitian yang digunakan adalah data sekunder. Data sekunder diperoleh dari laporan keuangan PLN, laporan tahunan, serta statistik operasional terkait dengan konsumsi bahan baku dan biaya operasional dari tahun 2014 - 2023. Sumber data ini diakses dari situs resmi PLN (www.pln.co.id) dan laporan keuangan yang dipublikasikan. Metode ini mengidentifikasi struktur biaya PLN, khususnya terkait dengan biaya bahan baku (misalnya batu bara, gas, dan sumber energi lainnya). Fokus utama adalah menganalisis proporsi energi terbarukan, biaya pengadaan bahan baku, nilai persediaan bahan baku, dan biaya transportasi terhadap biaya operasional PT PLN. Selanjutnya menganalisis tren biaya, yaitu mengidentifikasi tren biaya bahan baku selama sepuluh tahun terakhir untuk mengetahui pola peningkatan atau penurunan biaya. Langkah selanjutnya yang dilakukan adalah uji korelasi dan uji regresi linier berganda untuk menganalisis hubungan antara biaya pengelolaan bahan baku dan efisiensi biaya operasional.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Tabel 1. Data Penelitian

Tahun	Efisiensi Biaya Operasional (Rp/kWh) (Y)	Proporsi Energi Terbarukan (%) (X1)	Biaya Pengadaan Bahan Baku (Triliun Rp) (X2)	Nilai Persediaan Bahan Baku (Triliun Rp) (X3)	Biaya Transportasi (Triliun Rp) (X4)
2014	2.611,61	6,4	170,48	11,6	27,50
2015	2.309,81	6,7	138,40	11,4	28,60
2016	2.137,89	7,7	109,49	11,5	29,70
2017	2.459,56	12,5	116,94	12,8	30,80
2018	2.702,06	16,6	137,26	15,5	31,90
2019	2.695,11	16,2	136,08	12,9	33,00
2020	2.653,29	18,1	106,01	10,2	34,10
2021	2.701,93	18,1	118,42	10,3	35,20
2022	2.875,90	19,6	151,37	17,5	36,30
2023	3.145,30	22	164,73	17,8	37,40

1. Analisis Tren

a. Efisiensi Biaya Operasional (Y)

Efisiensi biaya operasional menunjukkan tren yang fluktuatif namun secara keseluruhan meningkat selama periode 2014–2023. Pada awal periode, yaitu 2014 hingga 2016, terjadi penurunan efisiensi dari Rp 2.611,61/kWh menjadi Rp 2.137,89/kWh. Penurunan ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh turunnya biaya pengadaan bahan baku yang signifikan, meskipun proporsi energi terbarukan mulai meningkat meski masih relatif kecil. Pemulihan mulai terlihat pada 2017, dengan efisiensi biaya meningkat menjadi Rp 2.459,56/kWh, yang terus berlanjut hingga 2018 mencapai Rp 2.702,06/kWh. Lonjakan ini sejalan dengan peningkatan tajam proporsi energi terbarukan, yang menunjukkan bahwa upaya diversifikasi sumber energi mulai memberikan kontribusi positif terhadap efisiensi biaya operasional.

Namun, pada 2019 hingga 2020, terjadi stagnasi dan sedikit penurunan efisiensi ke Rp 2.653,29/kWh, yang kemungkinan disebabkan oleh fluktuasi nilai persediaan bahan baku dan penurunan biaya pengadaan ke level terendah selama periode penelitian. Tren positif kembali terlihat sejak 2021, dengan efisiensi biaya meningkat tajam hingga mencapai Rp 3.145,30/kWh pada 2023. Pertumbuhan signifikan ini didorong oleh peningkatan konsisten dalam proporsi energi terbarukan yang mencapai 22% pada 2023, serta pengelolaan nilai persediaan yang lebih optimal. Secara keseluruhan, tren jangka panjang ini menegaskan bahwa adopsi energi terbarukan dan manajemen sumber daya yang lebih baik berperan penting dalam meningkatkan efisiensi biaya operasional. Meskipun fluktuasi jangka pendek terjadi, dampak positif strategi ini terhadap efisiensi biaya terbukti konsisten

b. Proporsi Energi Terbarukan (X1)

Proporsi energi terbarukan menunjukkan tren peningkatan yang konsisten dari tahun 2014 hingga 2023. Pada awal periode, proporsi energi terbarukan relatif rendah, yaitu hanya 6,4% pada 2014. Peningkatan bertahap terjadi pada 2015 dan 2016, dengan masing-masing mencapai 6,7% dan 7,7%, menunjukkan upaya awal diversifikasi sumber energi meskipun dampaknya terhadap efisiensi biaya operasional masih terbatas. Lonjakan signifikan mulai terjadi pada 2017, saat proporsi energi terbarukan meningkat tajam menjadi 12,5%, yang terus berlanjut hingga 16,6% pada 2018. Periode ini menandakan pergeseran strategis yang lebih serius dalam pemanfaatan energi terbarukan sebagai salah satu komponen penting dalam sistem operasional.

Pada 2019 dan 2020, meskipun proporsi energi terbarukan masih berada pada tingkat yang tinggi, yaitu masing-masing 16,2% dan 18,1%, pertumbuhan terlihat melambat. Namun, mulai

tahun 2021 hingga 2023, proporsi energi terbarukan kembali menunjukkan kenaikan yang signifikan, mencapai 22% pada akhir periode. Kenaikan ini didukung oleh kebijakan yang lebih proaktif dalam mendukung pengembangan energi terbarukan, seperti peningkatan investasi dan pengelolaan sumber daya energi yang lebih efisien. Tren ini juga sejalan dengan komitmen global terhadap pengurangan emisi karbon, yang mendorong perusahaan untuk mengadopsi energi terbarukan dalam skala yang lebih besar.

Secara keseluruhan, tren kenaikan proporsi energi terbarukan mencerminkan perubahan strategis yang berkelanjutan dalam mendukung transisi energi bersih. Selain itu, kontribusi positifnya terhadap efisiensi biaya operasional terlihat semakin jelas pada tahun-tahun akhir, yang menunjukkan bahwa penggunaan energi terbarukan tidak hanya mendukung keberlanjutan lingkungan tetapi juga memberikan manfaat ekonomi yang signifikan.

c. Biaya Pengadaan Bahan Baku (X2)

Biaya pengadaan bahan baku menunjukkan tren yang fluktuatif selama periode 2014–2023, mencerminkan dinamika dalam pengelolaan pasokan bahan baku dan kondisi pasar. Pada 2014, biaya pengadaan mencapai Rp 170,48 triliun, menjadi nilai tertinggi selama periode penelitian. Namun, angka ini mengalami penurunan signifikan hingga mencapai Rp 109,49 triliun pada 2016, yang mencerminkan upaya efisiensi atau penyesuaian terhadap kondisi pasar yang mungkin lebih menguntungkan dalam hal biaya bahan baku. Penurunan ini bersamaan dengan fase penurunan efisiensi biaya operasional, yang mengindikasikan bahwa strategi pengadaan bahan baku belum sepenuhnya terintegrasi dengan optimalisasi efisiensi.

Setelah 2016, biaya pengadaan mulai menunjukkan tren pemulihan, naik menjadi Rp 116,94 triliun pada 2017 dan terus meningkat hingga Rp 137,26 triliun pada 2018. Periode ini bersamaan dengan lonjakan proporsi energi terbarukan, yang mungkin memerlukan biaya tambahan untuk integrasi sumber energi baru, meskipun memberikan dampak positif pada efisiensi biaya operasional secara keseluruhan. Pada 2019, biaya pengadaan sedikit menurun menjadi Rp 136,08 triliun, sebelum mencapai titik terendah kedua pada 2020 di Rp 106,01 triliun. Penurunan ini kemungkinan akibat kondisi eksternal, seperti pandemi COVID-19, yang memengaruhi rantai pasok global dan kebutuhan operasional perusahaan.

Pada 2021 hingga 2023, biaya pengadaan kembali meningkat secara konsisten, mencapai Rp 164,73 triliun pada 2023. Kenaikan ini mencerminkan peningkatan kebutuhan bahan baku yang selaras dengan pengembangan energi terbarukan dan pertumbuhan operasi perusahaan. Secara keseluruhan, meskipun biaya pengadaan bahan baku mengalami fluktuasi, tren jangka panjang menunjukkan upaya stabilisasi dan efisiensi dalam manajemen pengadaan. Hal ini penting untuk memastikan ketersediaan bahan baku yang mendukung efisiensi biaya operasional dan keberlanjutan operasional perusahaan.

d. Nilai Persediaan Bahan Baku (X3)

Nilai persediaan bahan baku menunjukkan tren yang cenderung fluktuatif selama periode 2014–2023, mencerminkan dinamika pengelolaan inventaris dan kebutuhan operasional perusahaan. Pada awal periode, yaitu 2014, nilai persediaan tercatat sebesar Rp 11,6 triliun, yang relatif stabil hingga 2016 dengan sedikit perubahan menjadi Rp 11,5 triliun. Selama periode ini, efisiensi biaya operasional mengalami penurunan, yang mungkin menunjukkan bahwa pengelolaan persediaan belum optimal dalam mendukung efisiensi operasional.

Pada 2017, nilai persediaan meningkat menjadi Rp 12,8 triliun, diikuti oleh kenaikan lebih lanjut menjadi Rp 15,5 triliun pada 2018. Peningkatan ini sejalan dengan lonjakan proporsi energi terbarukan, yang kemungkinan memerlukan penyesuaian dalam persediaan untuk mendukung transisi ke sumber energi baru. Namun, pada 2019, nilai persediaan kembali turun ke Rp 12,9 triliun sebelum mencapai titik terendah pada 2020, yaitu Rp 10,2 triliun. Penurunan ini mungkin disebabkan oleh dampak eksternal, seperti gangguan rantai pasok global selama pandemi COVID-19, yang memengaruhi ketersediaan bahan baku.

Mulai 2021, nilai persediaan kembali menunjukkan tren peningkatan, naik menjadi Rp 10,3 triliun, lalu melonjak signifikan pada 2022 dan 2023 masing-masing menjadi Rp 17,5 triliun dan

Rp 17,8 triliun. Peningkatan ini mencerminkan strategi manajemen persediaan yang lebih proaktif untuk mendukung kebutuhan bahan baku dalam skala operasi yang lebih besar dan adopsi energi terbarukan. Secara keseluruhan, tren ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat fluktuasi akibat faktor eksternal dan internal, pengelolaan persediaan yang lebih efisien menjadi kunci dalam memastikan kesinambungan operasi sekaligus mendukung efisiensi biaya operasional perusahaan.

e. Biaya Transportasi (X4)

Biaya transportasi bahan baku menunjukkan tren peningkatan yang konsisten selama periode 2014–2023, mencerminkan kebutuhan logistik yang terus meningkat seiring dengan perkembangan operasi perusahaan. Pada tahun 2014, biaya transportasi tercatat sebesar Rp 27,50 triliun, yang terus naik secara bertahap menjadi Rp 28,60 triliun pada 2015 dan Rp 29,70 triliun pada 2016. Peningkatan ini terjadi meskipun efisiensi biaya operasional menurun selama periode yang sama, menunjukkan bahwa biaya transportasi memberikan tekanan pada efisiensi operasional di tahun-tahun awal.

Pada 2017 hingga 2019, biaya transportasi terus meningkat dengan stabil, masing-masing menjadi Rp 30,80 triliun, Rp 31,90 triliun, dan Rp 33,00 triliun. Peningkatan ini sejalan dengan lonjakan dalam nilai persediaan bahan baku dan proporsi energi terbarukan, yang kemungkinan memerlukan penyesuaian logistik untuk mendukung transisi ke sumber energi baru dan kebutuhan bahan baku tambahan. Selama periode ini, meskipun biaya transportasi meningkat, efisiensi biaya operasional cenderung stagnan, mengindikasikan bahwa logistik masih menjadi tantangan dalam pengelolaan biaya.

Pada 2020 hingga 2023, biaya transportasi meningkat lebih signifikan, dari Rp 34,10 triliun pada 2020 menjadi Rp 37,40 triliun pada 2023. Periode ini mencerminkan lonjakan kebutuhan logistik seiring dengan pertumbuhan operasional yang lebih besar dan peningkatan proporsi energi terbarukan yang mencapai 22% pada 2023. Biaya transportasi yang lebih tinggi kemungkinan juga disebabkan oleh kenaikan harga bahan bakar dan tantangan distribusi yang lebih kompleks dalam memenuhi kebutuhan bahan baku di berbagai lokasi operasional.

Secara keseluruhan, tren peningkatan biaya transportasi mencerminkan pentingnya pengelolaan logistik yang lebih efisien dalam mendukung efisiensi biaya operasional. Meskipun biaya ini terus meningkat, dampaknya terhadap efisiensi dapat diminimalkan dengan strategi logistik yang lebih baik, seperti optimalisasi rute distribusi, diversifikasi moda transportasi, dan adopsi teknologi ramah lingkungan untuk mendukung keberlanjutan operasional perusahaan.

2. Hasil Uji Korelasi

Correlations						
		Efisiensi Biaya Operasional	Pengadaan Bahan	Nilai Persediaan	Biaya Transportasi	Energi terbarukan
Pearson Correlation	Efisiensi Biaya Operasional	1,000	0,557	0,675	0,794	0,836
	Pengadaan Bahan	0,557	1,000	0,590	0,041	0,039
	Nilai Persediaan	0,675	0,590	1,000	0,535	0,546
	Biaya Transportasi	0,794	0,041	0,535	1,000	0,963
	Energi terbarukan	0,836	0,039	0,546	0,963	1,000
Sig. (1-tailed)	Efisiensi Biaya Operasional	.	0,047	0,016	0,003	0,001
	Pengadaan Bahan	0,047	.	0,036	0,456	0,458
	Nilai Persediaan	0,016	0,036	.	0,055	0,051
	Biaya Transportasi	0,003	0,456	0,055	.	0,000
	Energi terbarukan	0,001	0,458	0,051	0,000	.
N	Efisiensi Biaya Operasional	10	10	10	10	10
	Pengadaan Bahan	10	10	10	10	10

	Nilai_Persediaan	10	10	10	10	10
	Biaya Transportasi	10	10	10	10	10
	Energi terbarukan	10	10	10	10	10

Hasil uji korelasi memberikan wawasan penting tentang hubungan antara variabel-variabel yang diteliti dalam kaitannya dengan efisiensi biaya operasional. Proporsi energi terbarukan (X1) memiliki korelasi positif yang sangat kuat dengan efisiensi biaya operasional (Y), dengan koefisien korelasi sebesar 0,836 ($p < 0,01$). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan penggunaan energi terbarukan cenderung berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan efisiensi biaya. Korelasi yang kuat ini mendukung peran strategis energi terbarukan dalam mendorong keberlanjutan dan efisiensi ekonomi.

Biaya pengadaan bahan baku (X2) juga memiliki korelasi positif dengan efisiensi biaya operasional, meskipun lebih rendah dibandingkan energi terbarukan, dengan koefisien sebesar 0,557 ($p < 0,05$). Hubungan ini mengindikasikan bahwa pengelolaan biaya pengadaan yang baik dapat mendukung efisiensi, meskipun dampaknya tidak sekuat energi terbarukan. Nilai persediaan bahan baku (X3) menunjukkan korelasi positif yang kuat dengan efisiensi biaya ($r = 0,675$, $p < 0,05$), yang menggambarkan bahwa persediaan yang dikelola dengan baik dapat berkontribusi terhadap operasional yang lebih efisien.

Biaya transportasi (X4) memiliki korelasi positif yang sangat kuat dengan efisiensi biaya ($r = 0,794$, $p < 0,01$), namun, tingginya korelasi ini juga mengindikasikan tekanan biaya logistik terhadap efisiensi operasional. Selain itu, hubungan antara variabel bebas juga menunjukkan adanya korelasi yang kuat, seperti antara biaya transportasi dan proporsi energi terbarukan ($r = 0,963$), yang mengindikasikan potensi multikolinieritas dalam model.

Hasil korelasi menunjukkan bahwa proporsi energi terbarukan merupakan variabel dengan pengaruh paling kuat terhadap efisiensi biaya operasional, diikuti oleh nilai persediaan, biaya transportasi, dan biaya pengadaan bahan baku. Hubungan positif ini menggarisbawahi pentingnya pengelolaan yang strategis dan terintegrasi untuk memaksimalkan efisiensi biaya operasional.

3. Hasil Uji Regresi Berganda

Hasil uji regresi memberikan pemahaman mendalam tentang pengaruh masing-masing variabel independen terhadap efisiensi biaya operasional (Y). Model regresi yang dihasilkan memiliki persamaan:

$$\text{Efisiensi Biaya Operasional} = 1.511,73 + 53,99X1 + 8,10X2 - 21,05X3 - 14,67X4 + \epsilon$$

Keterangan:

X1: Proporsi Energi Terbarukan (%)

X2: Biaya Pengadaan Bahan Baku (Triliun Rp)

X3: Nilai Persediaan Bahan Baku (Triliun Rp)

X4: Biaya Transportasi (Triliun Rp)

a. Uji F (Signifikansi Model)

		ANOVA ^a				
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	14444553338,636	4	3611138334,659	242,693	,000 ^b
	Residual	74397132,264	5	14879426,453		
	Total	14518950470,900	9			
a. Dependent Variable: Efisiensi Biaya Operasional						
b. Predictors: (Constant), Energi_terbarukan, Pengadaan_Bahan, Nilai_Persediaan, Biaya Transportasi						

Hasil uji F, keseluruhan variabel signifikan dengan nilai F sebesar 242,69 dengan tingkat signifikan 0,000, menunjukkan bahwa variabel independen secara bersama-sama mempengaruhi efisiensi biaya operasional.

b. Uji t

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1511,739	360,362		4,195	,009
	Energi terbarukan	53,992	8,576	1,091	6,296	,001
	Pengadaan bahan	8,106	,783	,644	10,354	,000
	Persediaan	-21,053	7,444	-,210	-2,828	,037
	Biaya transport	-14,674	14,433	-,173	-1,017	,356

a. Dependent Variable: Efisiensi_Biaya

Hasil Uji t, proporsi energi terbarukan (X1) memiliki pengaruh positif yang signifikan terhadap efisiensi biaya operasional ($\beta = 1,091$, $p = 0,001$). Hal ini menegaskan bahwa peningkatan penggunaan energi terbarukan secara konsisten meningkatkan efisiensi biaya. Biaya pengadaan bahan baku (X2) juga memberikan pengaruh positif yang signifikan ($\beta = 0,644$, $p = 0,000$), yang menunjukkan bahwa pengelolaan pengadaan yang efektif dapat mendukung efisiensi biaya. Sebaliknya, nilai persediaan bahan baku (X3) memiliki pengaruh negatif yang signifikan ($\beta = -0,210$, $p = 0,037$), menandakan bahwa persediaan yang terlalu tinggi dapat menurunkan efisiensi, akibat biaya penyimpanan atau kerugian lainnya. Biaya transportasi (X4), meskipun memiliki koefisien negatif ($\beta = -0,173$), tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap efisiensi biaya operasional ($p = 0,356$).

c. Koefisien Determinasi (R-Square)

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,995 ^a	,990	,981	38,58884

a. Predictors: (Constant), Biaya_transport, Pengadaan_bahan, Persediaan, Energi_terbarukan
 b. Dependent Variable: Efisiensi_Biaya

Nilai Adjust R-Square sebesar 0,981 menunjukkan bahwa 98,1% variasi dalam efisiensi biaya operasional dapat dijelaskan oleh variabel independen (X1, X2, X3, X4). Sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar model.

d. Koefisien Regresi dan Signifikansi

Proporsi Energi Terbarukan (X1): Proporsi energi terbarukan (X1) memiliki koefisien sebesar 53,99, yang berarti setiap peningkatan 1% dalam proporsi energi terbarukan akan meningkatkan efisiensi biaya operasional sebesar Rp 53,99/kWh. Pengaruh ini signifikan secara statistik ($p = 0,001$), menegaskan bahwa penggunaan energi terbarukan secara konsisten memberikan dampak positif terhadap efisiensi biaya.

Biaya Pengadaan Bahan Baku (X2): Memiliki pengaruh positif dengan koefisien sebesar 8,10, yang menunjukkan bahwa setiap kenaikan Rp 1 triliun dalam biaya pengadaan akan meningkatkan efisiensi biaya sebesar Rp 8,10/kWh. Pengaruh ini sangat signifikan ($p < 0,001$),

mencerminkan pentingnya pengelolaan pengadaan yang efektif untuk mendukung efisiensi operasional.

Nilai Persediaan Bahan Baku (X3): Nilai persediaan bahan baku (X3) memiliki koefisien negatif sebesar -21,05, yang berarti setiap peningkatan Rp 1 triliun dalam nilai persediaan akan menurunkan efisiensi biaya sebesar Rp 21,05/kWh. Pengaruh negatif ini signifikan secara statistik ($p = 0,037$), mengindikasikan bahwa persediaan yang berlebihan dapat menyebabkan inefisiensi, kemungkinan akibat biaya penyimpanan yang tinggi atau pengelolaan inventaris yang kurang optimal.

Biaya Transportasi (X4): biaya transportasi bahan baku (X4) memiliki koefisien negatif sebesar -14,67, yang menunjukkan bahwa setiap kenaikan Rp 1 triliun dalam biaya transportasi akan menurunkan efisiensi biaya sebesar Rp 14,67/kWh. Namun, pengaruh variabel ini tidak signifikan ($p = 0,356$), meskipun dampaknya tetap perlu diperhatikan dalam konteks pengelolaan logistik.

Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa efisiensi biaya operasional perusahaan sangat dipengaruhi oleh proporsi energi terbarukan, biaya pengadaan bahan baku, nilai persediaan bahan baku, dan biaya transportasi. Proporsi energi terbarukan memiliki pengaruh positif yang paling signifikan, mencerminkan pentingnya transisi menuju energi bersih untuk meningkatkan efisiensi operasional, sebagaimana didukung oleh studi terbaru yang menunjukkan bahwa adopsi energi terbarukan tidak hanya mengurangi emisi karbon tetapi juga menurunkan biaya operasional jangka panjang (IEA, 2023). Biaya pengadaan bahan baku juga memberikan kontribusi positif yang signifikan terhadap efisiensi, menekankan pentingnya pengelolaan rantai pasok yang strategis dalam menciptakan nilai operasional. Namun, nilai persediaan bahan baku memiliki pengaruh negatif signifikan, yang sesuai dengan temuan Chen et al. (2021) bahwa kelebihan persediaan dapat meningkatkan biaya penyimpanan dan risiko penurunan nilai bahan baku. Sementara itu, biaya transportasi, meskipun tidak signifikan secara statistik dalam penelitian ini, tetap memiliki dampak negatif, sejalan dengan pandangan bahwa biaya logistik yang tinggi dapat menghambat efisiensi, terutama di sektor energi (Wang et al., 2020). Secara keseluruhan, hasil ini menggarisbawahi perlunya strategi holistik dalam pengelolaan sumber daya energi dan logistik, dengan fokus pada penguatan integrasi energi terbarukan dan efisiensi rantai pasok. Dengan mengoptimalkan variabel-variabel kunci ini, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi biaya operasional sekaligus mendukung keberlanjutan lingkungan dan ekonomi. Interpretasi ini memberikan panduan yang relevan bagi perusahaan dan pembuat kebijakan dalam menghadapi tantangan transisi energi dan pengelolaan operasional di era modern.

Penelitian ini menegaskan bahwa transisi ke energi terbarukan, diversifikasi bahan baku, dan optimalisasi pengelolaan stok merupakan upaya yang bisa dilakukan untuk meningkatkan efisiensi operasional PLN. Dengan dukungan kebijakan pemerintah dan investasi pada teknologi energi hijau, PLN dapat memperkuat daya saing sekaligus mendukung keberlanjutan energi di Indonesia. Selain itu, upaya peningkatan efisiensi biaya operasional juga memerlukan kolaborasi strategis antara PLN dan pemangku kepentingan lainnya, termasuk pemerintah dan sektor swasta. Kebijakan subsidi dan insentif untuk investasi dalam energi terbarukan dapat mempercepat adopsi teknologi hijau dan mengurangi beban biaya awal, sebagaimana diuraikan oleh (Pambudi et al., 2023). Sebagai contoh, investasi pada pembangkit listrik tenaga surya dan angin yang lebih terjangkau di masa depan dapat meningkatkan porsi energi hijau tanpa membebani biaya operasional.

Pengelolaan stok bahan baku berbasis data besar (big data) dapat mendukung prediksi kebutuhan bahan baku secara lebih akurat. Teknologi seperti IoT (Internet of Things) juga dapat diterapkan untuk memantau persediaan secara real-time, mengurangi risiko kelebihan atau kekurangan stok yang dapat memengaruhi efisiensi biaya. PLN dapat memanfaatkan inovasi ini untuk memperkuat daya saing dan memastikan operasional yang lebih efektif.

Penelitian ini memberikan landasan bagi PLN untuk melanjutkan transformasi dalam pengelolaan bahan baku dan efisiensi operasional. Dengan memperhatikan dinamika pasar energi global dan memanfaatkan potensi lokal, PLN tidak hanya dapat mencapai efisiensi biaya yang lebih baik, tetapi juga mendukung transisi energi yang berkelanjutan sesuai target net zero emissions pada 2060. Hasil penelitian ini relevan untuk strategi jangka panjang PLN dalam mencapai efisiensi operasional yang optimal dan keberlanjutan energi di tingkat nasional. Selain aspek operasional, perlu pendekatan holistik dalam mendukung kemandirian energi, termasuk penguatan investasi pada riset dan pengembangan (R&D). Pengembangan teknologi lokal untuk memanfaatkan sumber energi terbarukan seperti tenaga air, panas bumi, dan biomassa dapat mengurangi ketergantungan pada teknologi impor, yang sering kali mahal dan membutuhkan waktu adaptasi yang panjang. Laporan IEA (2023) menegaskan bahwa negara yang berinvestasi pada inovasi energi lokal cenderung memiliki daya saing yang lebih tinggi dalam pasar energi global.

Penelitian ini menyoroti pentingnya kolaborasi antara PT PLN dan pemangku kepentingan lainnya, termasuk pemerintah dan sektor swasta, untuk mendukung kemandirian energi dan keberlanjutan operasional. Pemerintah dapat memainkan peran strategis melalui penyediaan insentif fiskal dan subsidi untuk mempercepat adopsi energi terbarukan, seperti yang telah dilakukan di banyak negara maju dan berkembang. Misalnya, insentif pajak untuk investasi pada pembangkit listrik tenaga surya, angin, dan geothermal dapat mendorong PLN untuk meningkatkan proporsi energi hijau lebih cepat.

Sektor swasta dapat berkontribusi melalui skema pembiayaan inovatif, seperti obligasi hijau (green bonds) dan pembiayaan berbasis hasil (result-based financing), yang tidak hanya mendukung transisi energi tetapi juga mengurangi tekanan pada anggaran perusahaan. Studi (Kurniawan et al., 2022) menunjukkan bahwa pembiayaan hijau telah menjadi instrumen penting dalam mendukung proyek energi terbarukan di negara-negara berkembang. Pengelolaan rantai pasok yang lebih modern dan efisien harus menjadi prioritas untuk mendukung efisiensi biaya operasional PLN. Teknologi seperti big data dan kecerdasan buatan (AI) dapat digunakan untuk menganalisis tren kebutuhan bahan baku, memprediksi fluktuasi harga, dan mengoptimalkan jadwal pengadaan serta distribusi. (Havle & Dursun, 2019) menegaskan bahwa adopsi teknologi berbasis data dapat meningkatkan efisiensi hingga 30% dalam industri energi. PLN dapat memanfaatkan teknologi ini untuk menciptakan sistem yang lebih responsif terhadap dinamika pasar.

Kemandirian pengelolaan bahan baku yang terintegrasi dengan strategi keberlanjutan adalah untuk memastikan efisiensi biaya operasional yang berkelanjutan. Melalui langkah-langkah strategis seperti akselerasi transisi energi hijau, diversifikasi bahan baku, penerapan teknologi modern dalam manajemen logistik, serta dukungan kebijakan pemerintah dan pembiayaan inovatif, PLN dapat meningkatkan daya saingnya sekaligus mendukung pencapaian target net zero emissions pada tahun 2060. Dengan pendekatan ini, PLN dapat mengukuhkan posisinya sebagai tulang punggung energi nasional yang berdaya saing global dan berkelanjutan.

Simpulan

Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa efisiensi biaya operasional perusahaan sangat dipengaruhi oleh proporsi energi terbarukan, biaya pengadaan bahan baku, nilai persediaan bahan baku, dan biaya transportasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan proporsi energi terbarukan memberikan dampak positif yang signifikan terhadap efisiensi biaya, mendukung hipotesis bahwa transisi energi bersih menjadi elemen kunci dalam pengelolaan operasional yang efisien. Selain itu, biaya pengadaan bahan baku juga memiliki pengaruh positif signifikan, menandakan pentingnya pengelolaan rantai pasok yang strategis. Sebaliknya, nilai persediaan bahan baku berpengaruh negatif terhadap efisiensi,

mengindikasikan perlunya optimalisasi manajemen inventaris untuk mengurangi inefisiensi. Meskipun biaya transportasi tidak signifikan secara statistik, perannya tetap penting dalam konteks logistik operasional. Temuan ini sejalan dengan tujuan penelitian untuk mengevaluasi faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi biaya operasional dan memberikan kontribusi ilmiah terhadap literatur pengelolaan energi dan rantai pasok.

Sebagai implikasi praktis, penelitian ini menyarankan perusahaan untuk memperkuat integrasi energi terbarukan, mengadopsi teknologi berbasis data dalam manajemen rantai pasok, dan meningkatkan efisiensi logistik untuk mengurangi dampak biaya transportasi. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk mengeksplorasi pengaruh teknologi canggih, seperti analitik prediktif dan otomasi, dalam meningkatkan efisiensi biaya, serta memperluas analisis ke sektor lain yang memiliki kompleksitas operasional serupa. Hal ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih luas tentang strategi pengelolaan sumber daya yang mendukung efisiensi dan keberlanjutan jangka panjang.

Daftar Pustaka

- Arfan, M., & Trisninawati, T. (2023). Pengaruh Knowledge Sharing dan Kompetensi Terhadap Kinerja Karyawan di PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pengendalian Pembangkit Bengkulu. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 23(1), 65. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v23i1.2746>
- Assagaf, A. (2014). Influence Policy and Fitness State Electricity Company (PLN) Investment Business Generation. *Influence Policy and Fitness State Electricity Company (PLN) Investment Business Generation*, 3(5), 234–242.
- Assagaf, A. (2017). Subsidy Government Tax Effect and Management of Financial Distress State Owned Enterprises - Case Study Sector of Energy, Mines and Transportation. *International Journal of Economic Research*, 14(7).
- Gunawan, A. W., Assagaf, A., Sayidah, N., & Mulyaningtyas, A. (2019). Financial Distress di BUMN dan Faktor-faktor Yang Mempengaruhi. *Ekuitas: Jurnal Ekonomi Dan Keuangan*, 3(2), 226–243.
- Havle, B. B., & Dursun, M. (2019). Digital Transformation In Energy Industry: A Literature Review for Future Studies. *2019 3rd International Conference on Data Science and Business Analytics (ICDSBA)*, 166–170. <https://doi.org/10.1109/ICDSBA48748.2019.00043>
- Hendrocahyo, H., & Lestari, K. (2022). Understanding the Financial Performance of PT PLN (Persero): A Narrative on State-Owned Enterprise (SOE) with a Mandate of Electricity in Indonesia. *Binus Business Review: Management, Accounting and Hospitality Management*, 13(3), 241–258. <https://doi.org/10.21512/bbr.v13i3.7883>
- Kurniawan, I., Ichwani, R., Fionasari, R., Batubara, A., & Huda, A. (2022). Indonesia's Renewable Energy Outlook: What to Expect in The Future Renewable Energy of Indonesia. A Brief Review. *Elkawnie: Journal of Islamic Science and Technology*, 8(2), 298–313.
- Maria, E., Duarte, N., Henriques, C., & Vilas, J. (2019). Financial performance assessment of electricity companies: evidence from Portugal. *Operational Research*, 21(4), 2809–2857. <https://doi.org/10.1007/S12351-019-00504-1>
- Pambudi, N. A., Firdaus, R. A., Rizkiana, R., Ulfa, D. K., Salsabila, M. S., Suharno, & Sukatiman. (2023). Renewable Energy in Indonesia: Current Status, Potential, and Future Development. In *Sustainability* (Vol. 15, Issue 3). <https://doi.org/10.3390/su15032342>
- Siahaan, T., Nazaruddin, & Sadalia, I. (2020). The Effect of Supply Chain Management on Competitive Advantage and Operation Organization Performance at PT PLN (Persero). *International Journal of Research*, 7(4), 80–87.
- Widya, W., Harahap, S., Elidawati, E., & Goh, T. S. (2022). Financial performance analysis using economic value added, financial value added, and return on asset in PT. Buana. *Atma Jaya Accounting Research*, 5(02), 226–241. <https://doi.org/10.35129/ajar.v5i02.342>