

BAB 1

PENDAHULUAN

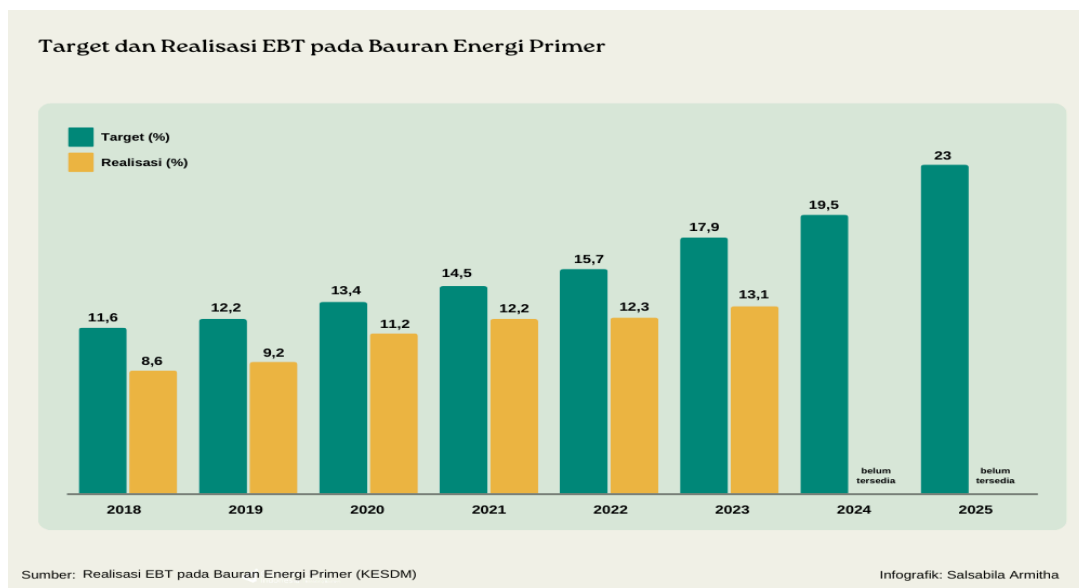
1.1 Latar Belakang

Menurut data Kementerian ESDM, konsumsi energi di Indonesia pada tahun 2023 masih didominasi oleh energi fosil dengan porsi sekitar 80%, terdiri dari 40,46% batu bara, 30,18% minyak bumi, dan 16,28% gas alam. Sementara itu, kontribusi energi baru terbarukan (EBT) baru mencapai 13,09% dari total bauran energi. Pada tahun 2024, Indonesia memproduksi batu bara sebesar 836 juta ton, dengan 233 juta ton digunakan untuk kebutuhan domestik dan 555 juta ton diekspor, menjadikan Indonesia salah satu pemasok batu bara utama dunia. Di sektor industri, banyak perusahaan menggunakan mesin boiler sebagai sumber energi untuk kegiatan operasional maupun produksi. Boiler merupakan perangkat yang mengubah air menjadi uap guna menggerakkan turbin dan menghasilkan listrik, yang dapat ditenagai oleh berbagai jenis bahan bakar seperti solar industri, batu bara, maupun biomassa yang lebih ramah lingkungan. Namun, penggunaan batu bara sebagai bahan bakar pembangkit listrik memberikan dampak lingkungan yang signifikan, di mana setiap ton batu bara menghasilkan emisi 30,861 kg CO₂-ek, 0,034 kg PO₄-ek, dan 33,097 kg SO₂-ek. Dampak terbesar terjadi pada tahap Material Removal, dengan emisi 23,102 kg CO₂-ek, 0,026 kg PO₄-ek, dan 25,642 kg SO₂-ek per ton batu bara. Dapat dibayangkan jika efek yang ditimbulkan oleh batu bara terus menerus akan mengakibatkan pemanasan global, dampak lingkungan di sekitar pabrik produksi serta dapat meningkatkan biaya operasional, maka dari itu penggunaan bahan bakar yang ramah lingkungan dapat

mempengaruhi efisiensi proses produksi di bagian cost energi yang digunakan, dengan rendahnya biaya operasional diharapkan dapat meningkatkan laba perusahaan (Muhammad Daffa Nugraha, 2024). Artikel penelitian dari Lahope (2024), melalui Kebijakan Energi Nasional (KEN), Pemerintah Indonesia menargetkan agar porsi energi baru dan terbarukan mencapai 23% pada tahun 2025. Target ini ditetapkan karena Indonesia masih termasuk salah satu konsumen energi fosil terbesar di Asia Tenggara, sementara pemanfaatan energi terbarukan masih tergolong rendah. Peningkatan kualitas hidup masyarakat perlu didukung dengan pengembangan energi terbarukan untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Indonesia memiliki berbagai sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan siap dimanfaatkan, sehingga penggunaan energi terbarukan yang lebih luas diyakini dapat berkontribusi pada peningkatan kesejahteraan masyarakat (Bosman, 2024).

Seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk, kebutuhan listrik di Indonesia terus meningkat sehingga pemanfaatan Energi Baru Terbarukan (EBT) seperti panas bumi, angin, dan biomassa menjadi semakin penting. Namun, menurut laporan Menteri ESDM, pencapaian EBT masih belum sesuai target, dengan realisasi energi angin sebesar 82,76%, panas bumi 25,31%, dan biomassa baru 4,92% (Adistia et al. 2020). Biomassa kini menjadi salah satu sumber energi terbarukan yang berperan penting dalam mendukung transisi energi global sebagai alternatif berkelanjutan pengganti bahan bakar fosil. Pemanfaatannya tidak hanya berkontribusi pada pengurangan emisi gas rumah kaca melalui konsep karbon netral, tetapi juga menawarkan solusi dalam pengelolaan limbah organik secara lebih efektif. Berbagai

teknologi konversi, seperti pembakaran langsung, gasifikasi, pirolisis, hingga fermentasi anaerobik, telah dimanfaatkan untuk mengubah biomassa menjadi energi dalam bentuk listrik, panas, maupun bahan bakar transportasi. Menurut Murwani Dewi Wijayanti, pengembangan biomassa saat ini diarahkan untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil, karena biomassa dinilai lebih ramah lingkungan sekaligus mampu menekan dampak negatif dari limbah pertanian yang belum sepenuhnya tertangani. Penggunaan biomassa jauh lebih ramah lingkungan daripada menggunakan bahan bakar fosil, karena masing masing daerah ataupun negara memiliki biomassa dan teknologi tersendiri untuk mengolah biomassa menjadi energi terbarukan (Luthfi Parinduri, Taufik Parinduri, 2022)



Gambar 1.1.1 Sumber : Kementerian ESDM

Indonesia tengah giat mengembangkan energi baru terbarukan (EBT) guna mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil serta mewujudkan target bauran

energi hijau. Potensi EBT nasional sangat besar, meliputi panas bumi sebesar 23,9 GW, tenaga surya 207,8 GW, dan biomassa 32,6 GW, namun realisasi pemanfaatannya masih rendah. Hingga 2023, kontribusi EBT baru sekitar 13% dari bauran energi, jauh di bawah target 23% pada 2025. Hambatan utama mencakup keterbatasan infrastruktur, regulasi yang belum mendukung optimal, serta minimnya investasi. Meski demikian, proyek-proyek seperti PLTS Terapung Cirata (145 MW) dan pemanfaatan biomassa dari limbah kelapa sawit menunjukkan perkembangan positif. Pemerintah menargetkan EBT mencapai 31% pada 2030 dan net zero emission 2060, dengan prioritas pada bioenergi, tenaga surya, dan hidrogen hijau. Strategi penting yang ditempuh adalah co-firing biomassa di PLTU batubara serta percepatan pembangunan energi surya. Namun, biaya investasi tinggi, disparitas geografis, dan ketergantungan pada teknologi impor masih menjadi kendala. Oleh karena itu, dukungan kebijakan berupa insentif fiskal serta kolaborasi internasional, seperti dengan Norwegia dan Jepang, sangat diperlukan untuk mendorong pencapaian target sekaligus memperkuat ekonomi hijau dan ketahanan energi nasional.

Pada tahun 2023, kebutuhan pangan masyarakat Indonesia di sektor perunggasan, khususnya ayam, tercatat sebesar 7,46 kilogram per kapita per tahun, dan meningkat menjadi 7,5 kilogram per kapita per tahun pada 2024 atau naik sekitar 0,5%. Data ini menunjukkan bahwa permintaan pangan di sektor perunggasan tetap stabil dan cenderung mengalami peningkatan setiap tahunnya (Legis Tsaniyah, dkk 2023). Kenaikan konsumsi masyarakat juga didorong dengan murahness harga ayam dibanding dengan harga daging sapi ataupun kerbau tetapi memiliki kandungan gizi yang hampir

sama (Aini a & Bagyo 2023). Peningkatan kebutuhan pangan di sektor perunggasan, khususnya ayam, mendorong naiknya produksi pakan ternak. Kenaikan permintaan ini berimbas pada meningkatnya kebutuhan bahan baku pakan, di mana jagung hingga saat ini masih menjadi komponen utama dengan proporsi sekitar 50–51%, sementara sisanya dipenuhi dari berbagai jenis bahan baku lain (Legis Tsaniyah, dkk 2023). Industri pakan ternak memegang peran penting dalam mendukung ketahanan pangan dan keberlanjutan agribisnis. Ketersediaan pakan dengan kualitas baik serta jumlah yang memadai akan berpengaruh langsung terhadap kualitas daging ayam yang dihasilkan. Umpan balik positif dari konsumen terhadap hasil ternak tidak hanya meningkatkan keuntungan bagi peternak, tetapi juga memberikan dampak positif pada kinerja perusahaan pakan ternak (Musa et al. 2024).

PT XYZ Tbk bergerak di bidang produksi berbagai jenis pakan ternak, mencakup pakan untuk ayam pedaging, ayam petelur, ayam bibit, konsentrat, pakan puyuh, serta jenis pakan lainnya. Selain itu, perusahaan juga memproduksi bibit ayam umur sehari (Day Old Chicks), ayam hidup siap potong, ayam potong, dan berbagai produk olahan makanan. PT XYZ Tbk berkomitmen menyediakan produk berkualitas bagi masyarakat dengan menerapkan teknologi biosecurity yang ketat untuk menjamin kebersihan dan higienitas produk.

Tahun	Produksi Pakan Ternak Ayam / Satuan Kilogram
2022	363.121.850
2023	329.199.750
2024	231.121.850

Tabel 1.1.1 Sumber : Dokumen Perusahaan PT XYZ

Tahun	Penggunaan Cangkang Kemiri / Satuan Kilogram
2022	547.741
2023	948.531
2024	324.908

Tabel 1.1.2 Sumber : Dokumen Perusahaan PT XYZ

Tahun	Penggunaan Cangkang Sawit / Satuan Kilogram
2022	3.008.760
2023	2.853.956
2024	2.035.124

Tabel 1.1.3 Sumber : Dokumen Perusahaan PT XYZ

PT XYZ Tbk. memiliki mesin boiler berbahan bakar cangkang kemiri dan cangkang sawit untuk tujuan mengurangi biaya bahan bakar yang sebelumnya menggunakan batubara, perusahaan ingin mencapai keefisienan penggunaan cangkang sawit ke dalam proyeksi sebelumnya yang menyentuh 12 kilogram/metrik ton untuk memproduksi pakan ternak dengan penggunaan mix antara cangkang sawit dan kemiri, untuk saat ini harga mix antara cangkang sawit dan kemiri yaitu 1400/kilogram. Pada saat itu penggunaan energi pada mesin boiler bisa mencapai 12 kilogram/metrik ton dikarenakan banyaknya produksi pakan ternak, namun pada saat ini perusahaan

mencatatkan penggunaannya mencapai 14 kilogram/metrik ton dikarenakan produksi pakan ternak yang dihasilkan belum mencapai tahap optimum atau kapasitas ideal pabrik, maka dari itu perusahaan ini sedang mencari alternatif bahan bakar substitusi untuk mesin boilernya dengan harga yang lebih murah, output nilai kalor yang sama atau lebih besar dan memiliki ketersediaan yang cukup untuk mensupply pabrik dalam jumlah besar. Jika penggunaan energi meningkat maka dapat mengikis laba perusahaan yang. Pada dasarnya tinggi rendahnya laba dapat dihitung dari HPP suatu produk yang ada, jika HPP rendah maka laba juga akan meningkat hal ini dikarenakan pada HPP dibagi menjadi fixed cost dan variable cost, fixed cost terdiri dari biaya tenaga kerja langsung dan overhead pabrik, sedangkan variabel cost terdiri dari harga raw material, harga bahan bakar boiler untuk produksi energi. Dengan data tersebut bahwa perusahaan dapat meminimalisir penggunaan variabel cost yaitu mencari bahan bakar boiler untuk produksi jika dapat kembali ke proyeksi awal 12 kilogram/metrik ton tanpa dipengaruhi oleh jumlah produksi maka perusahaan dapat mendapat laba yang lebih besar serta berkelanjutan, dengan mencari alternatif bahan bakar padat untuk mesin boiler dapat menghemat biaya pemakaian energi dan lebih ramah lingkungan.

Penurunan efisiensi boiler diduga dipicu oleh ketidakstabilan kualitas cangkang sawit dan kemiri, seperti fluktuasi kadar air serta akumulasi kerak pada sistem pembakaran yang menurunkan konduktivitas panas. Selain itu, tingginya permintaan pasar terhadap cangkang sawit sebagai bahan bakar terbaru turut memicu kenaikan harga dan kelangkaan pasokan. Untuk mengatasi hal ini, perusahaan mulai mengeksplorasi bonggol jagung sebagai alternatif bahan bakar. Bonggol jagung dipilih

karena ketersediaannya melimpah sebagai limbah pertanian, harga lebih ekonomis (Rp5–Rp10/kg), dan nilai kalori yang kompetitif (3.800–4.200 kcal/kg). Substitusi ini diharapkan tidak hanya menekan biaya, tetapi juga mendukung prinsip ekonomi hijau melalui pemanfaatan limbah.

PT XYZ perusahaan mengoperasikan mesin-mesin industri besar, termasuk sistem boiler biomassa sebagai sumber energi panas dalam proses produksi. Namun, berdasarkan ketentuan perundang-undangan yang berlaku, kewajiban penyusunan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) hanya diberlakukan bagi perusahaan yang memiliki luas bangunan minimal 200.000 meter persegi. Apabila luas lahan operasional PT XYZ berada di bawah ambang batas tersebut, maka pendekatan pengawasan lingkungan yang digunakan adalah melalui dokumen UPL-UKL (Upaya Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan). Sebagai bentuk tanggung jawab terhadap dampak lingkungan yang ditimbulkan dari kegiatan produksinya, PT XYZ secara konsisten menjalankan program Usaha Pemantauan dan Pengelolaan Lingkungan (UKL-UPL) yang dilaksanakan setiap enam bulan sekali. Pemantauan ini mencakup penggunaan mesin boiler dalam proses produksi pakan ternak serta pengelolaan emisi, limbah, dan penggunaan energi.

Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas bonggol jagung sebagai bahan bakar boiler dalam konteks produksi pakan ternak, dengan membandingkan efisiensi termal, biaya operasional, serta dampak teknis seperti laju pembakaran dan residu abu. Studi ini menjadi penting mengingat minimnya literatur tentang aplikasi bonggol jagung pada boiler skala industri pakan ternak, khususnya di Indonesia. Jika berhasil

diimplementasikan, temuan penelitian dapat menjadi solusi berkelanjutan bagi industri untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar konvensional, sekaligus berkontribusi pada pengurangan emisi karbon dan optimalisasi limbah pertanian.

Bonggol jagung, yaitu bagian batang bawah yang tersisa setelah panen, sering dianggap sebagai limbah pertanian yang tidak bernilai. Namun, bonggol jagung dipilih sebagai bahan bakar pengganti untuk boiler biomassa karena memiliki nilai kalor yang tinggi ($\pm 5.800\text{--}9.400$ kal/g) dan kadar abu yang rendah ($\pm 3\text{--}8\%$), sehingga efisien untuk proses pembakaran (Pangga et al., 2021). Selain itu, bonggol jagung tersedia melimpah dan belum dimanfaatkan secara optimal, sehingga memiliki potensi sebagai sumber energi alternatif yang berkelanjutan (Pratiwi, 2021). Jika dibandingkan dengan biomassa lain seperti sekam padi ($3.000\text{--}4.200$ kal/g; harga Rp 400–700/kg), cangkang sawit ($4.000\text{--}5.000$ kal/g; Rp 800–1.400/kg), dan tempurung kelapa ($6.000\text{--}7.000$ kal/g; Rp 1.500–2.000/kg), bonggol jagung menawarkan harga yang relatif kompetitif, berkisar Rp 2.500–6.000/kg, serta memiliki karakteristik fisik yang sesuai untuk digunakan pada boiler industri (Adeo et al., 2022). Pemanfaatannya juga mendukung efisiensi biaya operasional serta sejalan dengan penerapan prinsip green manufacture. Potensi bonggol jagung di Indonesia tergolong cukup tinggi salah satunya pengolahan bonggol jagung menjadi briket yang bisa digunakan untuk bahan bakar padat biomassa dan memiliki nilai jual yang cukup tinggi di pasar lokal ataupun internasional (Aryza et al. 2024). Hasil penelitian mengungkapkan bahwa karbonisasi pada suhu 400°C dengan rasio perekat 1:1 menghasilkan briket bonggol jagung dengan kadar air terendah (3,9%), kadar abu paling rendah (2,9%), serta nilai kalor tertinggi mencapai 6.172 cal/g.

Temuan ini menegaskan bahwa briket bonggol jagung memiliki potensi sebagai sumber energi alternatif yang berkelanjutan dan berkualitas tinggi (Ani Melani dkk., 2024). Penggunaan bonggol jagung secara optimal dapat meningkatkan nilai kalor yang ada di dalamnya menurut SNI nilai kalor adalah lebih dari 5000 kalori/gram, pada beberapa penelitian dilakukan uji coba pembuatan biobriket dan hasilnya memiliki nilai kalor sebesar 6234 cal/gr (Chaliceta Fazanuari Islamia, dkk, 2024)

Dalam penelitian ini, RETScreen dipilih sebagai perangkat lunak karena kemampuannya untuk mensimulasikan secara komprehensif aspek teknis, ekonomi, dan lingkungan dari proyek energi biomassa, khususnya untuk menilai kelayakan penggunaan bonggol jagung sebagai bahan bakar alternatif pada mesin boiler. RETScreen Expert merupakan software manajemen energi bersih yang dirancang untuk membantu para profesional energi dan pengambil keputusan dalam mengidentifikasi, menilai, dan mengoptimalkan kelayakan teknis serta finansial proyek energi bersih. Platform ini memungkinkan analisis kelayakan, kinerja, dan portofolio berbagai fasilitas, sekaligus mendukung pemantauan, verifikasi, dan pengelolaan kinerja nyata untuk menemukan peluang penghematan energi atau peningkatan output energi. Dengan integrasi basis data mengenai produk, proyek, kondisi iklim, dan sumber daya energi, RETScreen dapat memodelkan beragam teknologi energi, baik terbarukan maupun konvensional, termasuk sistem efisiensi energi, pemanasan dan pendinginan, pembangkit listrik, serta kogenerasi.

Dikembangkan oleh Canmet ENERGY Varennes, Natural Resources Canada, bersama mitra seperti NASA, UNEP, GEF, dan Bank Dunia, RETScreen Expert menjadi

salah satu alat pengambil keputusan energi bersih terkemuka di dunia. Per April 2023, perangkat ini digunakan oleh lebih dari 800.000 profesional di 38 bahasa, mencakup 2/3 populasi dunia, dan dipakai di lebih dari 1.400 perguruan tinggi serta universitas global. RETScreen membantu menghilangkan hambatan pengembangan energi bersih dengan memberikan dasar analisis yang komprehensif untuk menilai kelayakan dan memantau pengurangan emisi karbon. Software ini memungkinkan pengguna untuk mengevaluasi potensi produksi energi, biaya investasi dan operasional, dampak emisi karbon, serta kelayakan finansial suatu proyek melalui indikator seperti Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Payback Period, Levelized Cost of Energy (LCOE), dan Benefit-Cost Ratio (BCR). Dalam konteks penelitian ini, RETScreen dimanfaatkan untuk menganalisis potensi pemanfaatan bonggol jagung sebagai bahan bakar substitusi mesin boiler di PT XYZ, menggantikan bahan bakar sebelumnya seperti cangkang sawit dan kemiri. Dengan memasukkan data teknis dan ekonomi ke dalam software, peneliti dapat mensimulasikan efisiensi energi yang dihasilkan, memperkirakan penghematan biaya, serta menilai pengurangan emisi karbon. Selain itu, fitur analisis sensitivitas pada RETScreen digunakan untuk menguji ketahanan proyek terhadap perubahan variabel ekonomi, seperti fluktuasi harga bahan baku dan biaya logistik. Hasil analisis ini menjadi dasar penilaian apakah penggunaan bonggol jagung layak secara teknis, ekonomis, dan lingkungan untuk diimplementasikan dalam sistem boiler industri perusahaan.

Pada dasarnya penggunaan biomassa atau bahan bakar padat untuk mesin boiler identik dengan cangkang sawit ataupun kemiri yang memiliki ketersediaan yang cukup

banyak dan harga yang murah, maka dari itu dalam penelitian ini gap yang tercipta adalah belum adanya penelitian yang menganalisis penggunaan bonggol jagung sebagai bahan bakar boiler di industri pakan ternak menggunakan RETScreen dikarenakan rata rata bonggol jagung digunakan dalam bahan baku pembuatan briket, hal ini ditujukan untuk pemadatan dan lebih mudah dalam penggunaanya.

1.2 Perumusan Masalah

Bagaimana mengurangi biaya energi produksi yang dapat dicapai dengan menggunakan bonggol jagung dibandingkan cangkang sawit, berdasarkan simulasi RETScreen?

1.3 Tujuan Penelitian

Menganalisis kelayakan penggunaan bonggol jagung sebagai substitusi bahan bakar boiler pada proses produksi pakan ternak pada PT XYZ melalui simulasi RETScreen, mencakup aspek teknis (efisiensi energi), ekonomi (biaya, NPV, IRR, Payback), dan lingkungan (pengurangan emisi).

1.4 Manfaat Penelitian

A. Bagi Akademisi

Artikel ini bermanfaat bagi akademisi sebagai referensi dalam pengembangan kajian green manufacture dan energi terbarukan, khususnya pemanfaatan biomassa bonggol jagung. Integrasi software RETScreen juga memperkaya literatur analisis kelayakan proyek EBT dari aspek teknis, ekonomi, dan lingkungan.

B. Bagi Perusahaan

Penggunaan RETScreen dapat menjadi alat pendukung pengambilan keputusan dalam memilih jenis biomassa yang paling efisien dan ekonomis untuk proses produksi, sekaligus memastikan penerapan praktik manufaktur ramah lingkungan yang selaras dengan regulasi dan tuntutan pasar akan keberlanjutan. Dengan demikian, RETScreen menjadi solusi komprehensif bagi akademisi dan industri dalam mengoptimalkan proyek EBT dan meningkatkan daya saing bisnis berbasis green economy.