

Rancangan Arsitektur *Big Data Management* Untuk Mendukung Pengelolaan Sumber Daya Biodiesel Berkelanjutan Di Indonesia

Supriyanto¹ and Devitra Saka Rani²

¹Mechanical and Biosystem Engineering Department, IPB University,
Kampus IPB Dramaga, Bogor, Indonesia.

²Pusat Riset Teknologi Industri Proses dan Manufaktur, Badan Riset dan Inovasi Nasional
KST BJ Habibie, Tangerang Selatan, Indonesia.

ABSTRAK

Artikel Info:

Naskah Diterima:
28 November 2022
Diterima setelah
perbaikan:
06 Desember 2022
Disetujui terbit:
20 Maret 2023

Kata Kunci:

Analisis data
Bahan bakar nabati
Bioenergi
Sistem informasi

Kebutuhan biodiesel yang berkelanjutan akan terus meningkat seiring pertumbuhan ekonomi dan tren pengembangan industri 4.0. Biodiesel dimanfaatkan untuk mendukung kegiatan transportasi, industri dan pembangkit listrik. Peranan manajemen data nasional sangat diperlukan dalam pengelolaan dan perencanaan pemanfaatan sumber daya untuk produksi biodiesel di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah arsitektur *Big Data Management* masa depan untuk pengelolaan sumber daya biodiesel berkelanjutan di Indonesia. Metode penelitian ini adalah kerangka pengembangan arsitektur yang terdiri dari tahapan investigasi sistem, desain arsitektur data, desain arsitektur aplikasi, desain arsitektur organisasi dan rencana kebijakan strategis dalam pengelolaan data sumberdaya biodiesel di Indonesia. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah arsitektur pengelolaan Big Data Biodiesel dan rencana aksi pengelolaan serta pemanfaatan Big Data biodiesel di Indonesia. Arsitektur terkait koleksi data diperlukan dengan melibatkan pemangku kepentingan dari pihak pemerintah, bisnis, dan akademisi. Teknologi pengelolaan Big Data Management menggunakan manajemen basis data dengan *Relational Database Management System*, no SQL dan *data analytic platform*. Visualisasi informasi ditampilkan dalam bentuk laporan yang dikemas dalam bentuk *dashboard* komputer berbasis situs yang menampilkan deskripsi, prediksi dan hasil analisis..

ABSTRACT

The demand for sustainable biodiesel will increase along with economic growth and the developing trend of industry 4.0. Biodiesel is utilized to support transportation, industry, and power generation activities. The role of national data management is indispensable in the management and planning of resource utilization for biodiesel production in Indonesia. This research aims to develop a future Big Data Management architecture for the sustainable management of biodiesel resources in Indonesia. The research method is an architectural development framework consisting of system investigations, data architecture design, application architecture design, organizational architecture design, and strategic policy plans for managing biodiesel resource data in Indonesia. The results of this study are an architecture for Big Data Management for Sustainable Biodiesel and an action plan for managing and utilizing Big Data biodiesel in Indonesia. The stakeholders' analysis in data inventory collection included the government, business, and academic sectors. The architecture was built based on Relational Database Management System, no SQL, and data analytical platform. Information reports are visualized in a website-based computer dashboard that displays descriptions, predictions, and analysis results.

© LPMGB - 2023

Korespondensi:

E-mail: debasupriyanto@apps.ipb.ac.id (Supriyanto)

PENDAHULUAN

Potensi Indonesia dalam penyediaan bahan bakar diesel berbahan dasar nabati (biodiesel) sangat melimpah. Hal ini didukung dengan kebijakan biodiesel di Indonesia melalui peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 12 Tahun 2015. Berdasarkan peraturan tersebut, pemerintah Indonesia menerapkan kebijakan penggunaan campuran 30% *fatty acid methyl ester* (FAME) dan 70% diesel atau yang dikenal dengan B30 sejak 2019 sampai dengan 2025 (Halimatussadiyah et al. 2021). Penggunaan B30 juga mengurangi pencemaran udara dengan turunnya kepekatan asap sebesar 6.71% dibandingkan B20 (Aisyah et al. 2018).

Motivasi pemanfaatan biodiesel adalah untuk menjaga ketahanan energi nasional dengan mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil. Salah satu sumber biodiesel yang cukup besar di Indonesia adalah dari *Crude Palm Oil* (CPO) yang produksinya pada tahun 2022 sebesar 46,7 juta ton Widi., (2023). Kebijakan pemanfaatan kelapa sawit untuk Bioenergi juga didukung oleh subsidi melalui BPDPKS Boly dan Sanou., (2022). Minyak sawit merupakan komoditas minyak nabati terbesar dan termurah untuk diproduksi dan disuling Simbolon dan Aisyah., (2013). Kebijakan pemerintah juga menjadi faktor kunci dalam pengembangan biodiesel mulai dari kegiatan riset dan pengembangan sampai implementasi kebijakan Putrasari et al., (2016). Namun demikian, pemangku kepentingan atau *stakeholder* yang terdiri dari akademisi, pemerintah, industri dan masyarakat harus memahami konteks keberlanjutan dalam penerapan kebijakan produksi biodiesel berkelanjutan Papilo et al., (2022).

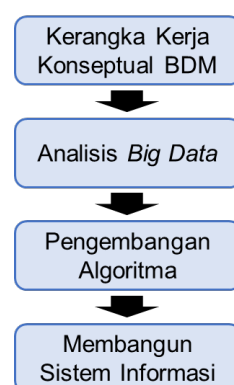
Kebijakan dan implementasi Biodiesel memerlukan integrasi dan sinergi *Big Data* biodiesel mulai dari sumber sampai ke pemanfaatan untuk mendukung pengelolaan berkelanjutan. Istilah *Big Data* (BD) digunakan untuk menggambarkan konsep dari kemampuan teknologi untuk menyimpan, menggabungkan, dan memproses data yang begitu besar De Mauro et al., (2015). Definisi BD bersifat relatif dan bervariasi berdasarkan waktu dan jenis data. Dengan demikian, yang dianggap BD saat ini mungkin saja di masa depan tidak memenuhi ambang batas karena kapasitas akan meningkat sehingga memungkinkan penyimpanan BD data yang lebih besar Gandomi dan Haider., (2015). Saat ini, peranan *Big Data Management* (BDM) menjadi sangat sentral di era 4.0. Pengelolaan BDM memerlukan peranan *stakeholder* yang terdiri dari

Akademisi, Bisnis, Pemerintah (*Government*), dan Masyarakat (*Society*) (ABG-S). Dengan demikian diperlukan *framework* yang dapat menjadi acuan pengelolaan biodiesel berkelanjutan. Adanya BDM menjamin bahwa semua data telah dimasukkan dan diteliti Almeida., (2017). Pemodelan konseptual seperti pengembangan arsitektur, *framework*, dan desain sistem dapat digunakan untuk memahami pengelolaan *Big Data* (BD) Storey dan Song., (2017).

Desain proses, simulasi, dan evaluasi produksi biodiesel yang berkelanjutan dalam jangka panjang juga dipengaruhi oleh kemajuan data terkini, termasuk BD, yang berpotensi mengkatalisasi transformasi kilang biodiesel Pasha et al., (2021). Analisis BD juga diterapkan pada manajemen energi di sektor industri Bevilacqua et al., (2017), Marinakis., (2020). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah arsitektur BDM masa depan untuk pengelolaan sumber daya biodiesel berkelanjutan di Indonesia. Rancangan arsitektur BDM dalam pengelolaan biodiesel di Indonesia merupakan bagian dari pembentukan sistem informasi terkait produksi dan distribusi bahan bakar terutama solar. Dengan demikian BDM penting bagi pemerintah Indonesia untuk lebih meningkatkan pemanfaatan biodiesel serta untuk memastikan ketahanan energi. Penelitian ini merupakan tahap awal dari penyediaan sistem informasi nasional terkait biodiesel yang dapat diaplikasikan juga terhadap energi nasional secara keseluruhan.

BAHAN DAN METODE

Studi perancangan arsitektur BDM ini merupakan tahapan awal dari pembangunan sistem informasi nasional dalam pengelolaan biodiesel yang berkelanjutan di Indonesia (Gambar 1).



Gambar 1
Tahapan studi BDM dalam menunjang pengelolaan biodiesel di Indonesia

Diagram alir perancangan arsitektur BDM dalam pengelolaan biodiesel yang berkelanjutan di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 2. Inventori data dan analisis pemangku kepentingan disusun berdasarkan data kebutuhan pemanfaatan biodiesel, termasuk semua pemangku kepentingan yang terlibat. Rancangan arsitektur BDM dikembangkan berdasarkan tata kelola data dan jejaring pemangku kepentingan. Tata kelola data dibangun berdasarkan struktur BD dengan penambahan dengan nilai-nilai pendorong. Dalam jejaring pemangku kepentingan, komponen BD dianalisis untuk setiap produk dengan melibatkan agen yang bertanggung jawab dalam kebijakan dan pengambilan keputusan.



Gambar 2
 Diagram alir metodologi perancangan arsitektur BDM dalam pengelolaan biodiesel yang berkelanjutan

HASIL DAN DISKUSI

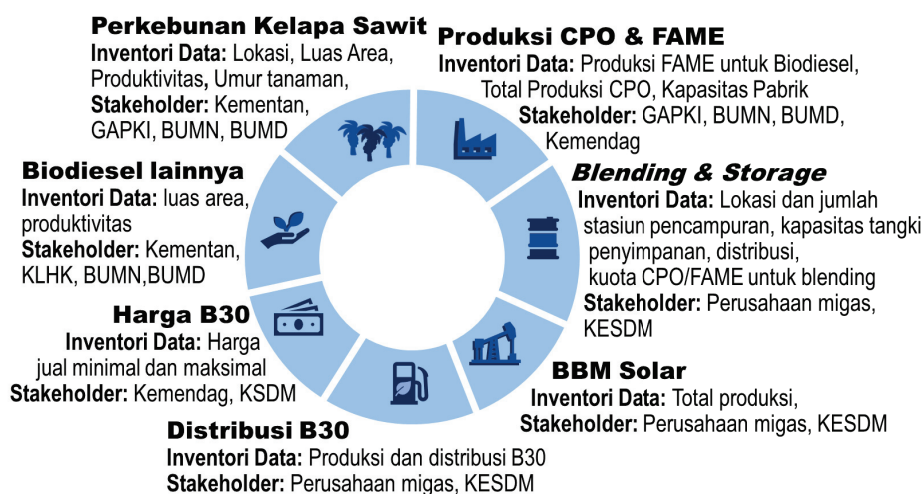
Analisis Pemangku Kepentingan (*Stakeholder*) dan Inventori Data

Kajian inventori sumber daya biodiesel dan pemanfaatannya di Indonesia menunjukkan lebih dari satu pemangku kepentingan terlibat untuk setiap inventori data (Gambar 3). Banyaknya pihak yang terlibat serta kompleksitas data yang diperlukan tersebut jelas menunjukkan pentingnya BDM dalam bisnis dan industri biodiesel. Inventori data merupakan hal penting yang dibutuhkan dalam BDM pengelolaan sumber daya biodiesel berkelanjutan yang terkait dengan lebih dari satu pemangku kepentingan (*stakeholder*).

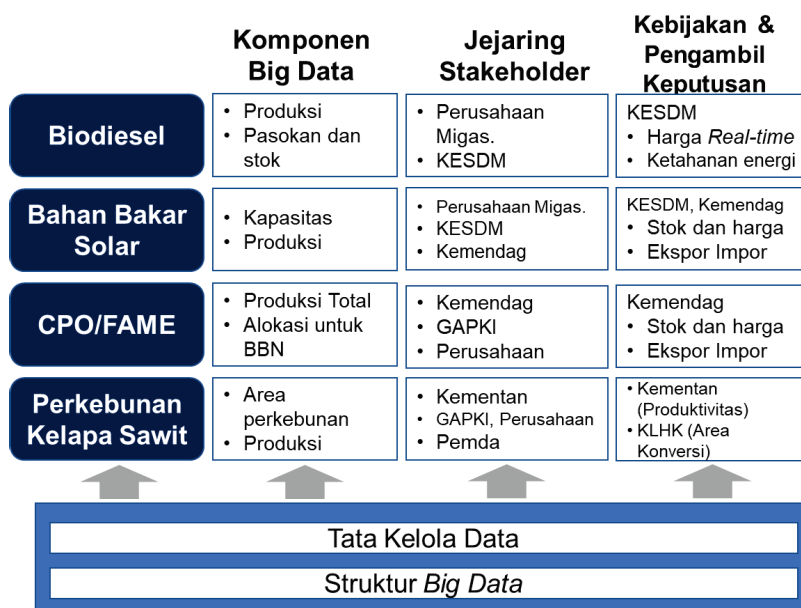
Rancangan Arsitektur BDM

Hasil analisis pemangku kepentingan dan inventori data dalam tahapan sebelumnya kemudian digunakan sebagai dasar membangun rancangan arsitektur BDM terkait pengelolaan biodiesel yang berkelanjutan.

Infrastruktur diperlukan untuk mengelola BD Storey dan Song., (2017). Oleh karena itu, tata kelola data serta struktur BD yang dibangun mengikuti alur dari pengumpulan data hingga *data sharing*. Kerangka tata kelola BDM dapat dipahami sebagai entitas organisasi kolaborasi yang berfokus pada pengakuan tujuan bersama Wolfert et al., (2017). Oleh karena itu, BDM sumber daya biodiesel dan pemanfaatannya di Indonesia melibatkan jaringan pemangku kepentingan dan lembaga yang bertanggung jawab (Gambar 4).



Gambar 3
 Inventori data dan stakeholder terkait sumberdaya dan pemanfaatan biodiesel di Indonesia



Gambar 4

Tata kelola data dalam BDM terkait sumberdaya dan pemanfaatan biodiesel di Indonesia

Instansi yang bertanggung jawab terkait produksi minyak sawit berada di Kementerian Pertanian, sedangkan keputusan akhir untuk harga biodiesel B30 berada di Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. Oleh karena data produksi dan kapasitas kilang minyak di Indonesia masih dapat diandalkan, fokus pengelolaan BD terkait sumber daya biodiesel adalah pada perkebunan kelapa sawit dan produksi CPO. Di masa mendatang, *Big Data Analysis* (BDA) dari perkebunan kelapa sawit hingga produksi CPO untuk bahan baku biodiesel diperlukan untuk mendapatkan BDM yang komprehensif tentang sumber daya dan pemanfaatan biofuel. Kerangka jaringan biofuel adalah interaksi antara karakteristik teknis dan hubungan aktor/institusi Moncada et al., (2017). Dengan demikian, jalur teknologi dan logistik harus dipertimbangkan dalam BDM, termasuk pemanfaatan biodiesel untuk sektor transportasi, industri, dan komersial berdasarkan prospek energi DEN., (2019). Kerangka konseptual ini penting untuk perencanaan dan pembuatan kebijakan terkait energi terbarukan. Selain itu, akan meningkatkan pemanfaatan biodiesel di Indonesia.

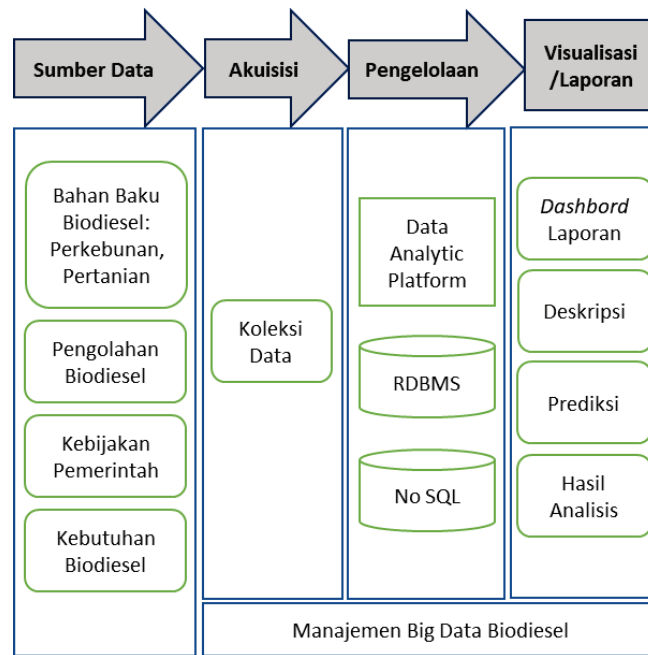
Desain Arsitektur BDM terkait Pengelolaan Sumber Daya Biodiesel Berkelanjutan

Setelah perancangan konseptual dan pemetaan tata kelola data didapatkan, selanjutnya adalah membuat desain arsitektur BDM untuk pengelolaan sumberdaya biodiesel berkelanjutan terdiri dari

sumber data, metode akuisisi, pengelolaan, dan vualisasi (Gambar 5). Sumber data biodiesel terdiri dari pasokan bahan baku (perkebunan dan pertanian), pengolahan biodiesel, kebijakan pemerintah, dan kebutuhan biodiesel nasional. Bahan baku biodiesel di Indonesia saat ini utamanya adalah dari perkebunan kelapa sawit. Data potensi biodiesel yang termasuk dalam lingkup BDM antara lain adalah luas lahan kelapa sawit, produktivitas CPO, dan produktivitas biodiesel. Kebijakan pemerintah terkait regulasi pencampuran biodiesel dan solar, sebagai contoh kebijakan B35 dengan komposisi 65:35%, dapat digunakan sebagai dasar penentuan kebutuhan Biodiesel murni (B100) yang akan di dicampurkan menjadi B35 dan disandingkan dengan kebutuutan bahan bakar solar nasional.

Selanjutnya, arsitektur terkait koleksi data diperlukan dengan melibatkan *stakeholder* pemerintah (Kementarian Pertanian, Kementerian Perindustrian dan Perdagangan, Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral, Badan Pusat Statistik, dll), bisnis (Pertamina, Perusahaan kelapa sawit, dll) dan akademisi. Teknologi pengelolaan BDM dapat menggunakan manajemen basis data dengan *Relational Database Management System (RDBMS)*, *no SQL* dan *data analytic platform*. Informasi ditampilkan (visualisasi) dalam bentuk laporan. Laporan dikemas dalam bentuk *dashboard* komputer berbasis situs yang menampilkan deskripsi, prediksi dan hasil analisis.

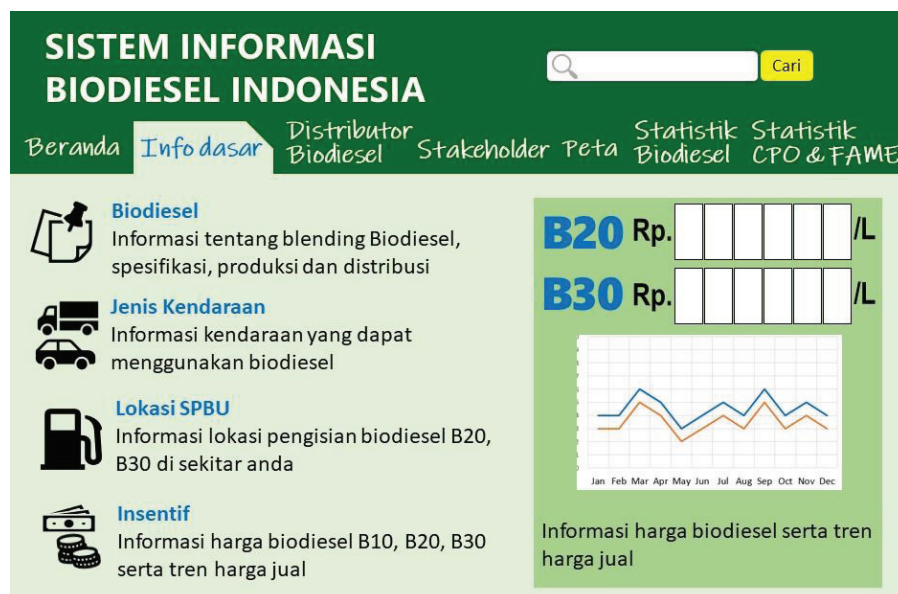
Arsitektur BDM kemudian diterapkan untuk



Gambar 5
 Arsitektur BDM Biodiesel

mengembangkan algoritma terkait sumber daya biodiesel dan pemanfaatannya di Indonesia dari hulu hingga hilir, termasuk faktor tata kelola internal, seperti inklusivitas, transparansi, legitimasi, dan akuntabilitas. Algoritma tersebut akan dituangkan dalam bentuk sistem informasi yang dapat diakses secara daring. Tampilan antarmuka pengguna (*user interface*) dari sistem informasi biodiesel

ditampilkan dalam 5 kelompok: beranda, informasi dasar, distributor, pemangku kepentingan, dan statistik bahan baku dan produk (Gambar 6). Beranda berisi pendahuluan serta keterangan situs. Informasi dasar berisi tren dan harga biodiesel serta lokasi SPBU. Informasi seluruh pemangku kepentingan disediakan dalam bentuk data maupun tautan.

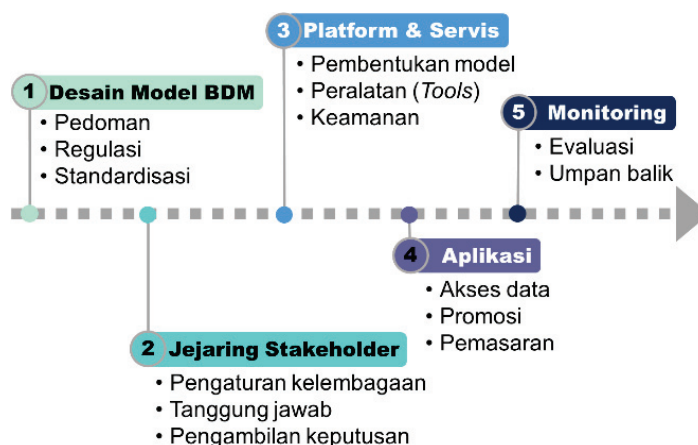


Gambar 6
 Contoh tampilan antarmuka pengguna sistem informasi biodiesel berdasarkan aplikasi arsitektur BDM

Implementasi BDM dalam Pengelolaan Biodiesel yang Berkelanjutan

Untuk mewujudkan penerapan BDM dalam pengelolaan biodiesel yang berkelanjutan di

Indonesia di Indonesia, diperlukan peta jalan (road map) implementasi (Gambar 7). Peta jalan ini akan memandu informasi yang mudah diakses mengenai stok dan pasokan biofuel yang mengarah pada kestabilan harga bahan bakar.



Gambar 7
Peta jalan implementasi BDM dalam pengelolaan biodiesel yang berkelanjutan

KESIMPULAN DAN SARAN

Banyaknya pihak yang terlibat serta kompleksitas inventori data yang diperlukan untuk mendukung pengelolaan biodiesel yang berkelanjutan di Indonesia menekankan kebutuhan akan kajian dan penelitian *Big Data Management* dalam industri biodiesel. Rancangan arsitektur BDM menggunakan manajemen basis data dengan *Relational Database Management System (RDBMS)*, *no SQL* dan *data analytic platform* terhadap sumber daya biodiesel berkelanjutan penting bagi pemerintah Indonesia untuk lebih meningkatkan pemanfaatan biodiesel B30 serta untuk memastikan ketahanan energi tanpa mengabaikan ketahanan pangan akibat pemakaian minyak kelapa sawit. Arsitektur BDM terkait koleksi data melibatkan berbagai *stakeholder* yang berkaitan yaitu dari pihak pemerintah, pelaku bisnis dan industri, serta akademisi.

Aplikasi atau *platform* berbasis BDM akan memandu informasi yang dapat diakses mengenai stok dan pasokan biofuel yang dapat memberi pengaruh positif pada stabilitas harga bahan bakar Indonesia. Visualisasi informasi ditampilkan dalam bentuk laporan yang dikemas dalam bentuk *dashboard* komputer berbasis situs yang menampilkan deskripsi, prediksi, serta hasil analisis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Balai Besar Pengujian Minyak dan Gas Bumi “LEMIGAS” atas dukungan dalam penulisan karya ilmiah ini.

DAFTAR ISTILAH/SINGKATAN

Simbol	Definisi
BD	<i>Big Data</i>
BDM	<i>Big Data Management</i>
BDA	<i>Big Data Analysis</i>
BPDPKS	Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit
BUMD	Badan Usaha Milik Daerah
BUMN	Badan Usaha Milik Negara
CPO	<i>Crude Palm Oil</i>
FAME	<i>Fatty acid methyl ester</i>
GAPKI	Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia
KESDM	Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral
Kementan	Kementerian Pertanian
Kemendag	Kementerian Perdagangan
KLHK	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan

KEPUSTAKAAN

- Aisyah, L., Wibowo, C. S., & Bethari, S. A.,** (2018), *Comparison of Biodiesel B-20 and B-30 on Diesel Engine Performances and Emissions*, *Scientific Contributions Oil and Gas*, 39 (3): 157–165.
- Almeida, F. L. F.,** (2017), *Benefits, Challenges and Tools of Big Data Management*, *Journal of Systems Integration*, 4: 12–20.
- Bevilacqua, M., Ciarapica, F. E., Diamantini, C. & Potena, D.,** (2017), *Big data analytics methodologies applied at energy management in industrial sector: A case study*, *International Journal of RF Technologies*, 8 (3): 105-122.
- Boly, M., & Sanou, A.,** (2022), *Biofuels and food security: evidence from Indonesia and Mexico*, *Energy Policy*, 163, 112834.
- De Mauro, A., Greco, M., & Grimaldi, M.,** (2015), *What is big data? A consensual definition and a review of key research topics*, *AIP Conference Proceedings*, 1644: 97–104.
- DEN (Secretary General of the National Energy Council),** (2019), *Indonesia Energy Outlook 2019*, Ministry of Energy and Mineral Resources, Jakarta, ISSN 2527-3000.
- Gandomi, A., & Haider, M.,** (2015), *Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics*, *International Journal of Information Management*, 35(2):137–144.
- Halimatussadiyah, A., Nainggolan, D., Yui, S., Moeis, F. R., & Siregar, A. A.,** (2021), *Progressive biodiesel policy in Indonesia: Does the Government's economic proposition hold?*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 150, 111431.
- Marinakis, V.,** (2020), *Big Data for Energy Management and Energy-Efficient Buildings*. *Energies*, 13, 1555.
- Moncada, J. A., Lukszo, Z., Junginger, M., Faa-ij, A., & Weijnen, M.,** (2017), *A conceptual framework for the analysis of the effect of institutions on biofuel supply chains*, *Applied Energy*, 185: 895–915.
- Papilo, P., Marimin, M., Hambali, E., Machfud, M., Yani, M., Asrol, M., Evanila, E., Prasetya, H., & Mahmud, J.,** (2022), *Palm oil-based bio-energy sustainability and policy in Indonesia and Malaysia: A systematic review and future agendas*, *Heliyon*, 8(10), e10919.
- Pasha, M. K., Dai, L., Liu, D., Guo, M. & Du, W.,** (2021), *An overview to process design, simulation and sustainability evaluation of biodiesel production*. *Biotechnology for Biofuels*, 14:129.
- Putrasari, Y., Praptijanto, A., Santoso, W. B., & Lim, O.,** (2016), *Resources, policy, and research activities of biofuel in Indonesia: A review*. *Energy Reports*, 2: 237–245.
- Simbolon, E., & Aisyah, L.,** (2013), *Palm Oil Biodiesel: Challenges, Risks, and Opportunities for Reducing and Replacing the Non-Renewable Fossil Fuel Dependancy - A Review*, *Scientific Contributions Oil and Gas*, 36 (1): 15–30.
- Storey, V. C., & Song, I. Y,** (2017), *Big data technologies and Management: What conceptual modeling can do*. *Data and Knowledge Engineering*, 108: 50–67.
- Widi, S.,** (2023), *Produksi CPO Indonesia Turun Jadi 46,7 Juta Ton pada 2022*, www.dataindonesia.id/sector-riil/detail/, diakses tanggal 2 Maret 2023.
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., Bogaardt M.,** (2017), *Big Data in Smart Farming – A review*. *Agricultural Systems*, 153: 69-80.