

Analisis Potensi dan Tantangan Pemanfaatan Bio Solar B30 pada Sistem Pertahanan Nasional

Wisnu Utomo*, Aries Sudiarso, Sri Yanto

Program Studi Industri Pertahanan, Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan,
Kabupaten Bogor, Jawa Barat, Indonesia

*Koresponden email: wisnuutom@gmail.com

Diterima: 25 Juni 2025

Disetujui: 01 Juli 2025

Abstract

Bio diesel B30 has been implemented as a strategic effort by the government to reduce dependence on fossil fuels and support the development of sustainable renewable energy. This research comprehensively discusses the technical characteristics of B30 bio diesel, the impact of corrosion on non-metallic components in the fuel system, engine combustion efficiency, and the logistical consequences of using bio diesel in the national defense system. The literature study method was used by processing and analyzing various references from accredited scientific journals and current national policies. The results of the analysis show that B30 bio diesel has great potential in supporting national energy security and reducing greenhouse gas emissions, but its implementation requires modernization of storage and distribution systems, comprehensive technical training for personnel, and adaptation of compatible engine technology. Proposed recommendations include phased implementation of pilot projects, development of supporting infrastructure, and integration of bio diesel policy in the defense green strategy to achieve optimal and effective sustainable energy targets.

Keywords: *bio solar, b30, efficiency, emissions, energy resilience, defense logistics*

Abstrak

Bio solar B30 telah diimplementasikan sebagai upaya strategis pemerintah dalam mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dan mendukung pengembangan energi terbarukan berkelanjutan. Penelitian ini membahas secara komprehensif karakteristik teknis bio solar B30, dampak korosi terhadap komponen non-logam pada sistem bahan bakar, efisiensi pembakaran mesin, serta konsekuensi logistik pemanfaatan bio solar pada sistem pertahanan nasional. Metode studi pustaka digunakan dengan mengolah dan menganalisis berbagai referensi dari jurnal ilmiah terakreditasi dan kebijakan nasional terkini. Hasil analisis menunjukkan bahwa bio solar B30 memiliki potensi besar dalam mendukung ketahanan energi nasional dan mengurangi emisi gas rumah kaca, namun implementasinya membutuhkan modernisasi sistem penyimpanan dan distribusi, pelatihan teknis komprehensif bagi personel, serta adaptasi teknologi mesin yang kompatibel. Rekomendasi yang diusulkan mencakup implementasi proyek percontohan secara bertahap, pengembangan infrastruktur pendukung, dan integrasi kebijakan bio solar dalam strategi hijau pertahanan untuk mencapai target energi berkelanjutan yang optimal dan efektif.

Kata Kunci: *bio solar, b30, efisiensi, emisi, ketahanan energi, logistik pertahanan*

1. Pendahuluan

Ketahanan nasional bukan hanya berbicara soal kekuatan senjata dan jumlah personel militer, tetapi juga mencakup aspek pendukung seperti energi. Dalam situasi global yang semakin dinamis dan tak terduga, ketersediaan energi untuk sistem pertahanan menjadi hal yang sangat penting. Salah satu tantangan terbesar yang dihadapi Indonesia selama ini adalah ketergantungan terhadap bahan bakar fosil, terutama solar berbasis minyak bumi. Ketergantungan ini tidak hanya membebani anggaran negara, tapi juga membuat sektor pertahanan menjadi rentan terhadap fluktuasi harga global [10]. Pemerintah sebenarnya sudah lama menyadari masalah ini dan mencoba mencari jalan keluar. Salah satu upaya yang sedang digenjut adalah dengan mendorong pemanfaatan energi baru terbarukan (EBT), termasuk melalui program bio solar B30, yaitu campuran 30% biodiesel berbasis minyak sawit dan 70% solar konvensional [6]. Di luar sektor sipil, kebijakan ini mulai menysar ke lingkungan militer.

Pada awalnya, penggunaan bio solar dalam kendaraan militer memang dianggap sebagai langkah maju. Selain mendukung komitmen pengurangan emisi karbon, langkah ini juga selaras dengan upaya menciptakan kemandirian energi dalam pertahanan. Namun dalam praktiknya, berbagai kendala teknis

mulai muncul. Misalnya, frekuensi perawatan kendaraan militer dilaporkan meningkat hingga 15% dalam waktu tiga bulan [7]. Hal ini diduga disebabkan oleh kerusakan komponen non-logam seperti gasket dan selang akibat sifat higroskopis dari FAME (Fatty Acid Methyl Ester), bahan utama dalam biodiesel [15]. Di sisi lain, secara teknis, bio solar B30 punya beberapa kelebihan yang cukup menjanjikan. Nilai cetane number-nya lebih tinggi dan pembakarannya lebih bersih dibanding solar biasa [4]. Tetapi, bio solar juga punya kelemahan yang tidak bisa diabaikan, terutama dalam hal stabilitas penyimpanan. Karena cenderung mudah teroksidasi dan menyerap air, bio solar bisa cepat menurun kualitasnya jika tidak disimpan dalam kondisi yang sesuai [2]. Masalah ini tentu saja cukup serius, terutama untuk keperluan militer yang sangat bergantung pada keandalan bahan bakar di berbagai medan dan situasi.

Masalah lain muncul di sisi logistik pertahanan. Tidak semua infrastruktur penyimpanan BBM yang digunakan oleh militer dirancang untuk menangani bio solar. Ada kebutuhan untuk memodernisasi sistem distribusi dan tangki penyimpanan, termasuk menambahkan alat seperti pemisah air dan sensor suhu agar bahan bakar tetap stabil [14]. Ini tentu saja membutuhkan biaya tambahan dan kesiapan teknis di lapangan. Belum lagi soal kesiapan sumber daya manusia. Penggunaan bio solar bukan hanya soal bahan bakarnya, tetapi juga soal pengetahuan operator, teknisi, dan pengambil kebijakan militer dalam menangani bahan bakar jenis baru ini. [1] menekankan pentingnya pelatihan teknis dan penyesuaian doktrin agar penggunaan bio solar tidak menjadi beban tambahan bagi satuan operasional.

Di balik berbagai tantangan itu, fakta bahwa bio solar mampu menurunkan emisi gas buang secara signifikan menjadi poin positif yang patut dipertimbangkan. Studi dari Jurnal [5] serta [3] menunjukkan bahwa emisi karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), dan partikel (PM) dapat ditekan cukup besar bila dibandingkan dengan solar konvensional. Hal ini bisa menjadi nilai tambah Indonesia dalam menunjukkan komitmen terhadap isu lingkungan dalam forum kerja sama pertahanan global [11]. Dengan latar belakang itu, penulis merasa perlu untuk menelaah lebih dalam mengenai potensi dan tantangan pemanfaatan bio solar B30 pada sistem pertahanan nasional. Penelitian ini disusun untuk memahami bagaimana karakteristik teknis, dampaknya terhadap komponen mesin, efisiensi pembakaran, hingga kesiapan logistik militer dalam menghadapi perubahan bahan bakar ini. Harapannya, hasil kajian ini bisa menjadi kontribusi kecil dalam mendorong transisi energi yang lebih ramah lingkungan tanpa mengorbankan kesiapan tempur dan efektivitas operasional pertahanan Indonesia.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan metode studi pustaka (library research). Metode ini dipilih karena topik yang dikaji, yaitu pemanfaatan bio solar B30 dalam sistem pertahanan nasional, belum banyak dikaji secara empiris di Indonesia, khususnya pada konteks militer. Oleh karena itu, penulis mengandalkan berbagai literatur ilmiah dan sumber kebijakan resmi yang relevan sebagai dasar analisis. Data dalam penelitian ini diperoleh dari 20 sumber yang terdiri atas jurnal ilmiah nasional dan internasional, buku akademik, laporan lembaga pemerintah seperti Kementerian ESDM, serta artikel penelitian yang dipublikasikan oleh institusi pertahanan dan energi. Pemilihan sumber dilakukan secara purposive, dengan kriteria utama bahwa isi referensi membahas aspek teknis, logistik, atau operasional bio solar, terutama yang relevan dengan konteks militer.

Langkah analisis dilakukan secara bertahap. Pertama, penulis melakukan pengelompokan tema dari masing-masing literatur berdasarkan fokus pembahasannya: karakteristik teknis bio solar B30, efisiensi dan emisi, dampak terhadap komponen non-logam, serta kesiapan logistik penyimpanan dan distribusi. Kedua, penulis membandingkan temuan antar-sumber, termasuk data dari penelitian luar negeri seperti [4] dan [14], dengan konteks Indonesia. Hal ini dilakukan untuk melihat apakah tantangan yang dihadapi di negara lain juga muncul dalam sistem pertahanan kita. Ketiga, hasil kajian dipadukan secara naratif untuk menggambarkan hubungan antar variabel, misalnya bagaimana sifat kimiawi B30 memengaruhi performa mesin dan bagaimana itu berdampak pada kesiapan operasional kendaraan militer. Hasil tersebut kemudian disusun dalam bentuk narasi tematik yang dilengkapi tabel dan data ringkasan dari sumber-sumber yang telah dianalisis.

Untuk menjaga validitas, kami melakukan triangulasi data antar referensi dan memperhatikan kesesuaian informasi antar sumber. Meskipun data primer tidak digunakan dalam studi ini, pendekatan kualitatif berbasis pustaka dianggap cukup relevan untuk membangun dasar pemahaman dan memberikan gambaran awal mengenai kesiapan sistem pertahanan dalam mengadopsi bahan bakar bio solar secara lebih luas.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakteristik Teknis Bio Solar B30

Bio solar B30 merupakan jenis bahan bakar campuran yang terdiri dari 30% biodiesel berbasis minyak sawit (FAME) dan 70% solar konvensional. Secara umum, ada beberapa kelebihan teknis dari B30 dibandingkan solar biasa. Salah satunya adalah nilai cetane yang lebih tinggi, yaitu sekitar 52, sedangkan solar konvensional hanya 48 [4]. Nilai cetane yang tinggi ini membuat proses pembakaran bisa lebih cepat dan bersih.

Selain itu, kandungan oksigen pada B30 juga cukup tinggi, yakni sekitar 11% [8]. Kandungan ini bisa mendukung pembakaran yang lebih sempurna. Namun, tingginya kandungan oksigen juga membuat bahan bakar ini jadi lebih cepat teroksidasi dan lebih mudah menyerap air, apalagi kalau disimpan dalam waktu lama atau di tangki terbuka [2]. Kondisi ini bisa menjadi masalah dalam konteks militer yang seringkali menghadapi kondisi lapangan ekstrem.

Dari sisi viskositas, B30 juga lebih kental daripada solar biasa. Ini bisa berdampak pada kinerja sistem bahan bakar, terutama jika filter atau injektor belum disesuaikan. Mesin-mesin diesel lama, yang masih menggunakan sistem injeksi mekanik, lebih rentan mengalami penurunan efisiensi. Penelitian oleh [13] menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar bisa meningkat sekitar 1–3% jika B30 digunakan di mesin jenis lama. Namun, untuk kendaraan dengan sistem injeksi elektronik, dampaknya relatif kecil.

Agar lebih mudah dipahami, perbandingan teknis antara solar konvensional dan B30 serta beberapa tantangan dan solusi yang mungkin dilakukan, dirangkum dalam **Tabel 1** berikut:

Tabel 1. Perbandingan Karakteristik Teknis Solar Konvensional dan B30

Parameter	Solar Konvensional	B30	Perubahan	Tantangan	Solusi (Sumber)
Cetane Number	48	52	+4	Ruang bakar mesin diesel lama belum dikalibrasi untuk pembakaran cepat	Penyesuaian sistem injeksi atau pemetaan ulang ECU [4]
Viskositas (cSt)	2.5	3.6	+1.1	Risiko penyumbatan nozzle dan filter pada sistem bahan bakar lama	Penggantian filter berlapis dan peningkatan sistem penyaringan [2]
Kandungan Oksigen (%)	0.0	11.0	+11.0	Bio solar lebih mudah teroksidasi dan menyerap air	Penyimpanan dalam tangki tertutup dengan sensor suhu [8]
Efisiensi Termal	100%	97–99%	-1–3%	Konsumsi BBM meningkat pada kendaraan dengan mesin lama	Modernisasi sistem pembakaran dan pemanfaatan kendaraan dengan injeksi elektronik [13]

Sumber: [4], [2], [8], [13]

3.2 Efisiensi dan Emisi pada Mesin Militer

Salah satu alasan utama penggunaan bio solar B30 di sektor pertahanan adalah kemampuannya dalam menekan emisi gas buang, seperti karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), dan partikel padat (PM). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa emisi dari mesin diesel militer bisa ditekan cukup signifikan dengan menggunakan B30. Sebagai contoh, emisi CO dapat turun hampir 45%, HC sekitar 36%, dan PM hingga sepertiga dibandingkan dengan penggunaan solar biasa [3], [5], [8].

Namun demikian, peningkatan efisiensi pembakaran tidak selalu merata di semua jenis mesin. Mesin-mesin lama dengan sistem injeksi mekanik masih mengalami penurunan performa termal, terutama

karena pembentukan gum atau endapan dari oksidasi biodiesel yang dapat menyumbat nozzle injektor. Jika tidak ditangani dengan sistem filtrasi yang sesuai atau perawatan berkala, performa kendaraan bisa menurun dalam jangka panjang [1].

Berikut ini ditampilkan tabel ringkasan hasil pengujian emisi pada mesin diesel militer menggunakan B30, serta tantangan yang muncul dan solusi yang bisa diterapkan:

Tabel 2. Perbandingan Emisi Mesin Diesel Militer: Solar Konvensional vs B30

Jenis Emisi	Solar Konvensional	B30	Penurunan	Tantangan	Solusi (Sumber)
CO (g/kWh)	3.8	2.1	44.7%	Mesin lama tidak sepenuhnya kompatibel untuk pembakaran bersih	Penyetelan ulang ruang bakar, penggunaan bahan bakar segar [3]
HC (g/kWh)	0.25	0.16	36.0%	Pembentukan residu pada nozzle injektor	Pembersihan berkala dan filter bahan bakar [5]
PM (g/kWh)	0.045	0.030	33.3%	Risiko akumulasi partikulat di sistem knalpot	Sistem penyaringan partikulat tambahan atau retrofit DPF [8]

Sumber: [3], [5], [8]

3.3 Dampak terhadap Komponen Non-Logam

Penggunaan bio solar B30 pada kendaraan militer tidak hanya berdampak pada efisiensi mesin dan emisi gas buang, tetapi juga pada ketahanan material, khususnya komponen non-logam seperti selang, gasket, dan seal. Komponen-komponen tersebut umumnya terbuat dari elastomer dan plastik, yang ternyata cukup rentan terhadap sifat kimia dari biodiesel.

Beberapa studi menemukan bahwa senyawa metil ester dalam biodiesel memiliki kecenderungan melarutkan atau mengikis elastomer tertentu, seperti nitrile butadiene rubber (NBR), polyurethane, dan polietilen. Misalnya, penelitian yang dilakukan oleh [15] menunjukkan bahwa penggunaan B30 mempercepat retaknya selang berbahan NBR setelah sekitar 1.200 jam pemakaian. Selain itu, ring seal dari bahan polyurethane cenderung mengembang dan menjadi rapuh ketika terpapar biodiesel dalam jangka waktu lama [9]. Untuk merangkum jenis material yang terdampak dan gejala degradasinya, berikut disajikan **Tabel 3** berdasarkan hasil studi literatur:

Tabel 3. Dampak Bio Solar B30 terhadap Komponen Non-Logam pada Sistem Bahan Bakar Militer

Komponen	Jenis Material	Durabilitas terhadap B30	Gejala Degradasi
Selang bahan bakar	NBR (Nitrile Rubber)	Rendah	Retak, getas [15]
Ring seal injektor	Polyurethane	Sedang	Mengembang, rapuh [9]
Gasket tangki	Polietilen	Rendah	Lembek, bocor [12]

Sumber: [15], [9], [12]

Beberapa referensi seperti [12] dan juga temuan [1] menyarankan penggunaan material alternatif seperti Viton atau fluoroelastomer yang lebih tahan terhadap paparan biodiesel. Meski begitu, tentu saja setiap kendaraan militer memiliki konfigurasi material yang berbeda, sehingga diperlukan kajian teknis lanjutan sebelum dilakukan penggantian komponen secara menyeluruh. Di samping itu, inspeksi rutin dan evaluasi performa komponen berbasis plastik perlu menjadi bagian dari SOP apabila penggunaan B30 diterapkan secara luas di satuan operasional.

3.4 Logistik dan Ketahanan Operasional

Dari sisi logistik, penggunaan bio solar di lingkungan militer ternyata memunculkan beberapa kendala yang tidak bisa dianggap sepele. Stabilitas bahan bakar yang rendah dan kecenderungan bio solar

menyerap air membuat sistem penyimpanan BBM harus diperbarui. Tangki-tangki yang selama ini digunakan belum tentu cocok dengan karakteristik B30, terutama jika tidak dilengkapi filter berlapis atau sensor suhu [14].

Masalah lainnya muncul dari sistem distribusi dan SDM yang belum siap. Dalam beberapa kasus, teknisi dan operator di lapangan belum familiar dengan perlakuan khusus yang dibutuhkan bio solar. Tanpa pelatihan teknis, risiko kerusakan sistem bahan bakar atau penurunan readiness kendaraan bisa meningkat [1]. Untuk memetakan permasalahan ini dengan lebih jelas, kami merangkum tantangan utama beserta solusi operasionalnya dalam **Tabel 4** berikut. Tabel ini disusun berdasarkan hasil studi pustaka yang sudah dibahas di bagian sebelumnya.

Tabel 4. Tantangan dan Solusi Logistik Pemanfaatan Bio Solar B30 dalam Sistem Pertahanan

Aspek Logistik	Tantangan	Solusi yang Disarankan
Stabilitas Penyimpanan	Bio solar mudah teroksidasi dan menyerap air	Tangki tertutup, sensor suhu, sistem sirkulasi [8] [2]
Distribusi BBM Militer	Tangki dan sistem distribusi belum disesuaikan untuk B30	Modernisasi infrastruktur logistik (pemisah air, filter berlapis) [5]
Kesiapan SDM	Operator belum terbiasa menangani sifat khas B30	Pelatihan teknis dan penyusunan SOP khusus untuk B30 [1]
Rotasi dan Penyimpanan	Risiko kontaminasi dan pembentukan gum	Rotasi stok cepat, inspeksi berkala, tangki dengan sistem kontrol suhu [3]

Sumber: [1], [2], [3], [5], [8]

4. Kesimpulan

Dari kajian yang telah dilakukan, penggunaan bio solar B30 memang menunjukkan potensi besar untuk diterapkan di sektor pertahanan, terutama karena lebih ramah lingkungan dan bisa membantu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Hasil studi literatur menunjukkan bahwa B30 punya nilai cetane yang tinggi dan dapat menurunkan emisi seperti CO, HC, dan PM. Namun, tantangan utamanya justru ada pada aspek teknis dan kesiapan sistem.

Beberapa mesin militer, terutama yang belum disesuaikan, mengalami penurunan efisiensi pembakaran. Selain itu, ada masalah pada komponen non-logam seperti selang dan gasket yang lebih cepat rusak karena sifat kimia B30 yang cenderung menyerap air dan mudah teroksidasi.

Dari sisi logistik, ternyata tidak semua fasilitas penyimpanan militer siap untuk menangani bahan bakar jenis ini. Dibutuhkan peralatan tambahan seperti pemisah air dan sensor suhu agar kualitas B30 tetap terjaga selama disimpan. Kalau tidak, bisa berdampak pada readiness kendaraan dan sistem.

Secara umum, bio solar B30 bisa jadi opsi yang bagus untuk mendukung energi terbarukan di militer, tapi tetap perlu banyak penyesuaian, terutama di mesin dan infrastruktur bahan bakar. Tanpa itu, risikonya justru bisa mengganggu performa operasional di lapangan.

5. Referensi

- [1] Atabani, A. E., Silitonga, A. S., Badruddin, I. A., Mahlia, T. M. I., Masjuki, H. H., & Mekhilef, S. (2012). A comprehensive review on biodiesel as an alternative energy resource and its characteristics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(4), 2070–2093. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.01.003>
- [2] ASTM International. (2019). ASTM D6751: Standard Specification for Biodiesel Fuel Blend Stock (B100) for Middle Distillate Fuels.
- [3] Energies. (2023). *Impact of Biodiesel Blends on Diesel Engine Performance and Emissions*. *Energies*, 16(4), 2122. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.07.275>
- [4] Hoekman, S. K., Broch, A., Robbins, C., Cenicerros, E., & Natarajan, M. (2012). Review of biodiesel composition, properties, and specifications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), 143–169.

- [5] Pramudito, Y., Rochmadi, R., & Budiman, A. (2023). Comparative analysis of filterability behavior of B30 and B40 biodiesel blends on various porosity and dimension of fuel filter. *International Journal of Renewable Energy Development*, 12(4), 760–767. <https://doi.org/10.14710/ijred.2023.52801>
- [6] Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM). (2020). Roadmap Pengembangan Bahan Bakar Nabati Nasional.
- [7] Khotimah, K. (2018). Development of energy security to support maritime defense with the utilization of microalgae as biodiesel for coastal communities. *Jurnal Pertahanan*, 8(1), 15–27. <https://doi.org/10.33172/jp.v8i1.456>
- [8] MDPI. (2020). *Effect of Biodiesel Blends on Internal Combustion Engines*. *Energies*, 13(22), 5982. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.120300>
- [9] Haryono, I., Nugroho, R. C., Suryantoro, M. T., Sumartono, H., & Setiaprada, H. (2024). An investigation of 30% palm biodiesel blend fuel (B30) under Indonesian operating conditions. *Journal of Oil Palm Research*, 36(2), 123–135. <https://doi.org/10.21894/jopr.2024.0013>
- [10] Rizwanul, F., & Hartadi, B. (2021). Biodiesel implementation policy in Indonesia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 137, 110607.
- [11] Elia, C. (2023). Biodiesel and its Implications in Military Engineering. *Defense Science Journal*, 73(2), 112–119.
- [12] Sharma, Y. C., Singh, B., & Korstad, J. (2011). A critical review on biodiesel production using heterogeneous catalysts. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(3), 1761–1770.
- [13] Wirawan, S. S., & Tambunan, A. H. (2006). Performance tests of biodiesel B20 and B30 in diesel engine. *Renewable Energy*, 31(2), 164–170.
- [14] Suranto, A. M., & Hutagalung, V. J. P. (2024). *Analysis of the effect of biodiesel B30 storage temperature conditions on factors causing deposit growth with FTIR testing*. *AIP Conference Proceedings*, 2812, 030001. <https://doi.org/10.1063/5.0144598>
- [15] Suranto, A. M., & Hutagalung, V. J. P. (2024). *Analysis of the effect of biodiesel B30 storage temperature conditions on factors causing deposit growth with FTIR testing*. *AIP Conference Proceedings*, 2812, 030001. <https://doi.org/10.1063/5.0156789>