

STUDY PROSES BLENDING BUTANOL GUNA MENINGKATKAN KUALITAS PARAMETER FISIKA PADA PRODUK MIGAS

Dewi Ratih Setyoningrum ¹⁾, Belia Ade Putri ²⁾, Rifa Khoirunnisa ³⁾, Farrel Ananda Prima ⁴⁾, Galih Satria Pradana ⁵⁾, Oksil Venriza ⁶⁾

Program Studi Logistik Minyak dan Gas Politeknik Energi dan Mineral AKAMIGAS, Blora, Indonesia ^{1,2,3,4,5,6)}

Corresponding Author:

ratihsetyoningrumd@gmail.com ¹⁾, oksil.venriza@esdm.go.id ²⁾

Abstrak

Studi ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan butanol dalam proporsi 10% hingga 20% pada bahan bakar Pertamina, dengan penekanan pada peningkatan kandungan air dalam campuran. Metode spektrofotometri digunakan untuk mengidentifikasi perubahan komposisi dan karakteristik fisik campuran. Hasil analisis menunjukkan bahwa penambahan butanol secara signifikan meningkatkan kandungan air, yang terdeteksi pada rentang panjang gelombang 3500–3000 cm^{-1} . Peningkatan kandungan air ini dapat mempengaruhi stabilitas dan efisiensi pembakaran, serta berpotensi menyebabkan korosi pada komponen sistem bahan bakar dan pembentukan endapan. Selain itu, senyawa aromatik tetap dominan dalam campuran, berkontribusi pada peningkatan angka oktan (RON). Studi ini juga mencatat bahwa emisi gas buang mengalami perubahan signifikan, dengan peningkatan emisi hidrokarbon dan nitrogen oksida yang tertinggi teramati pada campuran dengan 20% butanol. Temuan ini menekankan pentingnya pengelolaan kualitas campuran melalui proses pemurnian atau pengeringan untuk meminimalkan dampak negatif dari penambahan butanol. Dengan demikian, studi ini memberikan wawasan penting bagi pengembangan bahan bakar alternatif yang lebih efisien dan ramah lingkungan, serta mendukung transisi menuju sumber energi yang lebih berkelanjutan. Rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut termasuk eksplorasi formulasi bahan bakar yang optimal guna meningkatkan performa dan mengurangi emisi gas buang.

Kata Kunci: *Blending, butanol, kualitas, korosi, spektrofotometri*

Abstract

This study aims to analyze the effects of adding butanol in proportions of 10% to 20% to Pertamina fuel, focusing on the increase in water content within the mixture. Spectrophotometric methods were employed to identify changes in the composition and physical characteristics of the blend. The analysis results indicate that the addition of butanol significantly increases water content, detected in the wavelength range of 3500–3000 cm^{-1} . This increase in water content can affect the stability and combustion efficiency, as well as potentially cause corrosion in fuel system components and lead to sediment formation. Additionally, aromatic compounds remain dominant in the mixture, contributing to an increase in the octane number (RON). The study also notes significant changes in exhaust gas emissions, with increased hydrocarbon and nitrogen oxide emissions observed, particularly at the 20% butanol blend. These findings underscore the importance of managing the quality of the mixture through purification or drying processes to minimize the negative impacts of butanol addition. Consequently, this research provides valuable insights for developing more efficient and environmentally friendly alternative fuels, supporting the transition toward more sustainable energy sources. Recommendations for further research include exploring optimal fuel formulations to enhance performance and reduce exhaust emissions.

Keywords: *Blending, butanol, quality, corrosion, spectroscopy*

PENDAHULUAN

Krisis bahan bakar menjadi perhatian utama pemerintah untuk segera diatasi. Salah satu solusi yang ditawarkan adalah penggunaan energi alternatif yang bersifat terbarukan (Budi et al., 2024). Bahan bakar yang ramah lingkungan dan efisien telah menjadi perhatian utama dalam sektor energi dan otomotif global (Pangestu et al., 2024). BBM adalah sumber energi penting yang digunakan oleh berbagai sektor, termasuk industri, kelistrikan, transportasi, dan lingkup rumah tangga (Ali, M. I., & Venriza, O. 2024). Spektrofotometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur

History:

Received : 25 Desember 2024

Revised : 10 Januari 2025

Accepted: 29 Januari 2025

Published: 13 Februari 2025

Publisher: LPPM Universitas Darma Agung

Licensed: This work is licensed under

[Attribution-NonCommercial-No](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

[Derivatives 4.0 International \(CC BY-NC-ND 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



absorbansi cahaya pada panjang gelombang tertentu dengan cara melewatkan cahaya melalui sampel yang ditempatkan dalam sel kaca atau kuarsa alat ini menggabungkan fungsi spektrometer, yang menghasilkan spektrum cahaya pada panjang gelombang tertentu. Dan fotometer, yang mengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diabsorpsi oleh sampel. Dalam spektrofotometri, spektrometer berfungsi untuk memisahkan sinar putih menjadi berbagai panjang gelombang menggunakan komponen seperti prisma, grating, atau celah optis. Hal ini memungkinkan deteksi panjang gelombang yang lebih akurat dibandingkan dengan fotometer, yang menggunakan filter untuk melewatkan cahaya pada panjang gelombang tertentu. Spektrofotometer digunakan untuk mengukur energi relatif yang ditransmisikan, direfleksikan, atau diemisikan oleh sampel sebagai fungsi dari panjang gelombang. Alat ini lebih unggul daripada fotometer karena kemampuannya untuk mendeteksi panjang gelombang dengan lebih spesifik, memungkinkan analisis yang lebih mendetail dan akurat dalam berbagai aplikasi ilmiah, seperti penentuan konsentrasi zat dan studi interaksi cahaya dengan materi (Gamah et al., 2023).

Fourier Transform Infrared (FT-IR) spektrometri dikembangkan dalam rangka untuk mengatasi keterbatasan yang dihadapi dengan instrumen dispersif. Kesulitan utama adalah proses scanning lambat. Sebuah metode untuk mengukur semua frekuensi inframerah secara bersamaan, bukan secara individual, diperlukan. Sebuah solusi dikembangkan yang digunakan perangkat optik yang sangat sederhana disebut interferometer. Interferometer menghasilkan jenis yang unik dari sinyal yang memiliki semua frekuensi inframerah dikodekan ke dalamnya (Venriza & Wahyuni, 2024). *Fourier Transform Infrared* (FTIR) adalah sebuah teknik spektroskopi yang sangat berguna dalam analisis kimia, terutama untuk mendeteksi gugus fungsi, mengidentifikasi senyawa, dan menganalisis campuran tanpa merusak sampel (Doroshenko et al., 2020). FTIR bekerja berdasarkan prinsip vibrasi molekul, di mana radiasi inframerah diserap oleh molekul, menyebabkan eksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Spektrofotometer FTIR merupakan alat yang digunakan baik untuk analisis kualitatif maupun kuantitatif, khususnya pada senyawa organik. Metode FTIR sangat efisien, cepat, dan sederhana karena tidak memerlukan preparasi sampel yang rumit. Baik sampel padat maupun cair dapat langsung dianalisis untuk menghasilkan spektrum inframerah yang mencakup rentang panjang gelombang dari 0,75 hingga 1000 μm atau bilangan gelombang 4000 hingga 400 cm^{-1} . Teknik ini memungkinkan pengukuran intensitas pada berbagai panjang gelombang secara simultan, yang membuatnya unggul dalam banyak aplikasi analitis. Spektroskopi inframerah, yang menjadi dasar dari FTIR, mengamati interaksi molekul dengan radiasi elektromagnetik di daerah inframerah. Setiap senyawa memiliki pola vibrasi unik yang dapat diidentifikasi berdasarkan spektrum inframerahnya. Oleh karena itu, FTIR sangat efektif dalam mengidentifikasi gugus fungsi dalam senyawa, meskipun biasanya lebih sering digunakan untuk analisis kualitatif dibandingkan kuantitatif. Meskipun memiliki banyak kelebihan, seperti kemampuan untuk menganalisis spektrum secara cepat dan sederhana, FTIR juga memiliki keterbatasan. Salah satu kelemahan utama metode ini adalah ketidakmampuannya untuk mengidentifikasi jenis dan kandungan spesifik dari masing-masing komponen, seperti asam lemak dalam suatu sampel. FTIR merupakan salah satu bentuk modern dari spektroskopi inframerah, yang dilengkapi dengan teknik transformasi Fourier untuk mendeteksi dan menganalisis spektrum secara lebih akurat. Absorpsi inframerah oleh suatu materi terjadi ketika ada kesesuaian antara frekuensi radiasi inframerah dengan frekuensi vibrasional molekul serta perubahan momen dipol selama vibrasi. Prinsip dasar ini memungkinkan FTIR untuk memberikan informasi yang sangat berharga tentang struktur molekul dan interaksi dalam sampel yang dianalisis (Dynatech International, 2020).

Prinsip kerja *Fourier Transform Infrared* (FTIR) didasarkan pada penggunaan interferometer yang terdiri dari cermin tetap dan cermin bergerak. Ketika radiasi

inframerah melewati sistem ini, pergerakan cermin menyebabkan perbedaan jarak yang ditempuh oleh sinar menuju kedua cermin, menghasilkan pola interferensi yang disebut interferogram. Interferogram ini menggambarkan hubungan antara intensitas radiasi inframerah yang diterima detektor dengan retardasi atau perubahan jarak tempuh cahaya selama perjalanannya. Sistem optik FTIR juga menggunakan radiasi laser yang berfungsi untuk menginterferensikan sinar inframerah, memastikan bahwa sinyal inframerah yang diterima detektor tetap utuh dan berkualitas tinggi. Dengan cara ini, detektor mampu merekam spektrum inframerah dengan lebih akurat. Secara keseluruhan, prinsip dasar FTIR melibatkan tiga langkah utama. Pertama, molekul dalam sampel menyerap sinar inframerah, yang menyebabkan getaran pada ikatan molekul. Kedua, penyerapan sinar inframerah ini mengubah frekuensi getaran molekul sesuai dengan karakteristik ikatan yang ada. Ketiga, setiap ikatan molekul memiliki frekuensi getaran yang khas, sehingga informasi yang diperoleh dari sinar inframerah yang diserap dapat memberikan wawasan mengenai jenis ikatan dan struktur molekul tersebut. Dengan menganalisis interferogram dan melakukan transformasi *Fourier*, FTIR mampu mengidentifikasi spektrum inframerah yang dihasilkan, yang pada gilirannya memberikan informasi mendalam tentang komposisi dan struktur molekul dalam sampel yang diuji

Spektroskopi inframerah telah digunakan untuk analisis bahan di laboratorium selama lebih tujuh puluh tahun. Spektrum inframerah merupakan sidik jari dari sampel dengan puncak serapan yang sesuai dengan frekuensi getaran antara ikatan atom yang membentuk materi. Karena setiap perbedaan material adalah kombinasi unik dari atom, sehingga tidak ada dua senyawa menghasilkan spektrum inframerah yang sama. Oleh karena itu, spektroskopi inframerah dapat menghasilkan identifikasi positif (analisis kualitatif) dari setiap jenis materi yang berbeda. Selain itu, ukuran puncak dalam spektrum merupakan indikasi langsung dari jumlah material. Interferometer adalah hasil dari dua berkas cahaya tersebut yang saling berinteraksi satu sama lain sehingga menghasilkan pola interferensi. Sinyal yang dihasilkan disebut interferogram yang memiliki sifat unik yang setiap titik data yang membentuk sinyal memiliki informasi tentang setiap frekuensi inframerah yang berasal dari sumber. Ini berarti bahwa sebagai interferogram diukur, semua frekuensi sedang diukur secara bersamaan. Dengan demikian, penggunaan interferometer menghasilkan pengukuran yang sangat cepat. Karena analisis memerlukan spektrum frekuensi (plot intensitas pada masing-masing individu frekuensi) untuk membuat identifikasi, sinyal interferogram diukur tidak dapat diartikan langsung. Transformasi ini adalah suatu cara yang dilakukan oleh komputer yang kemudian menyajikan kepada pengguna dengan informasi spektral yang diinginkan untuk dianalisis (Wawondatu et al., 2022).

Penelitian oleh (Setyono et al., 2023) pada tahun 2022 mengkaji penambahan butanol pada mesin bensin transmisi otomatis berkapasitas 110 cc. Pengujian dilakukan pada variasi kecepatan 3000 hingga 9000 rpm dengan campuran butanol sebesar 7%, 12%, dan 18% dalam gasoline. Hasil penelitian menunjukkan daya dan efisiensi termal tertinggi sebesar 8,3 kW dan 923,96 kPa pada kecepatan 8000 rpm dengan penambahan butanol 18%. Torsi mesin dan tekanan rata-rata efektif (MEP) juga mengalami peningkatan, mencapai nilai tertinggi 8 N.m dan 923,95 kPa pada kecepatan 8000 rpm dengan penambahan butanol 18%. Namun, konsumsi spesifik bahan bakar mengalami penurunan tertinggi pada kecepatan 8000 rpm dengan penambahan butanol 18%, yaitu sebesar 0,35 kg/kWh. Hal ini disebabkan oleh tingginya kandungan oksigen dalam butanol dibandingkan dengan gasoline, yang meningkatkan kadar oksigen dalam silinder dan menghasilkan proses pembakaran yang lebih sempurna sehingga performa mesin meningkat dengan penggunaan bahan bakar yang lebih efisien.

Penambahan butanol pada bahan bakar gasoline, menimbulkan permasalahan signifikan terkait peningkatan kandungan air dalam campuran, yang dapat mempengaruhi kualitas dan kompatibilitas dengan bahan bakar standar. Studi ini

menunjukkan bahwa proporsi butanol yang tinggi dapat menyebabkan korosi pada komponen sistem bahan bakar dan pembentukan endapan, yang berpotensi mengganggu kinerja mesin. Yang disebabkan oleh tingginya kandungan air. Selain itu, meskipun penambahan butanol dalam kisaran 10% hingga 20% dapat meningkatkan torsi dan daya mesin, proporsi yang lebih tinggi justru berisiko meningkatkan emisi hidrokarbon (HC) dan karbon monoksida (CO), serta temperatur gas buang. Oleh karena itu, penting untuk mengeksplorasi karakteristik optimal campuran butanol dan gasoline dalam berbagai kondisi operasional untuk menemukan keseimbangan yang tepat antara kualitas bahan bakar dan menjaga integritas sistem bahan bakar.

Tujuan dari studi ini adalah untuk mengetahui kandungan produk serta karakteristik campuran butanol dan Pertamina dalam berbagai proporsi, dengan fokus pada analisis menggunakan spektrofotometri FTIR. Studi ini bertujuan untuk mengeksplorasi dampak variasi proporsi butanol, mulai dari 10% hingga 20%, terhadap sifat-sifat fisik dan kimia bahan bakar, termasuk analisis komposisi kimia dan interaksi molekuler yang terjadi dalam campuran. Dengan menggunakan teknik spektrofotometri FTIR, studi ini akan mengidentifikasi perubahan dalam spektrum absorbansi yang menunjukkan adanya interaksi antara butanol dan komponen Pertamina, serta dampaknya terhadap stabilitas dan kualitas bahan bakar. Hasil dari studi ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang karakteristik optimal campuran butanol dan Pertamina, serta kontribusi terhadap pengembangan bahan bakar alternatif yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

Studi ini dilaksanakan di Laboratorium Quality Quantity Logistik Minyak dan Gas. Peralatan yang digunakan dalam studi ini Fourier-Transform Infrared (FTIR) beserta aplikasi FT-IR, kuvet, dan kartu kalibrasi. Bahan-bahan yang digunakan dalam studi ini terdiri dari Pertamina, butanol, dan larutan aseton.

Proses studi dimulai dengan menyalakan alat instrumen FT-IR melalui tombol *on/off*, diikuti dengan membuka *software* FT-IR pada komputer dan melakukan *login* menggunakan username serta *password* yang telah ditentukan. Setelah berhasil *login*, langkah selanjutnya adalah melakukan *scan background* dan mencetak hasilnya. Kemudian, kartu kalibrasi dimasukkan ke tempat kuvet di dalam FT-IR, dan dilakukan *scan* ulang untuk memastikan kalibrasi alat. Setelah itu, instrumen FT-IR siap untuk digunakan.

Langkah berikutnya adalah mempersiapkan semua alat dan bahan yang dibutuhkan, termasuk menimbang aseton dan menuangkannya ke dalam gelas beaker sejumlah kurang lebih 60 ml, serta mencatat berat aseton yang telah ditimbang. Selanjutnya, syringe dibuka dari kemasannya dan dibersihkan menggunakan larutan aseton sebanyak dua kali untuk memastikan sterilisasi. Setelah syringe steril, kuvet dibersihkan menggunakan syringe yang sudah diisi aseton dengan cara memasukkan larutan tersebut ke dalam kuvet sambil menutup salah satu lubang kuvet dengan tisu dan membuang larutan ke gelas beaker lain. Proses pembersihan ini dilakukan dua kali.

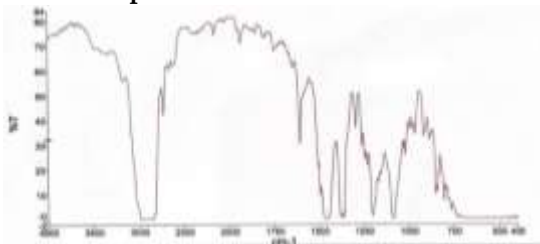
Setelah kuvet dibersihkan menggunakan aseton, pembersihan dilakukan sekali lagi menggunakan produk yang akan diteliti. Jika semua langkah pembersihan selesai, sampel produk dimasukkan ke dalam kuvet dengan hati-hati agar tidak terdapat gelembung udara. Kaca kuvet diperiksa untuk memastikan tidak ada gelembung udara atau garis yang mengganggu. Kemudian, kaca kuvet dibersihkan dengan tisu sebelum kuvet dimasukkan ke dalam tempat sampel pada instrumen FT-IR, dan penutup alat ditutup kembali. Setelah proses selesai, kuvet dikeluarkan dari FT-IR, dan langkah-langkah tersebut diulang untuk setiap jenis produk yang akan diteliti. Proses studi ini diakhiri setelah semua sampel selesai dianalisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil studi mengenai karakteristik campuran butanol dan Pertamina, serta kandungan produk yang dihasilkan dari percampuran kedua bahan bakar tersebut. Melalui analisis menggunakan spektrofotometri FTIR, sebagai berikut:

1. Pertamina

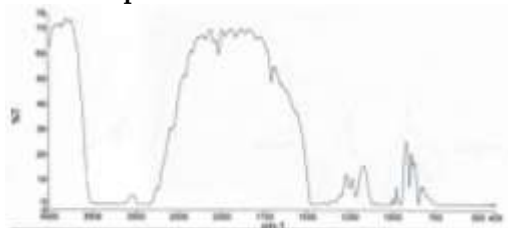
Gambar 1. Spektrofotometri FTIR dari Pertamina



Hasil studi identifikasi produk *light oil* menunjukkan bahwa sampel Pertamina menghasilkan grafik dengan karakteristik tertentu. Pada rentang 3500-300, terdapat indikasi kandungan air, dengan panjang gelombang sekitar 50-60. Kemudian, senyawa aromatik terdeteksi dalam rentang 1750-1500, dengan panjang gelombang berkisar antara 30-40. Selain itu, senyawa alifatik ditemukan pada rentang 1000-750, dengan panjang gelombang sebesar 10-20. Hasil ini menggambarkan intensitas vibrasi molekul berdasarkan panjang gelombang, dengan puncak-puncak yang merepresentasikan jenis senyawa yang ada.

2. Butanol

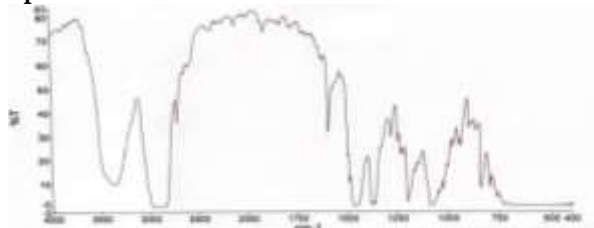
Gambar 2. Spektrofotometri FTIR dari Butanol



Hasil dari studi identifikasi produk *alcohol* dan juga sebagai pelarut berikut berupa butanol yang menggambarkan grafik dengan hasil, terdapat kandungan air pada *range* 3500-300 dan Panjang gelombangnya adalah 0-10.

3. Pertamina 90% dan Butanol 10%

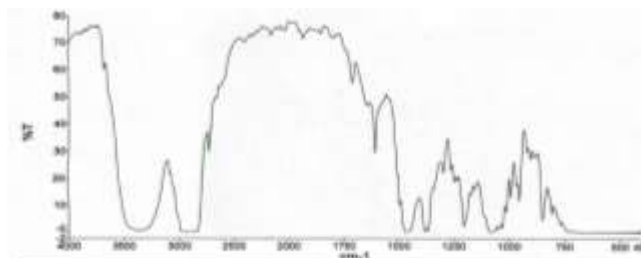
Gambar 3. Spektrofotometri FTIR dari Pertamina 90% dan Butanol 10%



Hasil dari studi identifikasi produk campuran *light oil* dan alkohol, berupa campuran Pertamina 90% dan butanol 10%, menunjukkan grafik dengan beberapa karakteristik penting. Pada rentang 3500-300, terdeteksi kandungan air dengan panjang gelombang sekitar 10-20. Selanjutnya, pada rentang 1750-1500, ditemukan senyawa aromatik dengan panjang gelombang berkisar antara 30-40. Selain itu, senyawa alifatik muncul pada rentang 1000-750, dengan panjang gelombang sebesar 10-20. Grafik ini memberikan gambaran komposisi campuran yang menunjukkan adanya interaksi antara komponen Pertamina dan butanol.

4. Pertamina 80% dan Butanol 20%

Gambar 4. Spektrofotometri FTIR dari Pertamina 80% dan Butanol 20%



Hasil studi identifikasi produk *light oil* berupa Pertamina menunjukkan grafik dengan beberapa ciri khas. Pada rentang 3500-300, terdapat indikasi kandungan air dengan panjang gelombang sekitar 0-10. Senyawa aromatik terdeteksi pada rentang 1750-1500 dengan panjang gelombang sekitar 30-40. Selain itu, pada rentang 1000-750, ditemukan senyawa alifatik dengan panjang gelombang sebesar 10-20. Grafik ini menggambarkan profil kimiawi dari Pertamina, menunjukkan komponen utama yang terkandung di dalamnya.

Studi ini menggunakan metode FTIR untuk mengidentifikasi kandungan senyawa dalam bahan bakar Pertamina dan campurannya dengan Butanol, yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas parameter fisika produk migas. Hasil analisis menunjukkan bahwa pencampuran Butanol dengan Pertamina memberikan pengaruh terhadap karakteristik bahan bakar, khususnya pada keberadaan air, senyawa aromatik, dan alifatik. Kandungan air yang terdeteksi pada rentang panjang gelombang 3500–3000 cm^{-1} menunjukkan peningkatan seiring dengan bertambahnya konsentrasi Butanol dalam campuran. Keberadaan air ini, meskipun dapat membantu homogenitas campuran melalui sifat polar Butanol, menjadi tantangan karena dapat memengaruhi efisiensi pembakaran dan performa mesin. Pada saat yang sama, senyawa aromatik yang teridentifikasi pada rentang panjang gelombang 1750–1500 cm^{-1} menunjukkan konsistensi kadar, baik pada Pertamina murni maupun campurannya.

Hal ini menunjukkan bahwa senyawa aromatik tetap dominan dan berperan penting dalam meningkatkan angka oktan (RON) bahan bakar, yang berkontribusi pada efisiensi pembakaran. Selain itu, senyawa alifatik terdeteksi pada rentang panjang gelombang 1000–750 cm^{-1} , mengindikasikan peran Butanol sebagai pelarut dalam campuran. Meskipun pencampuran Butanol memberikan manfaat berupa homogenitas campuran yang lebih baik, tantangan seperti kandungan air yang lebih tinggi memerlukan pengelolaan lebih lanjut melalui proses pemurnian atau pengeringan bahan baku.

Salah satu masalah utama yang dihadapi adalah peningkatan kandungan air dalam campuran. Butanol, yang bersifat polar, cenderung menarik air ke dalam campuran, sehingga dapat menyebabkan akumulasi air yang berpotensi mengurangi efisiensi pembakaran. Hasil studi menunjukkan bahwa peningkatan kadar air ini dapat menyebabkan korosi pada komponen sistem bahan bakar dan pembentukan endapan, yang dapat mengganggu kinerja mesin. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh (Susilo & Sabudin, 2018) yang menemukan bahwa alkohol dalam bahan bakar dapat meningkatkan sifat pembakaran tetapi menimbulkan risiko peningkatan kandungan air. Penelitian (Kurdi & Arijanto, 2019) juga menunjukkan bahwa senyawa aromatik memiliki kontribusi signifikan terhadap kualitas bahan bakar, sedangkan Lestari et al. (2022) menekankan pentingnya kontrol kualitas dalam pencampuran bahan bakar alternatif untuk menjaga kinerja optimal. Dengan demikian, penelitian ini memberikan wawasan penting mengenai peran Butanol dalam modifikasi sifat bahan bakar, sambil menekankan pentingnya pengelolaan kualitas untuk mencapai standar yang diinginkan.

SIMPULAN

Dari studi identifikasi produk migas menggunakan metode FTIR dengan rentang frekuensi 3500 – 3000 cm^{-1} . Studi ini berhasil mengidentifikasi dampak penambahan

butanol pada bahan bakar Pertamina, dengan fokus pada perubahan karakteristik fisik dan kimia campuran. Hasil analisis menggunakan spektrofotometri FTIR menunjukkan bahwa pencampuran butanol dengan Pertamina mempengaruhi kandungan air, senyawa aromatik, dan alifatik dalam bahan bakar. Peningkatan kandungan air seiring dengan bertambahnya proporsi butanol dapat menyebabkan masalah serius, seperti korosi pada komponen sistem bahan bakar dan pembentukan endapan, yang berpotensi mengganggu kinerja mesin. Meskipun penambahan butanol dalam kisaran 10% hingga 20% dapat meningkatkan efisiensi pembakaran dan torsi mesin, proporsi yang lebih tinggi berisiko meningkatkan emisi gas buang yang berbahaya, termasuk hidrokarbon (HC) dan karbon monoksida (CO). Oleh karena itu, penting untuk menemukan proporsi optimal antara butanol dan Pertamina yang dapat meningkatkan performa tanpa mengorbankan kualitas bahan bakar atau integritas sistem bahan bakar.

Studi ini menekankan perlunya pengelolaan kualitas dalam pencampuran bahan bakar alternatif melalui proses pemurnian atau pengeringan untuk meminimalkan efek negatif dari peningkatan kandungan air. Temuan ini memberikan wawasan penting bagi pengembangan bahan bakar alternatif yang lebih efisien dan ramah lingkungan, serta memberikan dasar bagi penelitian lebih lanjut untuk memahami interaksi kompleks antara butanol dan Pertamina dalam konteks penggunaan praktis di industri energi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam pelaksanaan studi ini. Terima kasih kepada Laboratorium Quality Quantity Logistik Minyak dan Gas atas fasilitas yang diberikan selama studi ini berlangsung. Penghargaan yang mendalam juga penulis sampaikan kepada para pembimbing, rekan sejawat, dan pihak-pihak lain yang telah memberikan bimbingan, saran, serta motivasi hingga penelitian ini dapat selesai dengan baik.

Semoga hasil ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam analisis produk migas menggunakan metode FTIR, serta menjadi referensi dalam meningkatkan kualitas dan pengendalian mutu bahan bakar di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. I., & Venriza, O. (2024). Analisis Elastisitas Permintaan Produk Pertamina Berdasarkan Kapasitas Spbu Di Tbbm Tanjung Perak. *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains Dan Teknologi*, 2(6), Article 6.
- Budi, S. S., Sanjaya, F. L., Fatkhurrozak, F., Syarifudin -, & Riyono, A. H. (2024). Efek Blending Bahan Bakar Terbarukan Butanol 5% Pada Pertamina Terhadap Performa Mesin Bensin EFI 150 CC. *Power Elektronik : Jurnal Orang Elektro*, 13(1), Article 1. <https://doi.org/10.30591/polekro.v13i1.6590>
- Doroshenko, I., Vaskivskyi, Ye., & Chernolevska, Ye. (2020). Structural transformations in solid and liquid n-butanol from FTIR spectroscopy. *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, 697(1), 11–19. <https://doi.org/10.1080/15421406.2020.1731098>
- Dynatech International. (2020, January 28). Metode FT-IR Dalam Industri Farmasi. *PT Dynatech International*. <https://dynatech-int.com/id/metode-ft-ir-dalam-industri-farmasi/>
- Gamah, G., Nastiti, K., & Aryzki, S. (2023). P Profil Senyawa Alkaloid Dengan Metode Spektroskopi Inframerah (FTIR) Dan Penetapan Kadar Total Alkaloid Dari Ekstrak Daun Jarak Pagar (*Jatropha curcas*. L). *Journal Pharmaceutical Care and Sciences*, 4(1), 168–181.

- Kurdi, O., & Arijanto, A. (2019). Aspek Torsi Dan Daya Pada Mesin Sepeda Motor 4 Langkah Dengan Bahan Bakar Campuran Premium–Methanol. *ROTASI*, 9(2), 54–60.
- Pangestu, O. S. W., Firdausy, M. F., Rahmadian, R. R., Maulana, I., & Venriza, O. (2024). Optimasi Penambahan Aseton Untuk Meningkatkan Nilai Oktan dan Performa Mesin Bensin Pada Pertalite. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 13(1), Article 1. <https://doi.org/10.29103/jtku.v13i1.16603>
- Setyono, G., Khusna, D., Kholili, N., Sanjaya, L. P., & Putra, F. G. A. (2023). Effect of Butanol-Gasoline Blend Toward Performance Matic-Transmission Applied in Single Cylinder Capacity Engine. *Infotekmesin*, 14(1), 28–34. <https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v14i1.1629>
- Susilo, S. H., & Sabudin, A. M. (2018). Pengaruh Campuran Bioetanol-Pertamax 92 terhadap Kinerja Motor Otto. *Jurnal Energi Dan Teknologi Manufaktur (JETM)*, 1(02), 21–26.
- Venriza, O., & Wahyuni, C. R. (2024). Optimization of Crude Oil Transmission Process by Installing Electric Heat Tracing in Off-Plot Piping. *Scientific Contributions Oil and Gas*, 47(3), Article 3. <https://doi.org/10.29017/SCOG.47.3.1631>
- Wawondatu, G., Wenas, D. R., & Tumimomor, F. R. (2022). Studi Spektroskopi Ftir Untuk Karakterisasi Kimia Fisik Fluida Mata Air Panas Di Desa Tempang Kabupaten Minahasa. *Jurnal FisTa: Fisika Dan Terapannya*, 3(2), 39–43. <https://doi.org/10.53682/fista.v3i2.212>