



Studi Operasi Penimbunan Terhadap Kualitas Produk Biosolar Pada Tangki Timbun

Oksil Venriza^{1*}, Dimas Priantoro¹

¹ Program Studi Logistik Minyak dan Gas, Politeknik Energi dan Mineral AKAMIGAS
 Jl. Gaja Mada No. 38 Mentul Karangboyo Cepu Blora Jawa Tengah, 58315

^{1*}email : oksil.venriza@esdm.go.id

¹email : dimaspriantoro3@gmail.com

Received: ⁴th May 2023; Revised: ¹⁴th June 2023; Accepted: ⁴th July 2023

Abstrak

Pengembangan program bahan bakar ramah lingkungan salah satunya program biosolar yang merupakan *blending* antara FAME dengan minyak solar menjadi salah satu fokus pengembangan energi baru terbarukan saat ini, sehingga tidak terlepas dari persoalan logistik, utamanya dari segi penerimaan, penimbunan, dan penyaluran produk biosolar tersebut, Biosolar memiliki karakteristik yang sedikit berbeda dengan minyak solar murni sehingga menjadi suatu bahan kajian dalam proses penimbunan produk tersebut, kajian terhadap proses penimbunan produk biosolar dimaksudkan untuk mengetahui faktor-faktor kesalahan yang terjadi saat proses penimbunan serta bagaimana antisipasi yang bisa dilakukan untuk tetap menjaga kualitas produk biosolar tersebut, operasi penimbunan merupakan serangkaian proses pada alur logistik produk bahan bakar minyak, dalam operasi penimbunan penting sekali mengetahui performa dari alat utama yang digunakan untuk menimbun produk tersebut yakni tangki timbun, kompatibilitas tangki timbun dan produk yang akan disimpan haruslah diselaraskan, keberadaan air dan kontaminan juga perlu diminimalisasi guna menjaga produk yang disimpan agar tetap *onspecc* sehingga kualitas dari biosolar dapat terjaga dengan dalam jangka waktu yang lama. Dalam proses penimbunan produk tentu ada masalah – masalah yang terjadi satu diantaranya adalah kontaminasi air terhadap produk biosolar tersebut, oleh karena itu perlunya ditambahkan antioksidan guna mencegah terjadinya proses oksidasi yang dapat mengakibatkan terbentuknya air.

Kata kunci : biosolar, penimbunan, kualitas, oksidasi, kontaminasi.

Abstract

The development of environmentally friendly fuel programs, one of which is the biodiesel program, which is a blending of FAME and diesel oil, is one of the focuses of developing new renewable energy currently, so that it is inseparable from logistical issues, especially in terms of receiving, stockpiling, and distributing the biodiesel product. biofuel has characteristics that are slightly different from pure diesel oil so that it becomes a study material in the process of storing these products, studies of the process of storing biodiesel products are intended to find out the factors of errors that occur during the stockpiling process and how anticipation can be made to maintain the quality of these biodiesel products, the stockpiling operation is a series of processes in the logistics flow of fuel oil products, in stockpiling operations it is very important to know the performance of the main equipment used to store the product, namely storage tanks, compatibility storage tank and the product to be stored must be aligned, the presence of water and contaminants also needs to be minimized in order to keep the stored product on spec so that the quality of biodiesel can be maintained for a long time. In the product stockpiling process, of course there are problems - problems that occur, one of which is water contamination of the biofuel product, therefore it is necessary to add antioxidants to prevent the oxidation process from occurring which can result in the formation of water.

Keywords : biofuel, stockpiling, quality, oxidation, contamination.

I. PENDAHULUAN

Bioenergi adalah energi terbarukan yang didapatkan dari sumber biologis, umumnya biomassa. Biomassa adalah bahan

organik yang menyimpan energi cahaya matahari dalam bentuk energi kimia. Biomassa dapat berbentuk cair, gas, dan padat. Salah satu jenis bioenergi yang dapat langsung dimanfaatkan adalah yang berbentuk cair. Bioenergi berbentuk cair dapat

digunakan untuk menggantikan bahan bakar yang berasal dari energi fosil (minyak bumi, gas bumi dan batubara), contohnya biodiesel yang dapat mensubstitusi minyak solar. Biodiesel adalah bahan bakar nabati untuk aplikasi mesin/motor diesel berupa ester metil asam lemak (fatty acid methyl ester, FAME) yang terbuat dari minyak nabati atau lemak hewani dan memenuhi standar mutu yang disyaratkan [1]

Akar kata logistik sendiri sebenarnya berasal dari bahasa Yunani, yaitu *logos* yang berarti “rasio, kata, kalkulasi, alasan, pembicaraan, orasi”. Sedangkan kata logistik memiliki asal kata dari Bahasa Perancis *loger*, yaitu: untuk menginapkan atau menyediakan. Kegunaan asalnya adalah hanya untuk menjelaskan tentang keilmuan dari pergerakan, suplai & perawatan dari pasukan militer di lapangan. Namun selanjutnya digunakan untuk mendeskripsikan manajemen arus barang dari sebuah organisasi, dari barang mentah untuk menjadi barang-barang jadi [2].

Logistik merupakan sebuah konsep yang dianggap telah berevolusi dari yang awalnya hanya berupa kebutuhan dari pihak militer dalam memenuhi persediaan mereka ketika mereka sudah mulai beranjak ke medan perang dari markas pusatnya. Pada masa kekaisaran Yunani, Romawi dan Bizantium kuno, terdapat perwira militer dengan gelar ‘Logistikas’, yang secara khusus bertanggungjawab atas proses distribusi dan pendanaan untuk persediaan perang. Dalam konsep baru, masalah logistik dipandang sebagai masalah yang lebih luas yang terbentang sangat panjang mulai dari bahan baku sampai produk jadi yang digunakan oleh konsumen. Menurut Christopher, Logistik adalah proses dari pengelolaan secara strategis dalam usaha pengadaan, pergerakan dan penyimpanan material, part, dan persediaan akhir (dan aliran informasi yang berhubungan), melalui organisasi dan jalur pemasarannya dalam beberapa cara untuk mendapatkan keuntungan tertentu di masa depan yang maksimal melalui efektifitas biaya dari pemenuhan pemesanan[3].

Dalam industri minyak dan gas kita kenal istilah *upstream* dan *downstream* atau dengan nama lain hulu dan hilir migas, kegiatan hulu migas meliputi kegiatan eksplorasi atau pencarian sumber-sumber minyak sampai pada kegiatan mengangkat minyak mentah dari dalam bumi ke atas untuk disalurkan ke kilang dalam bentuk *crude oil*, sedangkan kegiatan hulu migas berawal dari pengolahan minyak mentah untuk dijadikan produk di kilang sampai dengan proses pemasaran produk bahan bakar minyak kepada konsumen.

Proses penerimaan bahan bakar minyak (BBM) biasanya dapat dilakukan melalui jalur darat dan jalur laut, pada proses penerimaan jalur darat biasanya digunakan mobil tangki, rail train wagon (RTW), ataupun melalui jalur pisanisasi. Untuk menunjang operasi penerimaan bahan bakar minyak diperlukan sarana dan fasilitas pendukung, berikut beberapa sarana dan fasilitas yang biasanya digunakan pada saat proses penerimaan[4].

Alat utama yang digunakan untuk penimbunan produk bahan bakar minyak adalah tangki timbun dan pada masing-masing tangki timbun tersebut dilengkapi peralatan baik untuk pengoperasian tangki maupun sebagai aspek keamanan tangki, untuk kelengkapan tangki timbun adalah handrail, spiral stair

ways, splash plate, slot dipping device, pressure vacuum valve, free vent, grounding cable, water sprayer, dip plate, inlet dan outlet pipa, man hole atau lubang masuk masuk orang, drain valve, foam chamber, bund wall, bordes, dan automatic tank gauging (ATG).

Pada proses penyaluran produk bahan bakar minyak (BBM) Sarana dan fasilitas penyaluran bahan bakar minyak yang digunakan untuk melaksanakan kegiatan dalam peralatan yang digunakan untuk melaksanakan kegiatan distribusi BBM mulai dari tangki timbun sampai ke mobil tangki terdiri dari pipa penyaluran, filling shed, meter arus atau flow meter, pompa, bottom loader, mobil tangki[5].

Konsep *supply chain* merupakan konsep baru dalam melihat persoalan logistik. Konsep lama melihat logistik lebih sebagai persoalan intern masing-masing perusahaan dan pemecahannya dititikberatkan pada intern masing-masing organisasi/perusahaan. Dalam konsep baru ini, masalah logistik dilihat sebagai masalah yang lebih luas terbentang sangat panjang sejak dari bahan dasar sampai barang jadi yang dipakai konsumen dan merupakan matarantai penyediaan barang [6].

Supply chain (rantai pengadaan) adalah suatu sistem tempat organisasimenyalurkan barang produksi dan jasanya kepada para pelanggannya. Rantai ini juga merupakan jaringan atau jejaring dari berbagai organisasi yang saling berhubungan yang mempunyai tujuan yang sama, yaitu sebaik mungkin menyelenggarakan pengadaan atau penyaluran barang tersebut.

Manajemen *supply chain* adalah pola pikir yang melihat bisnis sebagairangkaian terpadu dari proses-proses bisnis mulai dari konsumen akhirsampai ke sumber pasokan yang paling depan. Manajemen *supply chain* tidak otomatis tercapai melalui penguasaan atau kepemilikan atas seluruh *supply chain*. Manajemen *supply chain* juga bukan sekadar sebagai penanganan masalah logistik. Istilah *supply chain* dan *supply chain management* sudah menjadi hal yang umum kita jumpai di berbagai media baik majalah manajemen, buletin, koran, buku ataupun dalam diskusi-diskusi. *Supply chain management* merupakan suatu disiplin ilmu yang relatif baru. Cooper bahkan menyebut istilah *supply chain management* baru muncul di awal tahun 90-an dan istilah ini diperkenalkan oleh para konsultan manajemen[3]. Saat ini *supply chain management* merupakan suatu topik yang hangat, menarik untuk didiskusikan bahkan mengundang daya tarik yang luar biasa baik dari kalangan akademisi maupun praktisi. *Supply chain* dapat didefinisikan sebagai sekumpulan aktivitas (dalam bentuk entitas/fasilitas) yang terlibat dalam proses transformasi dan distribusi barang mulai dari bahan baku paling awal dari alam sampai produk jadi pada konsumen akhir. Berdasarkan definisi tersebut maka suatu *supply chain* terdiri dari perusahaan yang mengangkat bahan baku dari bumi/alam, perusahaan yang mentransformasikan bahan baku menjadi bahan setengah jadi atau komponen, supplier bahan-bahan pendukung produk, perusahaan perakitan, distributor dan retailer yang menjual barang tersebut ke konsumen akhir. Dengan demikian, *supply chain* juga banyak diasosiasikan sebagai suatu jaringan *value added activities*[7].

Operasi penimbunan merupakan kegiatan penyimpanan produk bahan bakar minyak (BBM) yang diterima baik dari

killang ataupun produk impor dari luar negeri dalam jumlah yang mencukupi dan dalam waktu tertentu dimaksudkan untuk menjaga cadangan atau ketahanan stock agar tidak terjadi kekosongan stock yang akan disalurkan ke masyarakat [8]. Pada proses penimbunan perlu diperhatikan kualitas atau mutu produk yang disimpan agar tetap memenuhi standard mutu sampai produk tersebut digunakan oleh konsumen.

Dalam industri migas, pada umumnya di Fuel Terminal Bahan Bakar Minyak (BBM) produk bahan bakar minyak (BBM) disimpan di dalam tangki timbun, tangki timbun yang dipakai untuk menyimpan produk bahan bakar minyak tidak sembarangan melainkan disesuaikan dengan karakteristik dari produk yang akan disimpan tersebut. Pada saat proses penimbunan biasanya dilakukan quality control baik berupa visual test, short test, dan complete test untuk menjaga ketahanan mutu produk tersebut.

Tangki dalam industri migas merupakan salah satu peralatan pokok maupun penunjang diluar rangkaian proses, yang dipergunakan untuk menimbun produk jadi maupun yang belum jadi, baik yang berupa bahan bakar minyak (BBM) atau bukan bahan bakar minyak (Non BBM)[9].

Jumlah dan kapasitas tangki yang ada pada umumnya didasarkan kepada distribusi, jenis transportasi suplai, jumlah konsumsi minyak dan faktor-faktor lain yang sekiranya mempengaruhi dalam penggunaannya. Bentuk konstruksi tangki yang terdapat di industri minyak dipengaruhi oleh jenis produk yang disimpan dan tekanan operasional dalam tangki tersebut. Secara umum tangki dibuat berbentuk silinder tegak dengan dasar rata, bentuk silinder horizontal dan bentuk bola (spherical) [10].

Tabel 1. Baku mutu produk biodiesel

No	Parameter Uji	Satuan	Batasan		Standar Uji
			Min	Maks	
1	Massa jenis (pada 40°C)	kg/m ³	850	850	ASTM D 1296
2	Viskositas kinematik (pada 40°C)	cSt	2,3	6,0	ASTM D 445
3	Angka setana	-	51	-	ASTM D 613
4	Titik nyala (mangkuk tertutup)	°C	100	-	ASTM D 93
5	Titik kabut	°C	-	18	ASTM D 2500
6	Korosi lempeng tembaga (3 jam 50°C)	-	-	1	ASTM D 130
7	Residu karbon - dalam per contoh asli, atau - dalam 10% ampas distilasi	%-massa	-	0,05 0,3	ASTM D 4530
8	Air dan sedimen	%-vol	-	0,05	ASTM D 2705
9	Temperatur distilasi 90%	°C	-	380	ASTM D 1160
10	Abu tersulfatasi	%-massa	-	0,02	ASTM D 874
11	Belerang	mg/kg	-	50	ASTM D 5453
12	Fosfor	mg/kg	-	4	AOCs Ca 12:55
13	Angka asam	mg-KOH/g	-	0,5	ASTM D 664 AOCs Ca 36-63
14	Gliseryl bebas	%-massa	-	0,02	ASTM D 6584 AOCs Ca 14-56
15	Gliseryl total	%-massa	-	0,24	ASTM D 6584 AOCs Ca 14-56
16	Kadar ester metil	%-massa	96,5	-	ditingkat
17	Angka iodium	%-massa (g- I ₂ /100g)	-	115	AOCs Ca 1:25
18	Kestabilan oksidasi: - Periode induksi metode rancimat - Petroski	menit menit	- -	480 36	EN 15751 ASTM D 7545
19	Monoglisenda	%-massa	-	0,8	-

Pada tabel 1 dapat dilihat parameter kualitas biodiesel yang dijadikan patokan dalam memproduksi biodiesel Untuk tangki-tangki bertekanan rancang bangunnya menggunakan standard ASME (The American Society of Mechanical Engineer), Sedangkan untuk tangki-tangki atmosferis rancang bangunnya

berdasarkan standard Shell & Royal Dutch Tank Standard, British Standard dan American Petroleum Institute (API).

Biodiesel adalah bahan bakar nabati untuk aplikasi mesin/motor diesel berupa ester metil asam lemak (fatty acid methyl ester, FAME) yang terbuat dari minyak nabati atau lemak hewani dan memenuhi standar mutu yang disyaratkan. Di Indonesia spesifikasi teknis biodiesel diatur dalam SK Dirjen EBTKE No. 100.K/10/DJE/2016 yang merujuk pada SNI 7182:2015 revisi kedua.

Pada prinsipnya, pengujian beberapa kualitas biodiesel mengacu pada metode uji yang digunakan dalam pengujian minyak solar. Parameter uji yang berkaitan dengan tangki timbun antara lain: Angka asam, Air dan sedimen, stabilitas oksidasi, namun parameter yang krusial ialah keberadaan air di dalam tangki penyimpanan karena selain dapat merusak kualitas produk juga berpengaruh terhadap ketahanan tangki timbun tersebut. Pengujian parameter tersebut diuraikan sebagai berikut [11]. Produk oksidasi yaitu hidroperoksida mudah terpolimerisasi dengan radikal bebas yang akhirnya membentuk sedimen tidak terlarut dan gum, menyebabkan penyumbatan filter bahan bakar dan deposit pada sistem injeksi dan ruang bakar.

Sumber utama bahan baku minyak lemak biodiesel di Indonesia adalah kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) dengan total produksi 36 juta ton per tahun (2017). Sumber tanaman potensial lainnya yang juga dapat dikembangkan sebagai diversifikasi bahan baku adalah kelapa (*Cocos nucifera*), nyamplung (*Calophyllum inophyllum*), malapari/kranji (*Pongamia pinnata*), jarak pagar (*Jathropa curcas*), dan lainnya.

Menurut data BDPKS, volume penyaluran biodiesel tahun 2015 hingga 2019 trendnya meningkat. Volume penyaluran pada tahun 2019 sebesar 6,57 juta kilo liter, tahun 2018 sebesar 3,55 juta kilo liter, tahun 2017 sebesar 2,57 juta kilo liter, tahun 2016 sebesar 2,77 juta kilo liter, dan tahun 2015 sebesar 0,43 juta kilo liter. Seiring dengan percepatan peningkatan pemanfaatan Biodiesel di dalam negeri tersebut, muncul beberapa isu teknis dalam pemanfaatannya. Satu diantaranya ialah pada saat proses penimbunan produk biodiesel ataupun campurannya. Proses penimbunan merupakan salah satu dari rangkaian proses kegiatan logistik setelah penerimaan dan sebelum kegiatan penyaluran/distribusi. Proses penimbunan merupakan kegiatan menyimpan cadangan/stok produk bahan bakar minyak di Fuel Terminal dalam jangka waktu tertentu sebelum produk tersebut disalurkan ke masyarakat ataupun industri. Namun dalam proses penimbunan banyak aspek yang perlu diperhatikan baik itu tangki timbun yang menjadi alat utama dari proses penimbunan sampai dengan kompatibilitas produk yang akan disimpan [12].

Penyimpanan biodiesel disarankan tidak dilakukan di dalam tangki bawah tanah, kecuali temperatur tangki bawah tanah tersebut dapat dijamin tidak pernah lebih rendah dari titik kabut biodiesel, dan tangki bebas rembesan air. Hal-hal berikut ini harus diperhatikan dalam penyimpanan biodiesel yaitu biodiesel sebaiknya disimpan pada suhu tidak lebih rendah dari titik kabutnya dan penyimpanan biodiesel maupun pencampurannya dengan minyak solar disarankan tidak

dilakukan di lokasi-lokasi yang suhunya bisa lebih rendah dari 20 °C.

Kompatibilitas material terhadap biodiesel sangat berbeda dengan terhadap solar. Oleh karena itu, suatu material yang kompatibel dengan solar belum tentu kompatibel dengan biodiesel.

Beberapa logam yang dapat mempercepat proses oksidasi dan menyebabkan timbulnya material yang tidak terlarut di dalam biodiesel adalah timah, timbal, kuning, perunggu, dan seng. Logam yang tergalvanisasi dan logam yang telah dilapisi dengan ternejauga tidak kompatibel dengan biodiesel murni maupun campuran. Biodiesel merupakan bahan bakar jenis ester yang diproduksi dari asam lemak minyak nabati atau hewani. Sehingga sifat dan karakteristiknya berbeda dengan minyak fosil atau minyak solar, dikarenakan komposisi senyawa yang terkandung di dalam biodiesel dan minyak solar sangat berbeda, perbedaan karakteristik inilah yang terkadang menimbulkan permasalahan, satu diantaranya permasalahan pada saat penimbunan produk tersebut [13].

Material konstruksi yang sesuai untuk tangki penyimpanan biodiesel adalah dari baja karbon, baja tahan karat (stainless steel), aluminium, baja, fluorinated polyethylene, fluorinated polypropylene, teflon, dan fiberglass. Kuningan, perunggu, tembaga, timah, dan seng (Zn) tidak cocok untuk bahan konstruksi tangki biodiesel karena dapat mempercepat proses oksidasi biodiesel oleh udara. Endapan berwarna putih dapat terbentuk menjadi sludge di dasar tangki pada temperatur rendah, dimana senyawa gliserida yang terkandung dalam biodiesel dan campuran biodiesel, terutama mono-gliserida dapat mengendap membentuk presipitat pada suhu rendah (dibawah 20 °C) [14].

Berdasarkan karakteristiknya produk biodiesel dan campurannya mempunyai sifat yang serupa tapi tak sama dengan produk solar sehingga perlu dikaji mengenai bagaimana tata cara penyimpanan dan penanganan produk tersebut, sertaantisipasi dari beberapa permasalahan yang kemungkinan akan timbul pada saat produk tersebut ditimbun, seperti halnya : kontaminasi air dan kotoran yang bisa berasal dari produk tersebut maupun dari dinding atau dasar tangki timbun tersebut, pembentukan endapan, efek sifat pelarutan biodiesel dan kompatibilitas material yang digunakan, serta kestabilan oksidasinya. Hal tersebut sangatlah penting untuk menjamin kualitas produk biosolar pada saat proses penimbunan. Hal itulah yang mendasari Penulis untuk menyusun Laporan Praktek Kerja Lapangan dengan judul “Kajian Operasi Penimbunan Produk Biosolar Pada Tangki Timbun”.

II. PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di laboratorium quality quantity (QQ) program studi logistik minyak dan gas pada bulan Januari sampai Juni 2021.

Bahan yang digunakan adalah biodiesel, Tersier Butil Hidroksi Quinolin (TBHQ), sedangkan alat yang digunakan adalah storage tank, kolorimeter, dan viscometer.

Adapun cara penelitian ini adalah secara kuantitatif dengan melakukan observasi pengukuran pada variasi biosolar yang ditambahkan TBHQ pada waktu yakni 15 hari, 30 hari, 45 hari

dan 60 hari, serta suhu pada kondisi penyimpanan di luar dan didalam ruangan. Kemudian di evaluasi sifat fisika kandungan air dengan koulometer dan kekentalan dengan viskometer.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Kondisi Penyimpanan Terhadap Warna

Salah satu faktor yang menunjukkan perubahan mutu biodiesel adalah warna. Biodiesel B100 bewarna kuning terang dan B20 bewarna orange jingga. Untuk mengetahui pengaruh kondisi penyimpanana terhadap warna pada biodiesel, Biodiesel akan disimpan ditempat terbuka dan tertutup serta akan diberi perlakuan yang berbeda yakni dengan penambahan antioksidan dan tanpa penambahan antioksidan [15]. Hal ini bertujuan untuk melihat perubahan warna yang terjadi selama penyimpanan dan faktor yang mempengaruhi perubahan warna pada biodiesel. Pengecekan warna menggunakan alat kolorimeter. Cara kerjanya dengan cara memasukkan sampel, lalu memakai air demin dan alat akan mengecek warna sampel dengan bilai di papan panelnya.

Hasil dari pengujian warna biodiesel yang dilakukan menggunakan kolorimeter tidak memiliki satuan. Hasil yang ditunjukkan dari kolorimeter merupakan hasil absorbansi suatu materi terhadap cahaya yang dilewatkan dari materi tersebut. Nilai yang tertera pada hasil analisa tersebut merupakan hasil analisa warna larutan sampel dibandingkan dengan salah satu warna dari larutan standar yang didalam penelitian ini adalah warna sampel awal biodiesel yang diteliti. Penyebab terjadinya kenaikan atau penurunan dari nilai absorbansi pada beberapa variasi biodiesel karena terjadinya kenaikan atau penurunan konsentrasi larutan biodiesel yang membuat warna dari biodiesel tersebut semakin pudar atau semakin pekat.

Pada ruangan outdoor dan tanpa penambahan antioksidan Biodiesel B20 mengalami perubahan warna menjadi orange pekat. Sedangkan Biodiesel B100 mengalami perubahan warna kuning keruh. Sedangkan pada Biodiesel B20 yang disimpan diruangan outdoor dengan penambahan antioksidan terjadi perubahan warna menjadi merah tua pekat. Biodiesel B100 yang disimpan diruangan outdoor dengan penambahan antioksidan terjadi perubahan warna menjadi jingga. Maka dapat kita lihat bahwa penambahan antioksidan di ruangan terbuka berpengaruh terhadap perubahan warna yang signifikan hal ini disebabkan karena antioksidan bekerja pada temperatur tinggi selama penyimpanan. Kondisi penyimpanan pada temperatur diatas temperatur ambien dan terkena cahaya matahari lebih mempercepat terjadinya degradasi menyebabkan terjadinya penurunan kualitas biodiesel.

Tabel 2. Hasil Uji Warna Sampel (Hari ke -0)

Sampel	Hasil
B20	1,5
B100	0,5

Tabel 3. Hasil Uji Perubahan Warna dalam Fungsi Waktu

Sampel	Kondisi Penyimpanan	Hari ke 15	Hari ke 30	Hari ke 45	Hari ke 60
--------	---------------------	------------	------------	------------	------------

B20	Indoor (tanpa antioksidan)	1,5	1,5	1,5	1,5
	Outdoor (tanpa antioksidan)	1,5	1,5	1,5	1,5
	Indoor (dengan antioksidan)	1,5	1,5	1,5	1,5
	Outdoor (dengan antioksidan)	2,0	2,5	2,5	2,5
B100	Indoor (tanpa antioksidan)	0,5	0,5	0,5	0,5
	Outdoor (tanpa antioksidan)	0,5	0	0	0
	Indoor (dengan antioksidan)	0,5	0,5	0,5	0,5
	Outdoor (dengan antioksidan)	0,5	0,5	0,5	0,5

Pada tabel 2 dan 3 diatas adalah hasil pengukuran warna dengan menggunakan metode kolorimetri, pengukuran ini dengan metode ini kurang akurat karena hasilnya sangat ditentukan oleh subyektivitas dari pengamat dan nilai yang dihasilkan belum memiliki satuan absolute. Pada tabel diatas hasil yang mempunyai nilai yang mengalami perubahan menandakan bahwa warna pada biodiesel dapat berubah karena mendapat pengaruh dari luar. Pada biodiesel yang diletakkan di ruangan indoor tidak mengalami perubahan warna karena memiliki tingkat oksidasi yang rendah dan penggunaan antioksidan pada ruangan indoor tidak mempengaruhi perubahan warna biodiesel. Biodiesel B20 yang disimpan pada ruangan outdoor tanpa ditambahkan antioksidan mengalami perubahan warna menjadi orange pekat sedangkan B100 mengalami perubahan warna kuning keruh. Untuk B20 yang disimpan diruangan outdoor yang ditambahkan antioksidan terjadi perubahan warna merah tua pekat. B100 pada ruangan outdoor dengan tambahan antioksidan terjadi perubahan warna menjadi jingga.

Peranan antioksidan pada biodiesel diruangan terbuka akan menghambat degradasi pada biodiesel yang berdampak menekan kenaikan angka asam dan bilangan peroksida. Pada kondisi indoor dengan temperatur suhu kamar lebih menguntungkan karena perubahan sifat fisik biodiesel tidak meningkat terlalu tajam. Sedangkan periode waktu penyimpanan biodiesel mempengaruhi karakteristik fisika kimia dari biodiesel, semakin lama biodiesel ditimbun, asam lemak bebas yang tersisa dalam biodiesel akan terurai kembali akibat dari reaksi oksidasi, jika kandungan asam lemak bebas meningkat maka produk akan semakin kental dan akan berpengaruh pada kualitas dan kinerjanya pada mesin kendaraan atau peralatan yang menggunakan biodiesel.

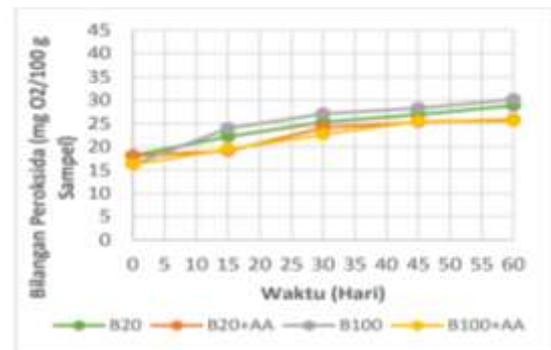
4.2 Pengaruh Kondisi Penyimpanan Terhadap Angka Asam

Analisa angka asam penting dilakukan pada biodiesel yang dilakukan penyimpanan dalam waktu yang cukup lama, Bilangan asam biodiesel pada penyimpanan hari pertama memiliki nilai rendah, tetapi masih ada kemungkinan terbentuknya asam-asam rantai pendek disebabkan adanya proses oksidasi selama penyimpanan berlangsung. Kenaikan bilangan asam yang tinggi dapat diperlambat dengan menggunakan zat aditif (antioksidan). Antioksidan berfungsi untuk mempertahankan kestabilan oksidasi dalam rangka mencegah pembentukan peroksida maupun senyawa hasil dekomposisi peroksida seperti asam rantai pendek, aldehida.

Biodiesel lebih muda mengalami biodegradasi oksidatif dibandingkan minyak solar. Hal ini dikarenakan tingginya kandungan senyawa poli ester tak jenuh yang mengandung ikatan rangkap sehingga rentan terhadap oksidasi.

4.3 Pengaruh Kondisi Penyimpanan Terhadap Bilangan Peroksida

Salah satu parameter yang bisa menentukan penurunan kualitas biodiesel selama penyimpanan ialah bilangan peroksida, naiknya bilangan peroksida menunjukkan kualitas biodiesel yang disimpan di tangki penyimpanan mengalami penurunan, pengukuran angka peroksida ialah mengukur angka peroksida dan hidroperoksida yang terbentuk pada tahap awal reaksi oksidasi. Senyawa tersebut menunjukkan terjadinya degradasi terhadap biodiesel.

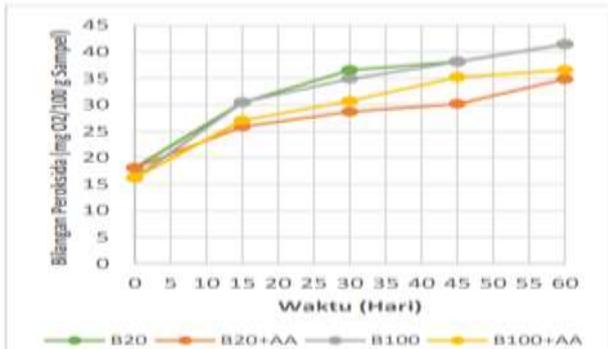


Gambar 1. Analisa Bilangan Peroksida (indoor)

Pada gambar 1 diatas, di awal penyimpanan bilangan peroksida biodiesel sebesar 18,0857 mg O₂/100 g sampel untuk B20 dan 16,1956 mg O₂/100 g sampel untuk B100, Pada penyimpanan terjadi proses degradasi biodiesel yang ditunjukkan dengan kenaikan bilangan peroksida selama penyimpanan. Waktu penyimpanan biodiesel mempengaruhi peningkatan bilangan peroksida, jika bilangan peroksida makin tinggi berarti menandakan biodiesel mempunyai ketahanan oksidatif yang rendah dan menyebabkan kenaikan bilangan asam serta ketengikan pada produk tersebut. Bilangan peroksida pada biodiesel tanpa penambahan antioksidan mengalami kenaikan menjadi 28,7461 mg O₂/100 g sampel untuk B20 dan 30,1599 mg O₂/100 g untuk B100 di hari ke 60 sebagaimana dapat dilihat pada gambar diatas. Sedangkan Biodiesel dengan penambahan antioksidan di ruangan tertutup memiliki bilangan peroksida yang lebih kecil daripada

biodiesel tanpa penambahan antioksidan yaitu sebesar 25,7952 mg O₂/100 g sampel untuk B20 dan 25,4986 mg O₂/100 g sampel untuk B100 pada hari ke 60.

Pada tempat yang tertutup tingkat biodiesel teroksidasi lebih rendah dibandingkan pada tempat yang terbuka. Gambar 2 dibawah ini menunjukkan analisa kenaikan bilangan peroksida dengan dan tanpa penambahan antioksidan pada ruangan terbuka.

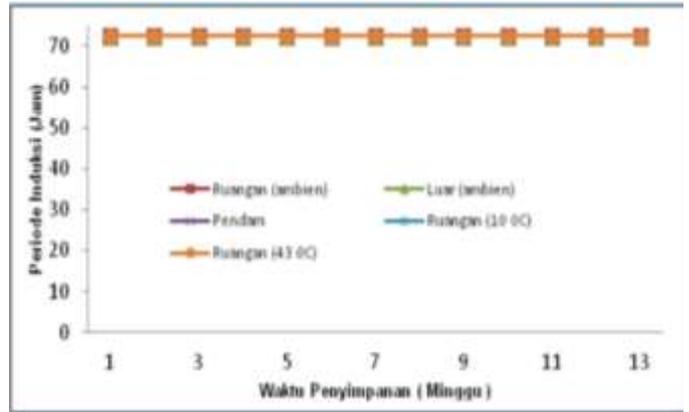


Gambar 2. Analisa Bilangan Peroksida (outdoor)

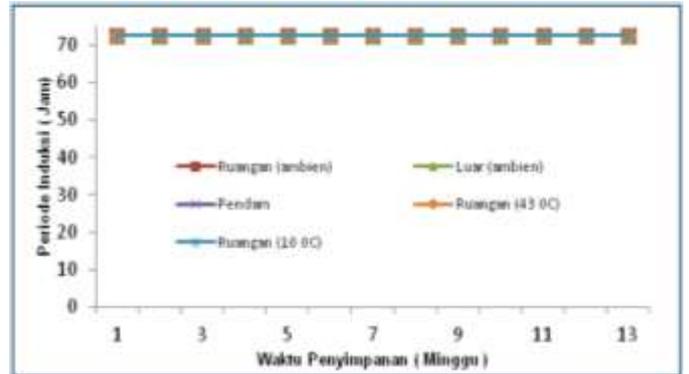
Pada tempat terbuka kenaikan bilangan peroksida pada biodiesel lebih tinggi, bilangan peroksida untuk B20 tanpa penambahan antioksidan adalah 41,4224 mg O₂/100 g dan 41,8130 mg O₂/100 g sampel untuk B100. Kenaikan bilangan peroksida dipengaruhi oleh paparan cahaya, oksigen dan suhu tinggi, biodiesel yang mempunyai angka peroksida tinggi karena banyak teroksidasi oleh paparan dengan udara luar. Jika kita lihat gambar diatas pada awal penyimpanan hari ke 15 mengalami peningkatan yang tajam, peningkatan bilangan peroksida dengan tambahan antioksidan berlangsung lebih lambat dibanding biodiesel tanpa antioksidan, antioksidan yang ditambahkan adalah TBHQ yang mampu menahan laju peningkatan bilangan peroksida agar tidak terlalu tinggi karena 2 gugus hidroksil pada TBHQ disumbangkan kepada radikal bebas, singkat kata penambahan antioksidan TBHQ memberikan efek yang baik terhadap biodiesel. Sedangkan untuk biodiesel yang tidak ditambahkan antioksidan mengalami peningkatan bilangan peroksida yang cukup tinggi karena proses oksidasi yang terjadi tidak ada hambatan dengan terbentuknya radikal lipid yang terbentuk akibat reaksi radikal dengan oksigen secara terus menerus, Radikal lipid inilah yang membentuk radikal peroksida bila bereaksi dengan oksigen.

4.4 Stabilitas Oksidasi Metode Rancimat

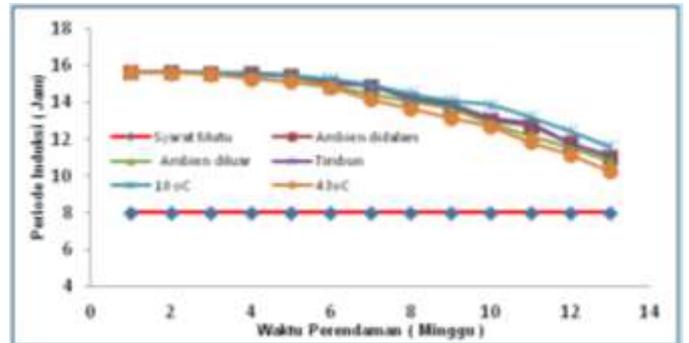
Ukuran stabilitas oksidasi yang diuji dengan metode rancimat mengikuti standar EN 14112, metode ini digunakan untuk menguji kestabilan oksidasi pada biodiesel (B100) dengan besaran yang diukur adalah periode induksi, semakin cepat reaksi oksidasi maka periode induksi semakin singkat [16]. Pada pengujian ini pemilihan kondisi penyimpanan yang dipilih ialah tangki diluar ruangan dan tangki pendam dengan temperatur ambien, serta dengan temperatur panas yang dapat mencapai 43 °C dan suhu dengan temperature rendah yakni 10 °C.



Gambar 3. Grafik periode induksi terhadap waktu simpan B-0



Gambar 4. Grafik periode induksi terhadap waktu simpan B20



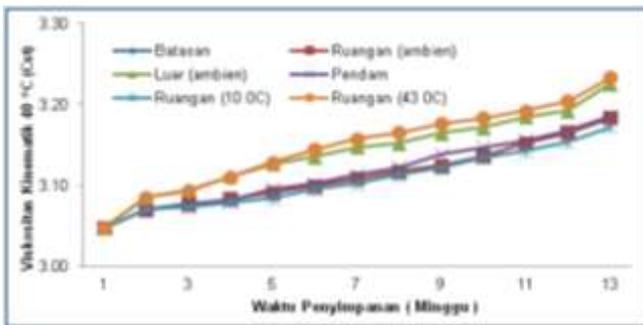
Gambar 5. Grafik periode induksi terhadap waktu simpan B100

Pada gambar diatas menunjukkan grafik periode induksi terhadap waktu simpan masing-masing sampel B0, B20 dan B100, Dari grafik diatas bisa kita lihat bahwasannya produk B0 atau minyak solar murni dan B20 mempunyai kestabilan oksidasi paling tinggi dan stabil pada seluruh kondisi pengujian, hal ini dikarenakan senyawa yang ada di dalam minyak solar murni hanya terdiri dari beberapa senyawa hidrokarbon dan beberapa senyawa pengotor tanpa ada kandungan asam lemak bebas atau komponen dengan ikatan senyawa rangkap yang mudah teroksidasi sepertihalnya biodiesel, pada sampel

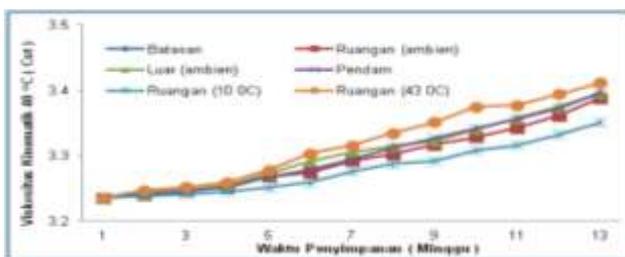
B20 memang terdapat kandungan asam lemak bebas namun presentase nya hanya sebesar 20% tidak menimbulkan pengaruh yang berarti pada penurunan kestabilan oksidasi. Dapat kita lihat pada grafik sampel B20 menunjukkan kestabilan yang cukup baik dimana dalam waktu 72 jam belum tercapai periode induksi, batasan kestabilan oksidasi dengan metode rancimat direkomendasikan batasan minimal 35 jam untuk B20. Sedangkan pada grafik sampel B100 kita lihat mengalami penurunan periode induksi selama periode pengujian berlangsung pada seluruh kondisi penyimpanan. Efek temperatur terhadap kestabilan oksidasi adalah pada reaksi oksidasi dari ester asam lemak. Dengan laju reaksi oksidasi ditentukan oleh konstanta reaksi (persamaan Arrhenius) yang makin tinggi apabila temperatur naik, maka hasil pengujian pada temperature 43 °C memiliki laju reaksi lebih tinggi dari kondisi penyimpanan lainnya.

4.5 Viskositas Kinematik

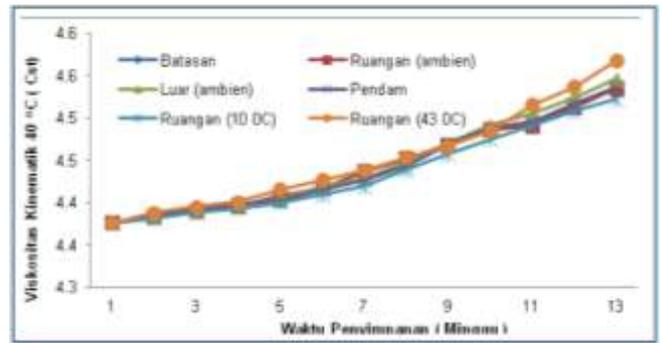
Viskositas Kinematik menjadi salah satu baku mutu / parameter uji yang kritikal berhubungan dengan performa bahan bakar dalam mesin diesel, metode uji yang digunakan ialah ASTM D 445 dengan temperatur pengujian 40 oC. Viskositas kinematik mempunyai hubungan yang linier dengan angka asam, bahwa kondisi penyimpanan yang tidak sesuai menyebabkan kenaikan viskositas seiring bertambahnya periode penyimpanan.



Gambar 6. Grafik Viskositas Kinematik Terhadap Waktu Simpan B-0



Gambar 7. Grafik Viskositas Kinematik Terhadap Waktu Simpan B-20

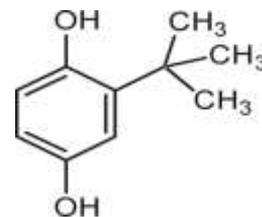


Gambar 8. Grafik Viskositas Kinematik Terhadap Waktu Simpan B-100

Pada gambar diatas dapat kita lihat bahwasannya kondisi penyimpanan mempengaruhi kenaikan viskositas kinematik dengan kenaikan tertinggi terjadi pada temperatur tertinggi yaitu 43 °C diikuti oleh penyimpanan tangki di luar ruangan pada kondisi lingkungan sedangkan untuk tangki pendam dengan temperatur 10 °C kenaikan viskositas terjadi namun lebih rendah. Kondisi tersebut membuktikan bahwa terdapat hubungan antara kenaikan angka asam dan kenaikan viskositas kinematik. Produk-produk penyimpanan yang dipercepat dengan reaksi oksidasi meliputi senyawa asam seperti asam asetat, asam format, juga terdapat aldehid, alkohol, dan epoksida, reaksi dalam oksidasi asam lemak merupakan reaksi kompleks termasuk di dalamnya reaksi epoksidasi, dehidrasi, dan oligomerisasi, produk-produk inilah yang terlariut dalam biodiesel dengan waktu yang cukup akan meningkatkan viskositas kinematik. Oleh karena itu, rekomendasi waktu penyimpanan biodiesel tidak lebih dari 3 bulan dan penggunaan material tangki sebaiknya menggunakan material stainless steel dan krom nikel agar dapat memperlambat reaksi oksidasi.

4.6 Penambahan Antioksidan Pada Biodiesel

Secara kimia antioksidan berarti senyawa yang memberikan elektron, secara biologis antioksidan merupakan senyawa yang dapat mencegah dampak negatif dari oksidan [17]. Secara umum pengertian antioksidan adalah senyawa yang dapat menghambat kerusakan akibat adanya proses oksidasi. Penambahan anti oksidan juga dapat mengurangi terjadinya reaksi oksidasi dengan stuktur sesuai gambar 9.



Gambar 9. Struktur Tersier Butil Hidroksi Quinolin (TBHQ)

Biodiesel merupakan produk yang mudah teroksidasi selama penyimpanan dan selama diperjalanan (transportasi) yang menyebabkan pembentukan senyawa peroksida, asam, gum, dan deposit sehingga biodiesel harus secara rutin dilakukan pemeriksaan. Selama proses penyimpanan menunjukkan terjadinya proses degradasi biodiesel, dimana terjadi kenaikan

angka asam, angka penyabunan dan penurunan kadar ester di dalam biodiesel. Oksidasi juga dapat membentuk suatu polimer (gums) yang tidak larut satu sama lain sehingga dapat menyebabkan kegagalan pada mesin. Berdasarkan hasil penelitian ini, menunjukkan bahwa penambahan antioksidan pada sampel biodiesel yang disimpan diruangan yang terpapar cahaya berpengaruh signifikan terhadap perubahan warna. Penyimpanan pada kondisi suhu diatas temperatur ambient lebih mempercepat terjadinya degradasi menyebabkan terjadinya penurunan kualitas biodiesel. Antioksidan yang efektif untuk ditambahkan ke dalam biodiesel adalah Tersier Butil Hidroksi Quinolin (TBHQ) pada konsentrasi 0,07-0,10%, Tersier Butil Hidroksi Quinolin (TBHQ) merupakan salah satu bahan kimia yang mempunyai fungsi sebagai anti oksidan. Biasanya TBHQ mempunyai ciri-ciri berwarna putih kristal abu-abu, sangat ringan dan berbau khusus, larut dalam etanol, asam asetat, ethyl ester, isopropil alkohol, eter, minyak sayur, dan dapat berubah menjadi merah muda jika terkontaminasi dengan alkali. TBHQ ini berasal dari bahan kimia sintesis dan bukan merupakan anti oksidan alami, Hal itu terbukti bahwa biodiesel tanpa penambahan antioksidan pada tempat tertutup memiliki bilangan asam lebih besar daripada biodiesel yang dibubuhkan antioksidan 0.01% pada tempat terbuka, ini dikarenakan antioksidan di dalam biodiesel dapat menghambat proses oksidasi pada senyawa peroksida yang ada di dalam biodiesel sehingga nilai bilangan asam menjadi lebih rendah. Biodiesel dengan penambahan antioksidan dapat mencegah pembentukan radikal bebas dengan cara memberikan atom hidrogen ke senyawa radikal atau mengubahnya ke bentuk yang lebih stabil. Penelitian lain yang berkaitan dengan percobaan analisa stabilitas penyimpanan biodiesel yang dilakukan menunjukkan bahwa turunan hidrokuinon dan katekol adalah paling efisien tidak hanya meningkatkan perilaku oksidatif tetapi juga menghambat aktivitas mikroba dalam bahan bakar yang diuji.

4.7 Tangki Timbun Biosolar

Beberapa material konstruksi yang sesuai untuk tangki penyimpanan biodiesel adalah material dari baja karbon, baja tahan karat (stainless steel), fluorinated polyethylene, fluorinated polypropylene, teflon dan fiber glass, sedangkan untuk material kuningan, perunggu, tembaga tidak cocok untuk bahan konstruksi tangki biodiesel karena dapat mempercepat proses oksidasi biodiesel oleh udara. Dari segi bentuknya tangki penyimpanan biosolar lebih direkomendasikan menggunakan tangki vertikal disamping bisa menampung lebih banyak produk juga tidak memakan tempat yang lebih luas

Hasil penelitian hendaknya dituliskan secara jelas dan padat. Diskusi hendaknya menguraikan arti pentingnya hasil penelitian, bukan mengulanginya. Hindari penggunaan sitasi dan diskusi yang berlebihan tentang literatur yang telah dipublikasikan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan pembahasan pada materi-materi diatas tentang penambahan

antioksidan pada produk biodiesel dan campurannya untuk mempertahankan stabilitas oksidasi produk tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa pemilihan tangki timbun yang dipakai untuk menyimpan produk biodiesel atau campurannya hendaklah memperhatikan kompatibilitas material yang digunakan oleh tangki timbun, direkomendasikan menggunakan bahan stainless steel dan tidak direkomendasikan menggunakan bahan/material yang reaktif yang dapat berfungsi sebagai katalis oksidasi seperti kuningan, perunggu, tembaga, timah dan seng. antioksidan yang efektif untuk ditambahkan pada biodiesel agar dapat meningkatkan kestabilan oksidasi biodiesel adalah antioksidan Tersier Butil Hidroksi Quinolin (TBHQ). Penambahan antioksidan pada biodiesel berpengaruh terhadap perubahan warna menjadi lebih pekat, dikarenakan antioksidan bekerja pada suhu tinggi selama penyimpanan. Antioksidan yang ditambahkan di dalam biodiesel menunjukkan dapat bekerja baik untuk mencegah laju kenaikan bilangan peroksida yang berbanding lurus dengan kenaikan angka asam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Para penulis menyampaikan terima kasih kepada PEM Akamigas melalui unit UPPMnya sebagai pemberi dana riset penelitian dan juga kepada Dosen PEM Akamigas yang telah membantu dan mensupport penulis dengan sangat baik, secara finansial maupun material pada penelitian ini.

REFERENSI

- [1] C. S. A. Wibowo Riesta; Hermawan, Nanang; Aisyah, Lies, "PENGARUH KONDISI PENYIMPANAN TERHADAP STABILITAS OKSIDASI BAHAN BAKAR JENIS BIODIESEL (B-100), BIOSOLAR (B-20) DAN MINYAK SOLAR MURNI (B-0) (Effect of Storage Conditions on Oxidation Stability of Biodiesel (B-100), Biosolar (B-20) and Diesel Fuel (B-0))," *Lembaran Publ. Miny. dan Gas Bumi*, vol. 50, no. Vol 50, No 3 (2016), pp. 195–205, 2016, [Online]. Available: <http://www.journal.lemigas.esdm.go.id/ojs/index.php/LPMGB/article/view/8>
- [2] R. A. Kasengkang, S. Nangoy, and J. Sumarauw, "Analisis Logistik (Studi Kasus pada Pt. Remenia Satori Tepas-Kota Manado)," *J. Berk. Ilm. Efisiensi*, vol. 16, no. 01, pp. 750–759, 2016.
- [3] A. Fitriani, I. Chotimah, and S. Khodijah Parinduri, "Analisis Logistik Dalam Pemenuhan Kebutuhan Alat Tulis Kantor Prioritas (Continuous Form) Pada Pelayanan Di Rsud Cibirong Tahun 2018," *Promotor*, vol. 3, no. 2, p. 136, 2021, doi: 10.32832/pro.v3i2.4164.
- [4] L. Indriaty and Akbar, "Sistem Pendistribusian Bahan Bakar Minyak (Bbm) Pt. Pertamina Oleh Cv. Anugerah Bersama Di Kampung Asiki Distrik Jair Kabupaten Merauke," *J. Ekon. dan Bisnis*, vol. 13, no. 2, pp. 36–41, 2022, doi: 10.55049/jeb.v13i2.97.
- [5] R. Delvin Oraplean and O. Venriza, "Analisis Jalur Distribusi Bbm Menggunakan Metode Vehicle

- Routing Problem Di Fuel Terminal Ampenan,” *Rio Delvin Oraplean, SNTEM*, vol. 1, no. November, 2021.
- [6] R. Ariana, “濟無No Title No Title No Title,” vol. 1, no. 3, pp. 1–23, 2016.
- [7] P. Puspitasari, B. H. Iskandar, and S. Rahardjo, “MODEL OPTIMASI POLA SUPLAI PREMIUM IMPOR KE TERMINAL BBM AREA BARAT (WEST CLUSTER) PT PERTAMINA PERSERO OPTIMIZATION MODEL OF SUPPLY PREMIUM IMPORT TO FUEL TERMINAL WEST CLUSTER AT PT PERTAMINA PERSERO Sekolah Bisnis – Institut Pertanian Bogor Jalan Ray,” vol. 28, pp. 277–286, 2015.
- [8] T. Helmi, “T. Helmi _Amro , SNTEM, Volume 1, September 2022, hal. 1-11,” vol. 1, no. September, pp. 1–11, 2022.
- [9] N. A. Cantika, L. D. Fathimahhayati, and T. A. Pawitra, “Penilaian Risiko K3 pada Pengaliran BBM ke Tangki Timbun dengan Menggunakan Metode HAZOP dan FTA,” *J. INTECH Tek. Ind. Univ. Serang Raya*, vol. 8, no. 1, pp. 67–74, 2022, doi: 10.30656/intech.v8i1.4640.
- [10] A. B. Winarno, B. Prasojo, and M. M. E. Prayitno, “Desain dan Pemodelan Pada Storage Tank Kapasitas 50.000 kL,” *Tek. Permesinan Kapal*, pp. 1–4, 2017.
- [11] S. Anis, G. N. Budiandono, D. D. Saputro, and Z. A. Zainal, “Effect of Biodiesel/Diesel Blend and Temperature on 1-Cylinder Diesel Fuel Injection Pump Performance and Spray Pattern,” *J. Bahan Alam Terbarukan*, vol. 7, no. 2, pp. 121–127, 2018, doi: 10.15294/jbat.v7i2.11891.
- [12] O. Venriza and D. Putra Pratama, “The Effect Additives in Avtur for Increasing Electrical Conductivity with Statistical Quality Control Method,” *Int. J. Artif. Intelegence Res.*, vol. 6, no. 01, pp. 2579–7298, 2022, doi: 10.29099/ijair.v6i1.377.
- [13] H. Roliadi, “KEMUNGKINAN PENGGUNAAN ANTIOKSIDAN GUNA MEMPERTINGGI KETAHANAN OKSIDASI BIODIESEL DARI MINYAK BIJI TANAMAN JARAK PAGAR (*Jatropha curcas L.*),” *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, vol. 30, no. 1. pp. 69–86, 2012. doi: 10.20886/jphh.2012.30.1.69-86.
- [14] S. Johanes, O. Venriza, and B. Sugito, “STUDY TEMPERATUR PENYIMPANAN PADA PROSES PENIMBUNAN B30 GUNA MENGURANGI KOROSI Study of Temperature on B30 Storage for Decreasing Corrosion,” *J. Ilm. Tek. Kim.*, vol. 5, no. 2, pp. 111–114, 2021.
- [15] Alfid Revtan Effriandi, Siti Zahra, and Baikuni Eris Prianda, “Studi stabilitas warna biodiesel dan campuran biodiesel - minyak solar (B20) selama penyimpanan,” *J. Tek. Kim.*, vol. 25, no. 3, pp. 60–69, 2019, doi: 10.36706/jtk.v25i3.131.
- [16] M. A. Dewantara, S. Aritonang, and B. J. Suroto, “Analysis of B30 Fuel Usage With Storage Effects on Diesel,” *J. Teknol. Daya Gerak*, vol. 3, no. 1, pp. 73–86, 2020.
- [17] X. P. Nguyen and H. N. Vu, “Corrosion of the metal parts of diesel engines in biodiesel-based fuels,” *Int. J. Renew. Energy Dev.*, vol. 8, no. 2, pp. 119–132, 2019, doi: 10.14710/ijred.8.2.119-132.