

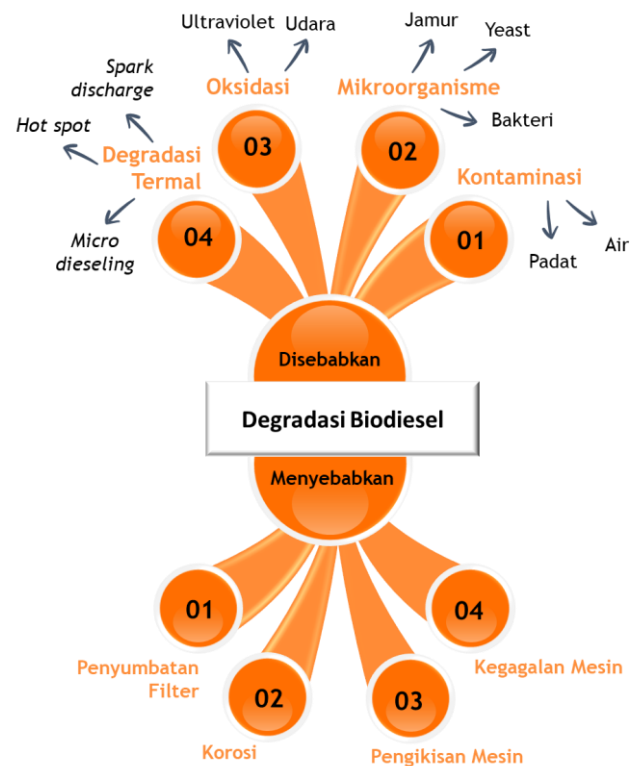
SISTEM MANAJEMEN BAHAN BAKAR BIODIESEL B30



1. PENDAHULUAN

Dilaterbelakangi oleh tujuan meningkatkan pemanfaatan minyak kelapa sawit yang berlimpah di Indonesia dan meningkatkan kontribusi penggunaan energi terbarukan, pemerintah Indonesia menetapkan keputusan mewajibkan penggunaan Biodiesel B30 pada seluruh sektor industri dan transportasi. Pemanfaatan B30 dianggap mampu mengurangi ketergantungan pada penggunaan minyak mentah dan menekan angka impor bahan bakar. Selain itu, B30 yang terbuat dari minyak nabati dapat mengurangi emisi gas rumah kaca dan polusi. Emisi yang dihasilkan dari pembakaran B30 mengandung lebih sedikit karbon monoksida, membuktikan bahwa bahan bakar ini lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan *petroleum diesel*.

Keputusan dalam mewajibkan penggunaan B30 menjadikan Indonesia negara pertama yang menggunakan B30, yang merupakan campuran biodiesel tertinggi di dunia. Terlepas dari fakta yang menyebutkan keunggulan B30, pemanfaatannya juga memiliki tantangan dalam industri bahan bakar. B30 memiliki karakteristik yang menjadikannya rentan terhadap kontaminasi dan degradasi. Selain perubahan sifat, efek dari B30 yang terdegradasi akan mendorong terbentuknya *sludge/slime*, akibatnya terjadi penyumbatan *filter*, kerusakan pada injektor dan pada kasus parah mampu mengakibatkan kegagalan mesin.

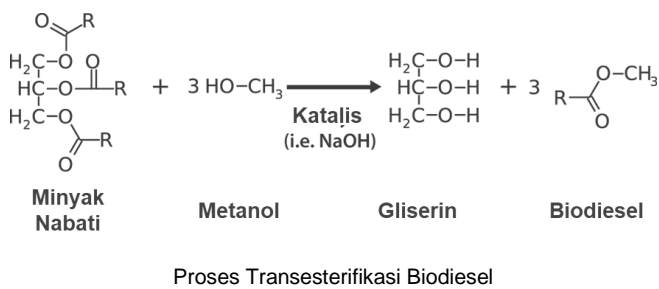


Sebab dan akibat dari degradasi B30

2. APA ITU BIODIESEL B30?

Biodiesel merupakan bahan bakar yang terbuat dari minyak nabati atau lemak hewani melalui proses transesterifikasi. Proses ini mengubah minyak/lemak menjadi rantai panjang *mono alkyl ester* (FAME). Proses transesterifikasi memanfaatkan metanol untuk mengubah gliserin (komponen utama minyak nabati dan lemak hewani) menjadi biodiesel dengan bantuan katalis. B30 sendiri merupakan campuran biodiesel dengan solar. Angka 30 menunjukkan 30% B100 (biodiesel murni) dicampurkan dengan 70% solar. Proses transesterifikasi diilustrasikan pada gambar dibawah.

3. APA ITU DEGRADASI?



Degradasi merupakan fenomena alam yang pasti dialami oleh biodiesel, mengakibatkan penurunan kualitas bahan bakar. Degradasi dimulai segera setelah proses penyulingan selesai dan terus berlanjut hingga B30 digunakan. Proses ini terjadi secara perlahan pada penyimpanan jangka panjang, namun dapat dipercepat dengan adanya kontaminasi dan suhu tinggi. Degradasi terjadi dalam beberapa mode seperti yang diilustrasikan pada gambar diatas. Pada B30, mode degradasi yang berpengaruh besar pada penurunan kualitas bahan bakar adalah oksidasi, kontaminasi dan mikrobiologi.

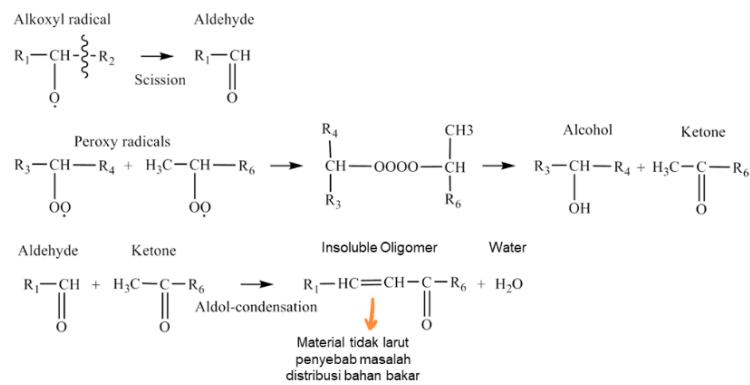


B30 terdegradasi seiring waktu

3.1. Oksidasi

Oksidasi adalah reaksi antara B30 dengan oksigen akibat paparan cahaya dan udara. Reaksi ini dipengaruhi oleh peningkatan suhu, kandungan antioksidan, dan kandungan metil ester sebagai komponen utama biodiesel. Reaksi oksidasi menyebabkan perubahan sifat B30 seperti peningkatan kadar asam dan viskositas, penurunan kadar iodin, dan pembentukan material tidak larut, yang berakibat pada masalah injektor dan *filter*. Oleh karena itu, kestabilan oksidasi patut untuk diperhatikan dalam menjaga kualitas bahan bakar terutama pada penyimpanan jangka panjang.

3.2. Kontaminasi

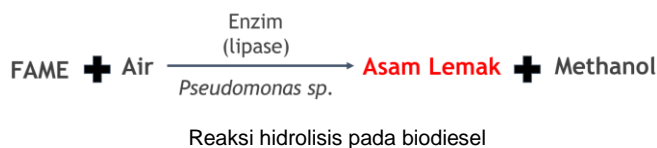


Kontaminasi terjadi secara alami pada campuran biodiesel. Karena sifatnya, B30 akan mulai terkontaminasi ketika didistribusikan dari kilang minyak hingga digunakan. Dua jenis kontaminasi umum di B30 sebagai berikut:

- Kontaminasi Padat.** Merupakan seluruh partikel tidak larut yang terkandung dalam B30. Karakter B30 yang bertindak seperti *detergent (solveny)* memungkinkan B30 mengikat lebih banyak partikel dan kotoran. Akibatnya, partikel padat akan selalu ada dalam B30. Partikel padat dapat mengkontaminasi B30 melalui ventilasi tangki penyimpanan, proses distribusi, pengisian, dan perawatan. Adanya partikel padat dalam B30 akan membahayakan injektor bahan bakar dan mempercepat penyumbatan *filter* mesin akibat akumulasi sludge.
- Kontaminasi Air.** B30 memiliki sifat hidroskopis yang memungkinkannya menyerap air 30 kali lebih banyak dibandingkan dengan solar. Karena sifat

ini, akumulasi air pada B30 hampir tidak mungkin dihindari. Sumber utama kontaminasi air pada B30 berasal dari kondensasi kelembaban udara, lalu membentuk air yang terkumpul di dasar tangki penyimpanan. Air juga dapat masuk melalui pipa distribusi. Air mengkontaminasi B30 dalam tiga wujud, air larut, air teremulsi dan air bebas.

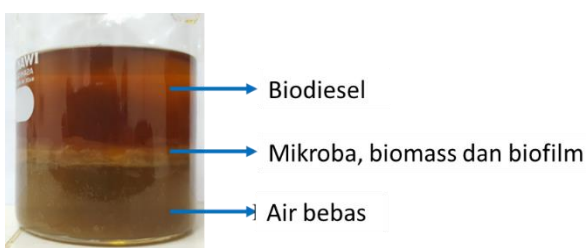
Terkandungnya air dalam B30 mendorong terjadinya reaksi hidrolisis. Efek umum dari reaksi ini adalah pembentukan asam seperti asam lemak dan asam karboksilat, mengakibatkan korosi dan karat pada mesin. Air juga akan mempercepat reaksi oksidasi dan pertumbuhan mikrobiologi pada B30.



3.3. Mikrobiologi

Pertumbuhan mikrobiologi pada B30 dipercepat oleh adanya air bebas. Lapisan yang terbentuk antara air dan B30 merupakan tempat optimum bagi mikrobiologi untuk berkembang, karena mereka membutuhkan air dan biokarbon sebagai nutrisi. Adanya mikrobiologi pada B30 akan menyebabkan korosi pada tangki/mesin akibat akumulasi asam, penurunan masa pakai *filter* akibat pembentukan *sludge/slime*, dan penurunan fungsi aditif bahan bakar. Kontaminasi mikrobiologi umumnya ditemukan pada penyimpanan jangka panjang atau pada bahan bakar yang dibiarkan diam/stagnan. Apabila kondisi ini dibiarkan tanpa perawatan, mikrobiologi mampu mengkonsumsi hingga 1% dari total volume investasi bahan bakar dan merusak sisanya.

4. CARA MENGENALI AIR DALAM B30



Tampilan mikrobiologi pada B30

4.1. Kejenuhan B30

Kecenderungan B30 dalam menyerap lebih banyak air, menjadikannya rentan terhadap kontaminasi air. Karenanya, kemampuan B30 dalam menyerap air menjadi parameter penting dalam manajemen bahan bakar. Dua kriteria yang menjelaskan kandungan air dalam B30 adalah:

- Titik Jenuh (*Saturation Point*).** Jumlah maksimum kadar air yang mampu dilarutkan oleh B30 pada suhu tertentu. Titik jenuh direpresentasikan dalam PPM.
- Tingkat Kejenuhan (*Saturation Level*).** Relasi antara jumlah air terlarut dengan kapasitas maksimum B30 dalam melarutkan air. Tingkat kejenuhan direpresentasikan dalam %Kelembaban (%RH/*humidity*).

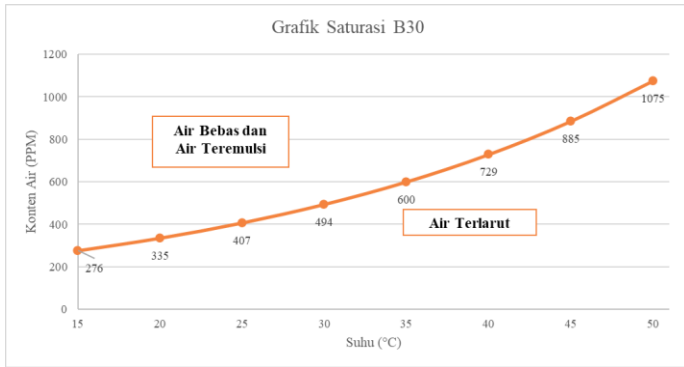
Titik jenuh dan tingkat kejenuhan akan mempengaruhi tiga wujud air dalam biodiesel.

- Air Larut**, fase ketika jumlah kadar air berada di bawah titik jenuh B30 membentuk satu fase setimbang.
- Air Teremulsi**, fase ketika jumlah kadar air berada di sekitar titik jenuh dan air akan tertahan dalam B30 membentuk *droplet* kecil, menyebabkan kekeruhan pada bahan bakar.
- Air Bebas**, fase ketika jumlah kadar air berada di atas titik jenuh dan air akan terpisah dari B30 membentuk lapisan air-bahan bakar di dasar tangki penyimpanan.

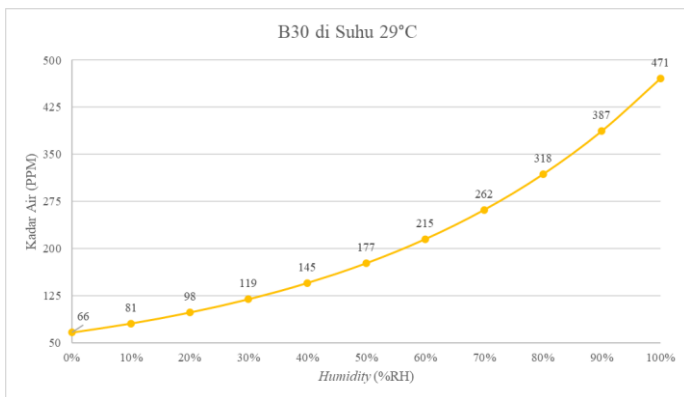


Tiga wujud air pada B30

Kemampuan B30 dalam menyerap air sangat dipengaruhi oleh suhu dan kandungan FAME. Semakin tinggi kandungan FAME dan suhu, maka semakin tinggi kemampuan bahan bakar menyerap air. B100 akan memiliki kemampuan menyerap air lebih tinggi dibandingkan dengan B30. Korelasi antara titik jenuh, level kejenuhan dan wujud air dapat direpresentasikan sebagai sebuah grafik saturasi seperti diilustrasikan pada gambar berikut.



Grafik Saturasi B30



Korelasi kadar air dan humidity pada B30 di suhu 29°C

4.2. Pemisahan air pada B30 (Coalescer)

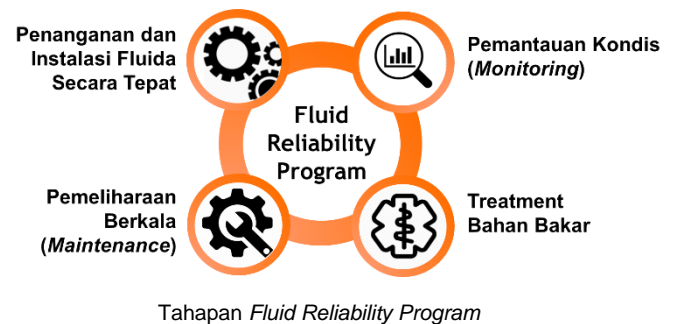
Pada B30, air akan muncul berbentuk *droplet* dalam berbagai ukuran. Ukuran ini berpengaruh pada wujud air pada B30. Karena air memiliki massa jenis lebih besar dibanding B30, *droplet* berukuran besar akan cenderung terakumulasi di bawah tangki membentuk air bebas. Air yang terakumulasi ini dapat dibuang dengan menggunakan sistem drainase tangki. Namun, *droplet* berukuran kecil akan tertahan di B30 membentuk air teremulsi. Penggunaan sistem drainase sebagai proses pembuangan air tidak dapat digunakan dalam kondisi ini. Berlandaskan pada karakter ini, pemanfaatan metode *coalescing* sebagai proses pemisahan air direkomendasikan.

Metode *coalescing* bekerja dengan mengumpulkan *droplet-droplet* kecil dan menggabungkannya menjadi *droplet* besar

yang kemudian akan terkumpul dalam *coalescer*. Metode ini akan memisahkan seluruh air bebas dan air emulsi dengan sebagian air larut.

5. SOLUSI TEKNIS

Mencegah lebih baik daripada mengobati, merupakan istilah umum yang pengaplikasiannya sangat penting dalam menjaga kualitas bahan bakar. B30 yang terdegradasi karena kontaminasi akan menghasilkan bahan bakar tidak sesuai standar. Kerusakan mesin akibat bahan bakar non-standar dapat membatalkan garansi. Apabila ini terjadi, kerugian besar akibat kegagalan sistem bahan bakar tidak dapat dihindarkan. Selain menanggung biaya perbaikan sistem, pengguna juga akan menanggung biaya perbaikan mesin. Maka dari itu, kunci dalam menjaga kualitas B30 merupakan tindakan pencegahan kontaminasi dengan melaksanakan *Fluid Reliability Program* secara komprehensif seperti yang diilustrasikan pada gambar dibawah.



5.1. Penanganan dan instalasi bahan bakar secara tepat

Tahap awal dalam mencegah adanya kontaminan di B30 adalah dengan memastikan penanganan dan instalasi bahan bakar dilakukan secara benar. Pertama dimulai dari pemeriksaan konstruksi tangki. Selain sebagai tempat penyimpanan, tangki juga memiliki fungsi sebagai fasilitas pertama pemisahan kontaminan. Untuk mendukung fungsi ini, tangki penyimpanan disarankan memiliki struktur kerucut dengan *drain port* di bagian

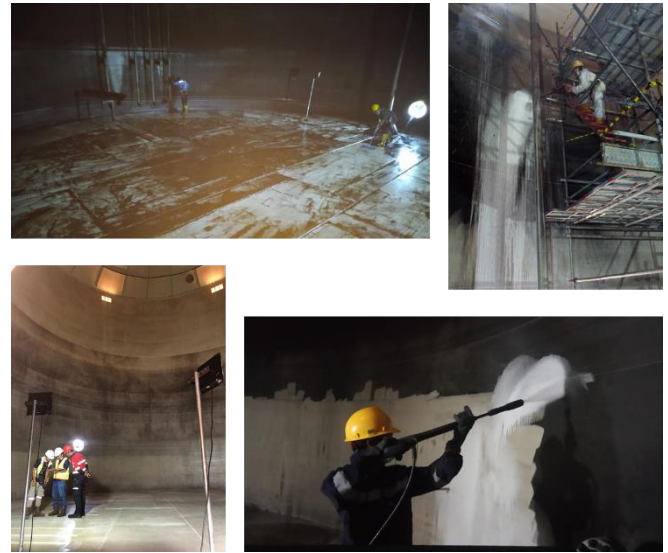
bawahnya untuk memudahkan proses pembuangan air dan *sludge*. Tangki penyimpanan juga harus dilengkapi dengan *air breather*/ventilasi dengan *filter* yang sesuai, guna mencegah kontaminasi dan air dari udara saat tangki tidak terisi penuh.

Kedua, aspek kompatibilitas/kesesuaian material juga akan berpengaruh pada tingkat kontaminasi B30. *Seal* dan *gasket* disarankan terbuat dari material yang tahan terhadap efek degradasi, seperti Viton, PTFE dan Teflon. Tangki, yang pada umumnya terbuat dari *stainless steel* dan *mild steel*, harus dilapisi material *polyurethane* atau *two-component epoxy* sebagai pencegah terhadap korosi.



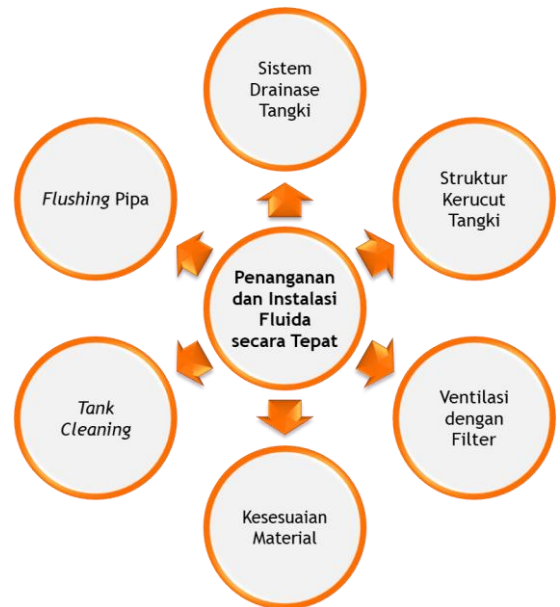
Air breather (kiri) dan struktur kerucut tangki (kanan)

Selanjutnya, proses pembersihan tangki (*tank cleaning*) perlu dilakukan sebagai pencegahan terhadap kontaminasi dan kerusakan sifat bahan bakar, terutama dalam penggantian jenis bahan bakar dari HSD ke B30. Proses pembersihan tangki umumnya memanfaatkan metode mekanis dan konvensional, menggunakan *water jet* dan *detergent* pelarut. Proses ini dilakukan karena sistem drainase tangki dianggap belum begitu optimal dalam memisahkan kontaminasi dan air yang larut dalam B30.



Proses Tank Cleaning

Dan yang terakhir, *flushing* juga diperlukan untuk membersihkan bagian dalam pipa-pipa pada proses distribusi, *loading* dan *unloading*. Proses ini memanfaatkan metode mekanis, menggunakan aliran turbulen dari *detergent* pelarut untuk melepas dan melarutkan kontaminasi pada dinding dalam pipa. Larutan *detergent* yang tersisa kemudian dibilas kembali menggunakan B30 beberapa kali sebelum kemudian digunakan.

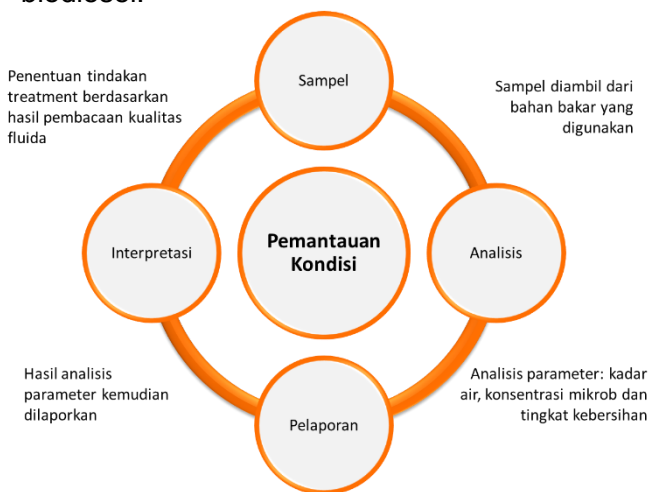


Pelaksanaan penanganan dan instalasi bahan bakar secara tepat

5.2. **Pemantauan kondisi (*Monitoring*)**

Kegiatan pemantauan kondisi/ *monitoring* yang dilakukan secara teratur dibutuhkan karena karakter hidroskopis dan *solveny* menyebabkan B30 rentan terhadap proses degradasi. Pelaksanaan *monitoring* mampu memberikan informasi mengenai indikasi awal apabila B30 telah rusak beserta penyebab utamanya. Interpretasi yang benar dari pembacaan hasil *monitoring* memberikan kriteria untuk melakukan tindakan pemeliharaan preventif sebagai solusi untuk sistem bahan bakar yang terkontaminasi.

Tiga parameter *monitoring* yang memberikan indikasi awal pada masalah biodiesel:



Langkah-langkah pemantauan kondisi (*monitoring*)

1. Kadar Air. Pembacaan *humidity* dan suhu memberikan prediksi tercepat dari kadar dan wujud air pada B30 yang digunakan. Kedua pembacaan ini dianalisis berdasarkan Grafik Saturasi B30. Nilai *humidity* B30 harus dibawah 90%, jika tidak, *treatment* bahan bakar harus dilaksanakan. Selanjutnya, pengukuran laboratorium dilakukan menggunakan metode titrasi *Karl Fischer* untuk mengetahui jumlah kadar air pada B30. Nilai kadar air harus dibawah 494 PPM
2. Tingkat Kebersihan. Jumlah partikel pada B30 dipantau dengan menggunakan alat particle counter secara *online* pada sistem maupun *offline*/pembacaan laboratorium. Pembacaan tingkat kebersihan akan menggunakan standar kode ISO 4406:1999 dan nilainya harus dibawah ISO Class 18/16/13
3. Konsentrasi Mikrobiologi. Sebuah set pengukuran ATP dapat digunakan untuk mengetahui jumlah total *biomass* hidup

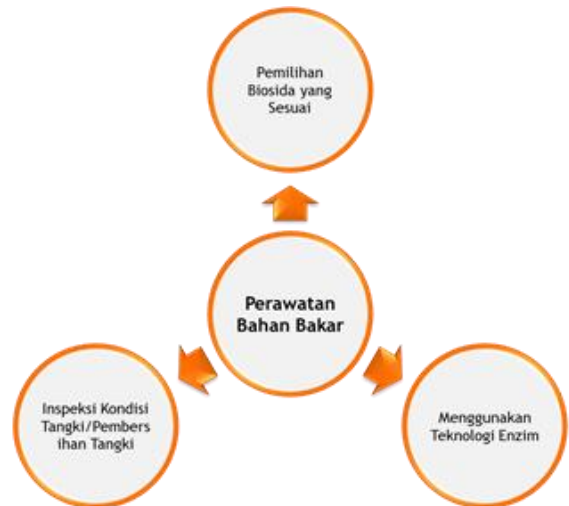
pada B30. Pembacaan ATP ini harus dibawah 100 pg cATP/ml

5.3. **Pemeliharaan berkala (*Maintenance*)**

Jika kegiatan *monitoring* telah dilakukan untuk mengevaluasi sebab/akibat dari



Ser Alat Pemantauan Kondisi



Tahapan *treatment* bahan bakar



Tujuan pemeliharaan berkala bahan bakar

degradasi B30, maka kegiatan pemeliharaan berkala/*maintenance* dapat dilakukan untuk mencegah terulangnya sebab/akibat tersebut. *Maintenance* bertujuan untuk mengontrol tingkat kontaminasi yang mungkin terjadi pada B30. Proses ini dipicu oleh perubahan pada parameter *monitoring*. Apabila terdapat anomali pada *trend data* kondisi bahan bakar, kegiatan *maintenance* harus dilaksanakan

untuk mengembalikan kondisi B30 ke standar yang ditentukan sebelum degradasi terjadi.

Pemeliharaan berkala dapat dilakukan dengan menggunakan *Fuel Polishing System*,



Fuel Polishing System

yang merupakan pemanfaatan dari penggabungan *sludge removal-filter-coalescer*. Penggunaan *Fuel Polishing System* mampu menurunkan kadar air dari 886 PPM hingga 438 PPM pada suhu operasi 30°C.

5.4. Treatment bahan bakar

Setelah kegiatan *monitoring* dan *maintenance* dilaksanakan secara tepat, B30 yang terdegradasi parah membutuhkan proses *treatment* baik secara kimiawi maupun mekanis. Metode mekanis dari *treatment* B30 merupakan kegiatan-kegiatan yang dijelaskan di bagian *maintenance*/pemeliharaan berkala. Metode ini memisahkan air, *sludge*, dan partikel dari B30 secara mekanik. Sementara itu, metode kimiawi dari proses *treatment* artinya melakukan penambahan biosida apabila ditemukan konsentrasi mikrobiologi yang sangat tinggi. Penambahan ini disarankan setelah B30 melewati proses pembersihan mekanik.

Dalam *treatment* B30, biosida memiliki dua fungsi utama. Pertama, biosida berperan sebagai *shock-treatment* yang bertujuan membunuh populasi mikrobiologi yang tinggi dalam jangka waktu pendek, dengan presentase keberhasilan >99%. Kedua, biosida berperan sebagai *preventive treatment* yang bertujuan mencegah pertumbuhan mikrobiologi, dengan memberikan biosida dengan dosis tertentu secara berkala.

6. KESIMPULAN

Seorang operator mesin perlu berusaha mengurangi terjadinya *downtime* mesin mendadak dan menghindari kegagalan sistem, yang mungkin disebabkan oleh degradasi dan kontaminasi B30. Untuk membantu pengguna, Tekno Fluida telah mempersiapkan Modul Manajemen Bahan Bakar guna mencegah terjadi masalah bahan bakar. *Program Fluid Reliability*, yang dikombinasikan dengan *Fuel Polishing System* dan *Condition Monitoring Set*, memberikan panduan bagi pengguna dalam menjaga kualitas dan performa B30.

Selain itu, Tekno Fluida juga menyediakan sistem pemisahan air, sistem *flushing* dan proses *tank cleaning* sebagai dukungan tambahan kepada pengguna dalam meningkatkan kualitas B30. Sistem ini dapat memperpanjang masa pakai bahan bakar, mengurangi total biaya perbaikan dan biaya operasional, serta memaksimalkan efisiensi sistem.

7. REFERENSI

- a. *The Oxidative Stability of Biodiesel and its Impact on the Deterioration of Metallic and Polymeric Materials*; oleh Zuleta, Baena, Rios and Calderon
- b. *Moisture Absorption in Biodiesel and its Petro-Diesel Blends*; oleh He, Thompson, Routt and Van Gerpen
- c. *Microbial Contamination of Diesel Fuel: Impact, Causes and Prevention*; oleh Dow Chemical
- d. *Biodiesel production, properties, and feedstocks*; oleh Moster