NARASI SEMPRO

[Slide 4]

Menurut Kementrian ESDM, data konsumsi avtur tahunan di Indonesia pada tahun 2015 adalah 4.336,6 juta liter dan meningkat menjadi 5.717,7 juta liter pada tahun 2018 atau meningkat 31,8% dalam 3 tahun. Sementara itu, Indonesia masih mengimpor avtur sebesar 1.518 juta liter pada tahun 2018 atau sekitar 26,5% dari total konsumsi avtur.

Salah satu bahan bakar alternatif adalah bioavtur dari minyak nabati. Salah satu contoh minyak nabati adalah minyak kelapa sawit. Indonesia merupakan negara penghasil kelapa sawit terbesar di dunia sejak tahun 2006 dengan produksi minyak sawit mencapai 31 juta ton.

Oleh karena itu, produksi bioavtur dari minyak inti kelapa sawit sangat mungkin dilakukan di Indonesia. Namun, saat ini, di Indonesia belum ada produksi bioavtur dari minyak inti kelapa sawit secara komersil dan diuji coba langsung kepada pesawat terbang.

Pembuatan avtur dari minyak nabati dilakukan dalam beberapa tahap: hidrogenasi trigliserida (TG), hidrodeoksigenasi (HDO) dan hidroisomerisasi (HIS).

Oleh karena itu, untuk mengetahui kondisi operasi yang tepat agar dapat menghasilkan bioavtur dari asam laurat, dibutuhkan simulasi reaktor proses HDO.

[Slide 5]

Avtur merupakan senyawa kimia yang tidak berwarna, relatif tidak volatil dan komposisinya secara rata rata ekivalen dengan C12,5H24,4 dengan massa molar 175 g/mol. Avtur merupakan senyawa hidrokarbon yang berada di rentang C9 – C15.

Ada 2 jenis avtur yang digunakan secara besar di penerbangan sipil, yaitu Jet-A dan Jet-A1. Jet-A banyak digunakan di Amerika Serikat dan memiliki titik beku ≤ -40 oC.

Sedangkan Jet-A1 banyak digunakan di luar Amerika Serikat dengan titik beku lebih rendah dari Jet-A yaitu ≤ -47 oC Sedangkan jenis avtur yang lain seperti JP-8 digunakan oleh militer dengan penambahan berupa inhibitor korosi dan *anti-icing.*

[Slide 6]

Produksi bioavtur di dunia yang diuji coba langsung ke pesawat penerbangan sipil dimulai pada tahun 2008 yaitu dengan umpan kelapa dan babassu yang diuji coba langsung oleh maskapai Virgin Atlantic dari Inggris dengan kandungan bioavtur 20% dengan rute konversi Minyak ke Jet.

Produksi bioavtur dari minyak jarak juga telah dilakukan oleh Air New Zealand pada tahun 2008 dengan kandungan bioavtur yang lebih tinggi yaitu 50%.

Produksi bioavtur dari alga juga telah dilakukan pada tahun 2011 yang diuji coba langsung oleh maskapai continental Airlines dari AS dengan rute konversi alcohol to jet

Pada tahun 2013 China telah berhasil uji coba bioavtur dari minyak sawit dan waste cooking oil.

Sampai saat ini, di Indonesia belum ada produksi bioavtur secara komersil dan diuji coba langsung kepada pesawat terbang.

[Slide 7]

Jenis umpan bioavtur ada 4

Umpan generasi pertama, umpannya berupa bahan yang bisa dimakan. Kelebihannya murah dan sustainable. Kekurangannya Persaingan dengan industri pangan, persaingan lahan, tanah dan air dengan tanaman pangan. Contohnya adalah Minyak kelapa sawit, minyak kelapa

Umpan generasi kedua, umpannya berupa bahan yang tidak bisa dimakan. Kelebihannya tidak ada persaingan dengan industri pangan dan murah. Kelemahannya komposisinya bisa bervariasi jika menggunakan minyak jelantah. Contohnya adalah minyak jelantah, minyak jarak

Umpan generasi ketiga, umpannya berupa Alga. Kelebihannya tidak memerlukan lahan yang luas. Kekurangannya sampai saat ini belum feasible secara ekonomi, adanya masalah dalam budidaya, pemanenan dan ekstraksi minyak yang tidak efisien. Contohnya adalah alga

Umpan generasi keempat, umpannya berupa organisme yang gennya dimodifikasi maupun bukan makhluk hidup. Kelebihannya lebih ramah lingkungan. Kekurangannya biayanya sangat mahal, membutuhkan teknologi tinggi dan peralatan yang canggih. Contoh gas CO&hidrogen, cahaya matahari, dan organisme yang gennya dimodifikasi.

[Slide 8]

Salah satu rute produksi bioavtur adalah proses HEFA (hydroprocessed esters and fatty acids). Yaitu proses konversi oleokimia seperti hidroproses lipid dari minyak nabati. Sampai tahun 2020, HEFA satu satunya rute produksi bioavtur yang diimplementasikan pada skala industri.

Proses HEFA dimulai dari nomor 1, yaitu ekstraksi minyak dari biomassa. Selanjutnya, pada nomor 2 minyak mentah akan dihidrogenasi oleh gas H2 dengan bantuan katalis untuk menjenuhkan Trigliserdia.

Selanjutnya pada nomor 3, Trigliserida jenuh akan di reaksikan dengan gas hidrogen sehingga diperoleh gas propane dan asam lemak bebas. Pada proses nomor 4 merupakan proses deoksigenasi asam lemak bebas menjadi alkana rantai panjang dengan bantuan katalis.

Selanutnya pada proses 5, alkana rantai panjang akan diisomerisasi untuk meningkatkan properti coldflow dan di cracking agar menghasilkan rantai hidrokarbon sesuai dengan produk yang diinginkan. Dan selanjutnya campuran akan dipisahkan melalui proses distilasi.

[Slide 9]

Reaksi hidrogenasi Trigliserida akan menghasilkan 3 asam lemak jenuh dan gas propane. Selanjutnya asam lemak jenuh akan di deoksigenasi agar menghasilkan alkana rantai panjang. Proses deoksigenasi dapat melalui 3 jalur, yaitu dekarboksilasi, hidrodekarbonilasi, dan hidrodeoksigenasi.

Reaksi dekarboksilasi akan menghasilkan gas CO2 sebagai produk samping. Reaksi hidrodekarbonilasi akan dihasilkan gas CO dan uap air sebagai produk samping. Sedangkan pada hidrodeoksigneasi hanya dihasilkan uap air sebagai produk samping.

Produk utama dari DCO2 dan DCO adalah alkana dengan jumlah karbon berkurang satu dari jumlah karbon pada asam lemaknya, sedangkan pada HDO produk utamanya adalah alkana yang jumlah karbonnya sama dengan jumlah karbon asam lemaknya.

[Slide 10]

Kandungan asam lemak pada berbagai minyak nabati dapat dilihat pada tabel 3. Minyak inti kelapa sawit dan minyak kelapa kandungan utamanya adalah asam laurat (C12) dan asam miristat (C14) yang sudah sesuai dengan rentang rantai karbon avtur yaitu C9-C15, sehingga tidak diperlukan *cracking*.

[Slide 11]

Aktifitas hidrogenasi dari logam pada golongan VIII B meningkat seiring peningkatan nomor atom. Sehingga aktivitas hidrogenasi Nikel>Cobalt. Sedangkan untuk aktivitas hidrogenasi pada periode yang lebih tinggi akan lebih tinggi (Pt>Pd>Ni).

Selain itu, logam golongan VIB seperti molibdenum juga terbukti efektif dalam proses *hydrotreating.* Katalis berbasis logam platinum dan palladium lebih jarang digunakan karena harganya yang mahal karena termasuk logam mulia. Sementara logam nikel lebih melimpah dan murah dibanding Platinum serta Paladium.

Katalis Cobalt Molibdenum Alumina dan Nikel Molibdenum Alumina adalah katalis yang umum digunakan untuk HDO. Katalis CoMo dapat menghasilkan produk olefin karena aktivitas hidrogenasi yang lebih rendah.

Katalis berbasis tungsten lebih menyukai jalur DCO dan DCO2 dibanding Nikel Molibdenum. Katalis yang tidak berpenyangga seperti alumina memiliki selektivitas HDO yang lebih rendah.

Deaktivasi katalis HDO dapat disebabkan oleh kenaikan suhu akibat reaksi HDO yang bersifat eksotermal, tekanan parsial uap air yang terbentuk dari hasil reaksi HDO asam lemak dalam reaktor dapat mengurangi akivitas katalis hingga 1/3 dari aktivitas katalis baru, dan penutupan pori oleh deposit karbon.

[Slide 12]

Berikut ini adalah sebuah gambaran bagaimana kondisi operasi yang berbeda akan memengaruhi reaksi HDO.

Pada gambar 3, 4, dan 5 disajikan performa reaksi DO PKO menggunakan katalis NiMo/alumina pada berbagai kondisi operasi.

Dapat dilihat pada gambar 3, adalah efek temperatur terhadap reaksi DO PKO.

Dengan meningkatnya temperatur dari 270 – 330 oC, konversinya semuanya sudah 100% namun yield alkananya meningkat dari 50% (menjadi 88%) menjadi 92% (PKO -> asam lemak -> alkana). Juga dapat dilihat walaupun yield alkanaya meningkat, selektivitas HDO maksimalnya justru di temperatur 300oC sebesar 67%. \

Berikutnya pada gambar 4, adalah efek tekanan terhadap reaksi DO PKO. Dapat dilihat bahwa dengan meningkatnya tekanan dari 20 menjadi 50 bar, yield alkana meningkat dari 80 – 90% dan selektivitas HDO juga meningkat dari 52% menjadi 65%. (cracking juga turun).

Se Dapat lanjutnya pada gambar 5, adalah efek LHSV terhadap reaksi DO PKO. LHSV (liquid hourly space velocity) atau kecepatan ruang merupakan istilah yang berarti perbandingan antara laju alir feed terhadap volume reaktor (atau mungkin lebih dikenal 1/waktu tinggal). Dapat dilihat dengan meningkatnya LHSV dari 1/jam menjadi 5/jam, yield alkana turun dari 85 - 65%. Begitu juga selektivitas HDOnya.

dilihat bahwa kondisi operasi akan berdampak terhadap performa sebuah reaksi HDO.

Dan gambaran efek kondisi operasi ini ingin kami gunakan seabgai semacam guideline ketika kami melakukan simulasi dan variasikan kondisi operasinya.

[Slide 13]

Tujuan penelitian ini adalah kami ingin membuat model matematika proses dan melakukan optimasi parameter operasi untuk reaksi HDO asam laurat yang dilakukan secara kontinu pada reaktor pipa berdaur ulang yang dioperasikan secara adiabatic.

Sasaran penelitian ini antara lain:

[Slide 14]

Baca slide aja kayaknya

[Slide 16]

Untuk jadwal kerja yang direncanakan meliputi tahap studi literatur dan pengumpulan data, tahap pembuatan program, serta tahap simulasi reaktor.

Tahap awal meliputi isntalasi python dan pengumpulan data dan ditargetkan dalam minggu pertama semua data yang dibutuhkan sudah terkumpul.

Selanjutnya, dalam minggu 2 – 3 ditargetkan model reaktor meliputi neraca massa dan energi reaktor sudah selesai.

Penulisan model reaktor dalam python dilakukan setelah model reaktor selesai dan diharapkan program sudah dapat selesai dan dapat digunakan dalam minggu ke-8.

Tahap akhir meliputi perlakuan variasi simulasi, analisis performa reaktor, dan pembuatan laporan sekaligus pemaparan hasil.

[Slide 17]

Pemodelan dimulai dengan instalasi software Python dan pengumpulan data literatur meliputi data parameter kinetika reaksi, data fisik seperti kapasitas panas dan massa jenis senyawa, serta data panas reaksi.

Apabila data kinetika tidak tersedia, maka perlu dilakukan pengolahan data untuk mendapatkan parameter kinetika reaksi.

Setelah semua data yang diperlukan lengkap, disusun model reaktor berdasarkan neraca massa dan energi seperti yang ditampilkan di slide.

Dan model reaktor ini akan digunakan sebagai dasar pemrograman di Python.

Apabila program sudah selesai, dapat dilakukan simulasi variasi kondisi operasi dan dilakukan analisis performa reaktor.

[Slide 18]

Berikut adalah salah satu contoh jurnal yang kami temukan dan sedang coba olah untuk mendapatkan parameter kinetika reaksi dan model reaktornya.

Jurnal ini membahas deoksigenasi asam laurat yang terkandung dalam coconut oil menjadi hidrokarbon berupa dodekana dan undekana.

Jurnal ini tidak menyajikan nilai parameter kinetika reaksi sehingga data kinetika perlu diolah terlebih dahulu.

Data yang disajikan oleh jurnal ini meliputi data indeks keasaman yang dapat diubah menjadi konversi umpan, serta data yield pada beberapa kondisi operasi.

[Slide 19]

Reaksi HDO asam laurat dimodelkan seperti yang ditampilkan di slide.

Menggunakan data pada Tabel 4 dan 5, kami coba hitung nilai parameter kinetika reaksinya apabila diasumsikan mekanisme reaksinya seperti ini.

Bersama dengan data kapasitas panas senyawa, panas reaksi, dan dimensi reaktor, dapat dibuat model reaktor menggunakan neraca massa dan energi di samping.

[Slide 20]

Untuk variasi percobaan, yang pertama adalah variable control.

Variabel kontrol dalam simulasi meliputi katalis yang digunakan, dimensi reaktor, tekanan operasi, dan rasio H2/feed.

Untuk variabel terikat yang akan ditinjau meliputi konversi asam laurat, selektivitas HDO, dan profil temperature di sepanjang reaktor.

Variabel bebas yang ingin divariasikan dan dievaluasi dampaknya ke performa reaksi HDO meliputi temperature masuk umpan, rasio recycle, dan kecepatan ruang.

Sekian presentasi proposal penelitian ini dan terimakasih atas perhatiannya. Selanjutnya dikembalikan kepada moderator.