

Pra Desain Pabrik Minyak Kayu Putih dari Daun Kayu Putih

Muhammad Ridlo Mumtazy, Sekar Tri Wulan Amelia, Annas Wiguno, dan Kuswandi
Departemen Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: kuswandi@chem-eng.its.ac.id

Abstrak—Defisit produksi minyak kayu putih Indonesia selama ini dicukupi dengan melakukan impor dari negara lain dimana seharusnya Indonesia mampu memproduksi sendiri dengan potensi kekayaan alam yang dimilikinya. Diperkirakan pada tahun 2019 Indonesia memiliki permintaan minyak kayu putih sebesar 4500 ton dan harus melakukan impor sebesar 2000 ton. Dilatarbelakangi hal tersebut, dibuat rancangan pra desain pabrik minyak kayu putih dengan kapasitas produksi sebesar 150 ton/tahun. Menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang meninjau ketersediaan bahan baku, pemasaran, sumber energi listrik dan air, sumber tenaga kerja, aksesabilitas dan fasilitas transportasi, hukum dan peraturan, iklim dan topografi, dipilih Kutawaru, Cilacap, Jawa Tengah sebagai lokasi pendirian pabrik. Bahan baku yang digunakan pada pabrik minyak kayu putih adalah daun kayu putih. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI), spesifikasi produk minyak kayu putih yang dihasilkan diharapkan memiliki kandungan *1,8-cineole* sebesar 50-60%. Proses produksi minyak kayu putih meliputi proses *steam distillation*, *condensation*, *decantation*, dan *vacuum distillation*. Dibuat sistem utilitas *steam generation* untuk memenuhi kebutuhan *steam* pada proses berupa *superheated steam*. *Steam* dihasilkan 4 dari *Boiler Feed Water* (BFW) dengan bahan bakar berupa briket yang berasal dari limbah daun dari proses *steam distillation*. Analisis ekonomi dibuat dengan asumsi pemenuhan modal yang terdiri dari 60% modal sendiri dan 40% modal pinjaman, laju inflasi 3% per tahun, masa konstruksi dua tahun. Diperoleh hasil perhitungan *Total Capital Investment* (TCI) sebesar Rp 69.473.773.953, *Working Capital Investment* (WCI) Rp 46.046.229.261; *Fixed Capital Investment* (FCI) Rp 23.427.544.692; *Total Production Cost* (TPC) Rp 92.582.033.198; *Internal Rate of Return* (IRR) 32,2%; *Pay Out Time* (POT) 4,68 tahun; dan *Break Even Point* (BEP) 67,84%.

Kata Kunci— *Cineole*, Minyak Atsiri, Minyak Kayu Putih, Pra Desain Pabrik, *Steam Distillation*.

I. PENDAHULUAN

INDONESIA merupakan negara dengan kekayaan alam yang melimpah dan saat ini telah menjadi salah satu pemasok bahan baku minyak atsiri di dunia. Minyak atsiri merupakan suatu cairan berkonsentrasi yang mengandung senyawa aromatik yang diperoleh dari tumbuhan. Minyak atsiri pada umumnya digunakan dalam bidang wewangian, farmasi, maupun kuliner. Terdapat sekitar 40 jenis minyak atsiri yang diproduksi Indonesia dan 12 diantaranya telah dikembangkan dalam skala industri, salah satu diantaranya adalah minyak kayu putih (*cajuput oil*) [1].

Minyak kayu putih merupakan minyak yang telah umum digunakan di kehidupan masyarakat Indonesia. Minyak kayu putih merupakan minyak atsiri yang diperoleh dengan cara penyulingan daun dan ranting dari tanaman kayu putih (*Melaleuca leucadendron*) [2]. Minyak jenis ini memiliki kandungan utama berupa *1,8-cineole* yang memiliki berbagai

manfaat di bidang medis dan farmasi seperti antiseptik, insektisida dan *vermifuge*, *decongestant* dan *expectorant*, maupun obat analgesik atau penghilang nyeri. Tidak hanya itu, minyak kayu putih juga umum digunakan sebagai wewangian dan aroma terapi.

Kebutuhan minyak kayu putih di Indonesia pada tahun 2019 diperkirakan mencapai sebesar 4.500 ton sedangkan produksi yang dihasilkan hanya sebesar 2.500 ton. Defisit minyak kayu putih tersebut dipenuhi dengan melakukan impor minyak *eucalyptus* yang dari negara China sebagai produk komplementer untuk dicampurkan dalam produk minyak kayu putih yang diperdagangkan di pasaran. Alangkah ironisnya jika minyak kayu putih yang diperoleh dari tumbuhan asli Indonesia tidak dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri atau bahkan digantikan oleh minyak *eucalyptus*. Hal ini mengindikasikan bahwa sebenarnya peluang untuk pengembangan industri minyak kayu putih masih terbuka lebar.

Defisit produksi minyak kayu putih terjadi akibat kekurangan sumber bahan baku. Tumbuhan kayu putih di Indonesia merupakan tumbuhan tua yang tumbuh secara liar nyaris tanpa usaha peningkatan kualitas. Upaya peningkatan produktivitas tumbuhan kayu putih telah dilakukan sejak tahun 1966 dengan perintisan program pemuliaan tanaman kayu putih untuk peningkatan rendemen di Yogyakarta. Di lain pihak, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan hingga Juni 2019 telah mengeluarkan 63 SK Izin Pemanfaatan Hutan Perhutanan Sosial (IPHPS) di Pulau Jawa seluas 25.977 ha kepada 23.113 Kemitraan Kehutanan (KK) untuk mendorong pengembangan usaha minyak kayu putih.

Peluang pengembangan industri minyak kayu putih masih sangat besar mengingat besarnya kesenjangan antara kebutuhan dan produksinya. Disamping itu, dukungan masif yang diberikan pemerintah turut membantu kemudahan dalam memulai industri ini. Dilatarbelakangi hal tersebut, maka disusunlah pra desain pabrik berjudul “Pabrik Minyak Kayu Putih dari Daun Kayu Putih”

II. BASIS DESAIN DATA

A. Penentuan Kapasitas

Indonesia dituntut untuk mampu bersaing di era pasar bebas dengan negara lain di berbagai bidang, salah satunya adalah bidang industri. Perkembangan dunia industri merupakan salah satu elemen yang memegang pengaruh penting dalam kemajuan ekonomi di Indonesia. Produsen minyak atsiri telah tersebar di berbagai negara seperti Brazil, China, Amerika Serikat, Mesir, India, dan juga Indonesia. Sebagai salah satu negara eksportir terbesar minyak atsiri di dunia, Indonesia perlu memberikan perhatian khusus

Tabel 5.
Supply-Demand Minyak Kayu Putih di Indonesia

| Tahun | Produksi (ton/tahun) | Konsumsi (ton/tahun) | Ekspor (ton/tahun) | Impor (ton/tahun) |
|-------|----------------------|----------------------|--------------------|-------------------|
| 2014 | 53,22 | 980 | 0 | 926,78 |
| 2015 | 140 | 1.500 | 0 | 1.360 |
| 2016 | 500 | 1.500 | 0 | 1.000 |
| 2017 | 208,33 | 2.200 | 0 | 1.991,7 |
| 2018 | 2.500 | 4.500 | 0 | 2.000 |
| 2019 | 2.500 | 4.500 | 0 | 2.000 |

Tabel 6.
Data Luas Perkebunan Kayu Putih

| | Tuban, Jawa Timur | Cilacap, Jawa Tengah |
|---------------------------------|-------------------|----------------------|
| Luas Perkebunan Kayu Putih (ha) | 1.380 | 2.000 |
| Ketersediaan Daun (ton) | 27.600 | 39.996 |

Tabel 7.
Data Jumlah Populasi Penduduk

| | Tuban, Jawa Timur | Cilacap, Jawa Tengah |
|---------------------------------|-------------------|----------------------|
| Jumlah Populasi Penduduk (Jiwa) | 1.285.000 | 1.662.000 |

terhadap perkembangan produksi minyak atsiri di dalam negeri baik untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri maupun meningkatkan perekonomian negara dengan melakukan ekspor ke berbagai negara-negara lain.

Fluktuasi pada kondisi produksi, konsumsi, ekspor, maupun impor minyak kayu putih yang terlihat pada Tabel 2 disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain adalah kebijakan pemerintah dengan program ketahanan pangan dimana terjadi pengalihan penggunaan lahan dari tanaman kayu putih menjadi tanaman pangan pada tahun 2016. Sedangkan pada tahun 2018 hingga 2019 terjadi peningkatan pesat pada produksi minyak kayu putih karena pemerintah kembali menggalakan penanaman kayu putih guna meningkatkan produksi minyak kayu putih untuk memenuhi kebutuhan masyarakat.

Penentuan kapasitas pabrik memerlukan data-data seputar pertumbuhan produksi, konsumsi, ekspor, maupun impor minyak kayu putih. Tabel 1 menunjukkan bahwa produksi minyak kayu putih di Indonesia pada tahun 2014 – 2019 mengalami fluktuasi yang tidak stabil sehingga penentuan perhitungan kapasitas yang didasarkan pada pertumbuhan akan memberikan hasil yang kurang akurat. Oleh karena itu, perhitungan kapasitas pabrik minyak kayu putih dilakukan berdasarkan data pada dua tahun terakhir (2018-2019) yang cenderung bernilai konstan.

Pabrik minyak kayu putih direncanakan memiliki kapasitas produksi yang mampu mensubstitusi sebesar 7,5% kebutuhan impor pada dua tahun terakhir (2000 ton/tahun). Melalui perhitungan maka diperoleh besar kapasitas produksi minyak kayu putih adalah 150 ton/tahun.

B. Penentuan Lokasi

Lokasi dari suatu pabrik mempunyai pengaruh besar terhadap kelangsungan atau keberhasilan pabrik tersebut. Oleh karena itu, penentuan lokasi dari suatu pabrik menjadi hal yang sangat penting dan harus direncanakan secara matang. Idealnya lokasi pabrik yang akan dipilih harus dapat memberikan keuntungan jangka panjang baik untuk perusahaan maupun warga sekitar, serta dapat memiliki kemungkinan untuk dilakukan perluasan atau penambahan kapasitas produksi demi perkembangan pabrik tersebut.

Tabel 1.
Data Kapasitas Listrik Terpasang dan Jumlah Ketersediaan Air

| | Tuban, Jawa Timur | Cilacap, Jawa Tengah |
|---------------------------------------|-------------------|----------------------|
| Kapasitas Listrik Terpasang (MW) | 6.164,62 | 3.068,78 |
| Jumlah Ketersediaan Air (liter/detik) | 120 | 796 |

Tabel 2.
Data Jumlah Angkatan Kerja

| | Tuban, Jawa Timur | Cilacap, Jawa Tengah |
|------------------------------|-------------------|----------------------|
| Jumlah Angkatan Kerja (Jiwa) | 653.981 | 520.661 |

Tabel 3.
Data Upah Minimum Kabupaten/Kota (UMK)

| | Tuban, Jawa Timur | Cilacap, Jawa Tengah |
|-----|-------------------|----------------------|
| UMK | Rp 2.333.641,85 | Rp 1.989.058,08 |

Tabel 4.
Data Jumlah Bandara dan Pelabuhan

| | Tuban, Jawa Timur | Cilacap, Jawa Tengah |
|-----------------|---|--------------------------------------|
| Akses Bandara | 125,1 km dari Bandara Internasional Juanda, Surabaya. | Bandar Udara Tunggul Wulung, Cilacap |
| Akses Pelabuhan | - | Pelabuhan Tanjung Intan, Cilacap |

Terdapat beberapa hal yang menjadi pertimbangan pada pemilihan lokasi pendirian pabrik minyak kayu putih, yaitu:

1. Ketersediaan bahan baku
2. Lokasi pemasaran
3. Sumber energi listrik dan air
4. Sumber tenaga kerja
5. Aksesabilitas dan fasilitas transportasi
6. Hukum dan peraturan
7. Iklim dan topografi

Berdasarkan pertimbangan di atas, dilakukan analisa pembuatan pilihan lokasi pabrik yang memiliki karakteristik paling sesuai dengan kebutuhan pabrik minyak kayu putih. Dari kajian yang telah dilakukan, diperoleh dua pilihan lokasi terbaik untuk pendirian pabrik yaitu terletak pada Tuban, Jawa Timur dan Cilacap, Jawa Tengah.

C. Bahan Baku

Bahan baku merupakan bahan yang diolah menjadi produk jadi. Pabrik minyak kayu putih menggunakan daun tanaman minyak kayu putih sebagai bahan baku produksi. Jumlah bahan baku yang tersedia merupakan sesuatu yang sangat penting untuk dipertimbangkan karena berkaitan erat dengan stabilitas produksi pabrik. Hal ini dikarenakan jumlah bahan baku yang tidak memenuhi kebutuhan produksi dapat mengakibatkan aktivitas produksi terganggu dan menimbulkan kerugian bagi pabrik. Pabrik harus memiliki lokasi dengan jumlah bahan baku yang banyak.

Berdasarkan data pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa wilayah Cilacap, Jawa Tengah memiliki luas lahan perkebunan kayu putih lebih besar daripada Tuban, Jawa Timur. Nilai ini besarnya berbanding lurus dengan ketersediaan bahan baku berupa daun kayu putih yang lebih besar pula.

Tabel 8.
Kondisi Wilayah Penentuan Lokasi Pabrik

| Parameter | Tuban, Jawa Timur | Cilacap, Jawa Tengah |
|-------------|-------------------|-----------------------|
| Suhu | 25 – 27,5°C | 22,22 – 32,10°C |
| Curah Hujan | 1483 mm per tahun | 17 – 420 mm per tahun |

Tabel 9.
Kandungan Utama pada Minyak Kayu Putih

| Komponen | Titik Didih (°C) | Persentase (%) |
|---------------------|------------------|----------------|
| 1,8-cineole | 176,4 | 40 – 60 |
| <i>α</i> -terpineol | 219 | 9 – 16 |
| Limonene | 176 | 3 – 6 |
| Linalool | 197,5 | 3 |
| <i>γ</i> -terpinene | 183 | 0,7-3 |

D. Pemasaran

Pasar merupakan salah satu elemen penting dalam keberlangsungan suatu bisnis. Pemasaran yang baik mampu mendatangkan keuntungan secara ekonomis yang lebih baik pula. Keberadaan pasar akan memengaruhi angka permintaan dari suatu produk yang nantinya menentukan keuntungan pabrik selama didirikan. Lokasi antara pabrik dan pasar menjadi pertimbangan penting dalam menentukan lokasi pabrik didirikan. Semakin strategis lokasi pabrik dalam menjangkau pasar yang menjadi sasaran penjualan produk, akan menjadi nilai tambah dalam penentuan lokasi. Biaya distribusi produk dari pabrik ke tangan konsumen menjadi pertimbangan sendiri.

Minyak kayu putih merupakan produk yang dapat digunakan masyarakat secara umum dalam berbagai kebutuhan seperti farmasi atau kesehatan, terapi, hingga wewangian. Masyarakat pun menggunakan minyak kayu putih bukan hanya untuk kebutuhan rumah tangga, melainkan juga pada instansi kesehatan, pendidikan, hingga pelayanan masyarakat. Luasnya ruang lingkup penggunaan minyak kayu putih dalam kehidupan masyarakat mengindikasikan bahwa tingginya jumlah penduduk suatu wilayah akan memengaruhi peningkatan kebutuhan minyak kayu putih yang digunakan dalam berbagai aspek kegiatan masyarakat. Berikut ini merupakan perbandingan data jumlah populasi penduduk di Tuban, Jawa Timur dan Cilacap, Jawa Tengah yang digunakan sebagai indikator pemasaran.

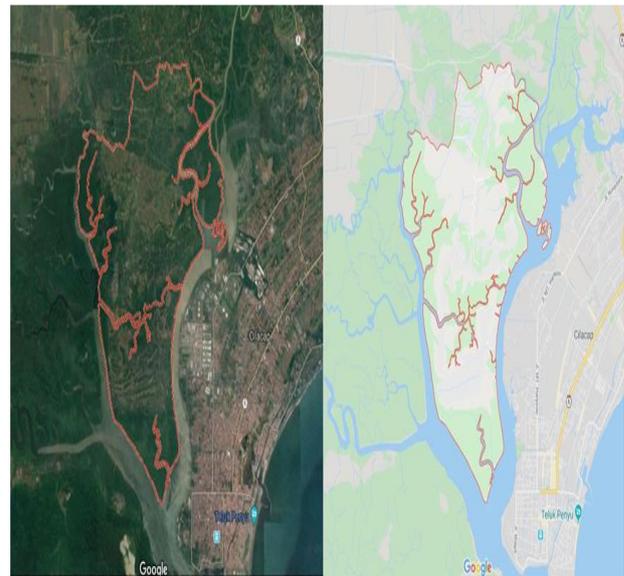
Tabel 3 menunjukkan bahwa lokasi Cilacap, Jawa Tengah merupakan wilayah yang memiliki jumlah populasi penduduk lebih besar daripada Tuban, Jawa Timur. Berdasarkan hal tersebut, dapat diperkirakan bahwa kebutuhan dan konsumsi minyak kayu putih di wilayah Cilacap, Jawa Tengah akan lebih tinggi apabila dibandingkan dengan wilayah Tuban, Jawa Timur.

E. Sumber Energi Listrik dan Air

Pabrik menjalankan serangkaian proses untuk mengolah bahan baku menjadi suatu produk. Seluruh proses dalam pabrik tentunya membutuhkan energi listrik maupun air untuk kelancaran suatu proses. Lokasi tanpa ketersediaan sumber listrik dan air yang stabil akan mengganggu jalannya proses bahkan dapat menyebabkan produksi berhenti. Hal ini tentu mengakibatkan kerugian besar bagi pabrik, terlebih jika terjadi berulang kali. Oleh karena itu, dalam penentuan lokasi pabrik perlu memperhatikan ketersediaan sumber listrik dan air didalamnya agar proses produksi pada pabrik dapat berjalan lancar. Tabel 4 menunjukkan data ketersediaan sumber listrik dan air di wilayah Tuban dan Cilacap.

Tabel 10.
Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk Minyak Kayu Putih

| Sifat | Standar |
|----------------------------|--|
| Warna | Tidak berwarna, kekuningan atau kehijauan dan jernih |
| Bau | Khas kayu putih |
| Berat jenis ; 20°C | 0,900 – 0,930 |
| Indeks bias ; 20°C ; nD20 | 1,450 – 1,470 |
| Putaran optis | -4°C s.d 0°C |
| Kelarutan dalam etanol 80% | Jernih dengan nisbah volume 1:1 |
| Kadar 1,8 cineole (%) | >60 : Kelas mutu super |
| | 55 – 60 : Kelas mutu utama |
| | 50 – <55 : Kelas mutu pertama |



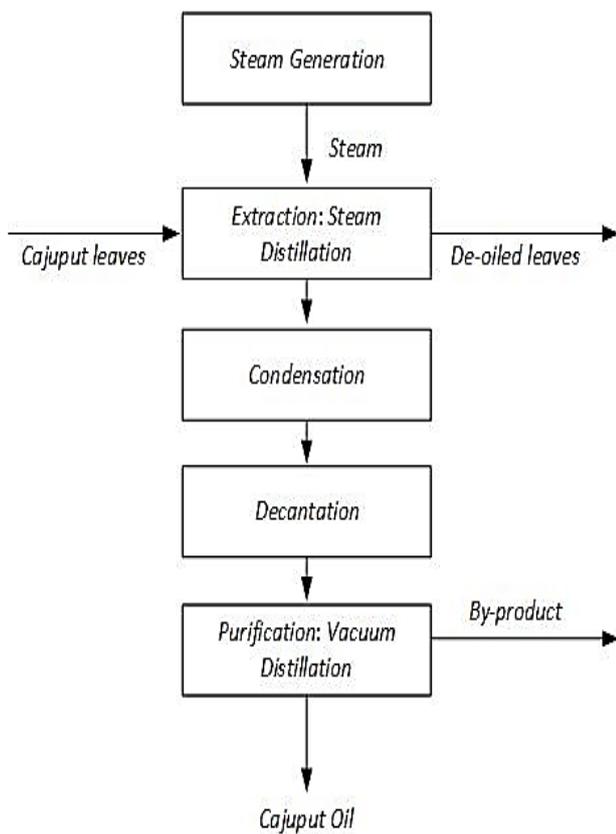
Gambar 1. Lokasi Kabupaten Cilacap.

F. Sumber Tenaga Kerja

Sumber daya manusia merupakan salah satu hal penting dalam keberlangsungan suatu pabrik. Sumber daya manusia berperan sebagai tenaga kerja yang menempati berbagai posisi dan menjalankan peran fungsinya masing-masing dalam pabrik.

Ketersediaan sumber tenaga kerja dapat direpresentasikan dengan jumlah angkatan kerja pada suatu wilayah. Menurut Badan Pusat Statistik, angkatan kerja diartikan sebagai penduduk usia kerja (15 tahun dan lebih) yang bekerja, atau punya pekerjaan namun sementara menganggur dan pengangguran. Penduduk dalam kategori angkatan kerja dianggap memiliki kapabilitas dalam berkontribusi pada suatu perusahaan untuk mengembangkan pabrik. Sehingga lokasi pabrik pada wilayah dengan ketersediaan jumlah angkatan kerja yang memadai dan sesuai dengan kriteria perusahaan dapat memberikan kemudahan tersendiri bagi perusahaan dalam menjaring tenaga-tenaga kerja terpadu. Tidak hanya itu, tentunya hal ini dapat membantu dalam peningkatan ekonomi dan kesejahteraan wilayah setempat dengan bertambahnya lapangan pekerjaan bagi masyarakat sekitar. Dalam Tabel 5 ditunjukkan data jumlah Angkatan kerja di wilayah Tuban dan Cilacap.

Selain jumlah angkatan kerja pada suatu wilayah, hal lain yang berkaitan erat dengan tenaga kerja adalah Upah Minimum Kabupaten/Kota (UMK). UMK menjadi salah satu faktor yang memengaruhi biaya ketenagakerjaan yang perlu dianggarkan oleh suatu pabrik selama didirikan. Semakin



Gambar 2. Blok Diagram Pembuatan Minyak Kayu Putih.

tinggi UMK maka anggaran untuk biaya ketenagakerjaan juga akan lebih tinggi pula.

Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai UMK Cilacap, Jawa Tengah lebih rendah daripada Tuban, Jawa Timur sehingga dapat diperkirakan bahwa anggaran biaya ketenagakerjaan akan lebih rendah pada wilayah Cilacap, Jawa Tengah.

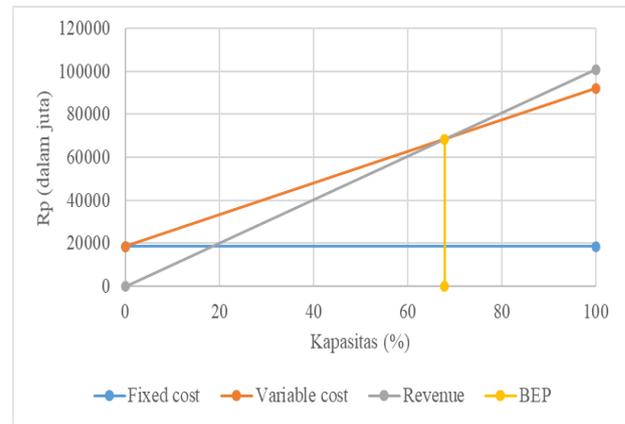
G. Aksesibilitas dan Fasilitas Transportasi

Kemudahan akses dan fasilitas transportasi menjadi salah satu pertimbangan penting dalam lokasi pabrik karena menentukan keberlangsungan pabrik selama didirikan. Lokasi yang strategis baik dari kemudahan akses dan transportasi dari lokasi bahan baku, distribusi menuju pasar, dan berbagai kepentingan lainnya akan memberikan efisiensi baik dari segi waktu maupun biaya yang harus dikeluarkan.

Tabel 7 menunjukkan bahwa wilayah Cilacap, Jawa Tengah memiliki akses dan fasilitas transportasi baik berupa bandara maupun pelabuhan, berbeda halnya dengan Tuban, Jawa Timur yang tidak didapati pelabuhan umum di wilayahnya. Hal ini berarti, wilayah Cilacap, Jawa Tengah memiliki akses dan fasilitas transportasi yang dapat dijangkau baik darat, laut, maupun udara untuk proses distribusi bahan baku maupun produk.

H. Hukum dan Peraturan

Hukum dan peraturan yang berlaku di Indonesia menjadi acuan penting dalam pendirian pabrik pada suatu wilayah Indonesia. Dalam proses pendirian pabrik hingga pabrik dijalankan harus sesuai dengan regulasi yang sudah ditentukan untuk wilayah setempat. Misalnya, pada proses pengolahan limbah yang dihasilkan pabrik harus melalui serangkaian proses sehingga limbah yang dibuang memenuhi syarat baku sesuai regulasi yang ada. Sehingga, penentuan



Gambar 3. Grafik BEP Pabrik Minyak Kayu Putih.

lokasi harus memerhatikan berbagai hal yang bersinggungan dengan regulasi setempat sehingga seluruh proses yang dilakukan di dalam pabrik tidak bertentangan dengan hukum dan peraturan yang ada.

Tidak hanya itu, dukungan pemerintah yang diberikan melalui berbagai kebijakan pada suatu daerah dapat menjadi nilai tambah dalam penentuan lokasi pabrik didirikan. Contohnya, pada kebijakan pemerintah melalui Perum Perhutani dengan penerbitan 63 SK Izin Pemanfaatan Hutan Perhutanan Sosial (IPHPS) untuk 23.113 Kemitraan Kehutanan (KK) di Pulau Jawa menjadikan Pulau Jawa sebagai salah satu alternatif lokasi yang menjanjikan untuk pendirian pabrik minyak kayu putih.

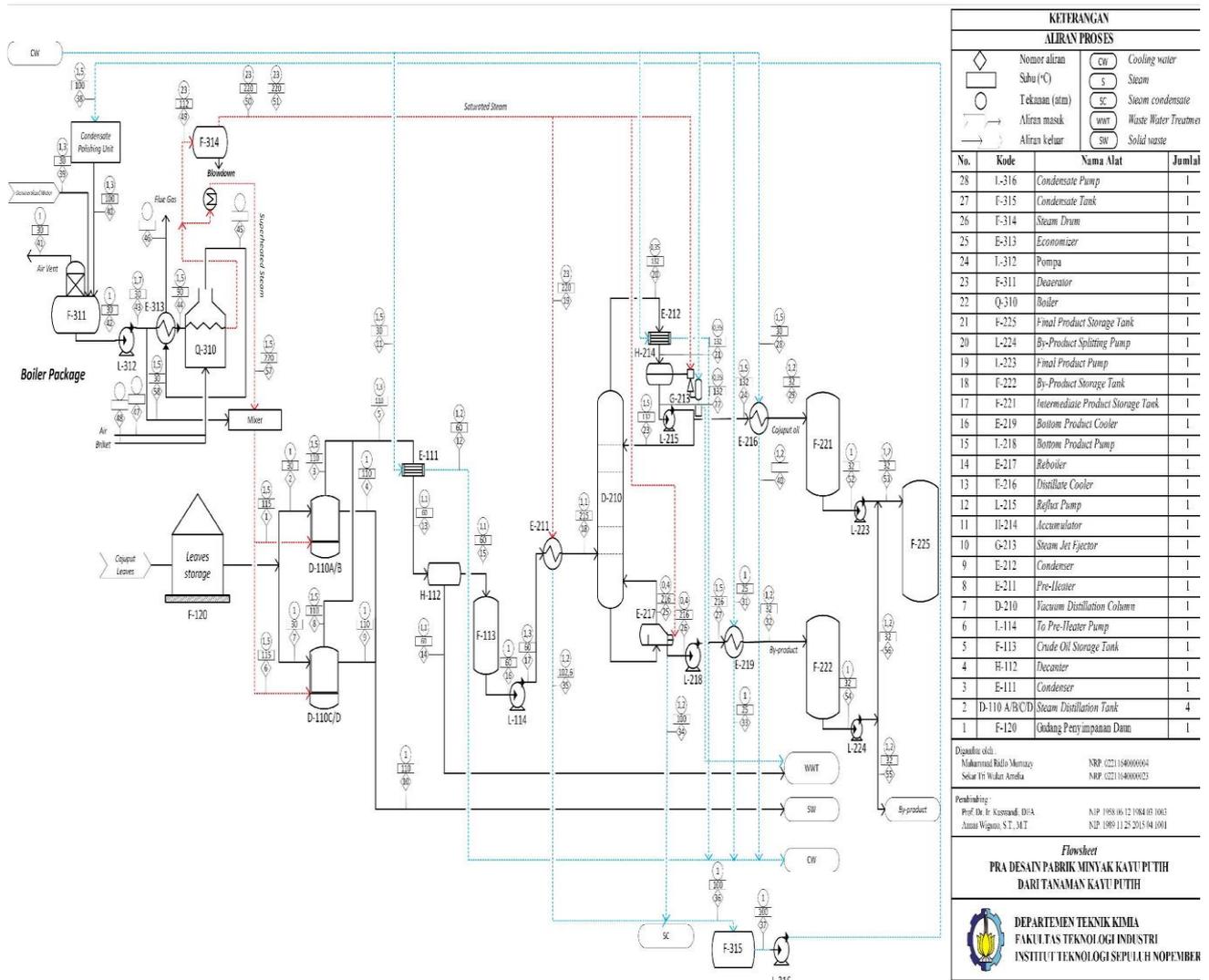
Berdasarkan Peraturan Daerah Provinsi Jawa Timur Nomor 5 Tahun 2012 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Tahun 2011-2031 Pasal 72 tentang Rencana Kawasan Budi Daya, Kabupaten Tuban termasuk sebagai salah satu wilayah yang direncanakan dalam pengembangan kawasan peruntukan hutan produksi, perkebunan, dan industri. Hal ini menunjukkan bahwa Tuban, Jawa Timur merupakan salah satu wilayah yang berpotensi sebagai lokasi pendirian pabrik minyak kayu putih.

Peraturan Daerah Provinsi Jawa Tengah Nomor 10 Tahun 2017 tentang Rencana Pembangunan Industri Provinsi Jawa Tengah Tahun 2017-2037 Pasal 8 menunjukkan bahwa Kabupaten Cilacap termasuk sebagai salah satu wilayah yang memiliki industri unggulan berupa produksi bahan kimia dan farmasi yang akan direncanakan pengembangannya hingga tahun 2037. Hal ini menunjukkan bahwa Kabupaten Cilacap juga memiliki potensi sebagai wilayah pendirian lokasi pabrik minyak kayu putih.

I. Iklim dan Topografi

Bahan baku dari pabrik minyak kayu putih adalah daun yang diperoleh dari tanaman kayu putih. Tanaman kayu putih tumbuh pada daerah dengan suhu minimum 17-22°C dan maksimum 31-33°C; atau curah hujan merata tahunan maksimum 2000 mm [3]. Tanaman kayu putih tersebut dapat tumbuh di rawa, dataran pantai, dan genangan air [4].

Lokasi pabrik direncanakan memiliki jarak yang cukup dekat dengan lokasi bahan baku sehingga pertimbangan penentuan lokasi pabrik harus memerhatikan kondisi iklim dan topografi wilayah setempat. Wilayah dengan kondisi yang tidak cocok dengan pertumbuhan tanaman kayu putih membuat pasokan bahan baku untuk pabrik menjadi terganggu, sehingga proses produksi pun juga akan



Gambar 4. Process Flow Diagram Pabrik Minyak Kayu Putih.

terganggu. Tabel 8 menunjukkan kondisi wilayah Tuban dan Cilacap.

Berbagai aspek dalam penentuan lokasi pabrik yang telah dijabarkan sebelumnya digunakan sebagai parameter untuk melakukan *grading score* atau pembobotan dengan menggunakan Metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk menentukan lokasi terpilih pendirian pabrik minyak kayu putih.

Berdasarkan *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang telah dibuat dengan parameter-parameter dan peta yang ditunjukkan dalam Gambar 1 diketahui bahwa Cilacap, Jawa Tengah merupakan lokasi terbaik yang dipilih untuk pendirian pabrik minyak kayu putih.

Kabupaten Cilacap merupakan wilayah yang terletak di provinsi Jawa Tengah. Dalam pendirian pabrik minyak kayu putih, dipilih lokasi kelurahan Kutawaru yang terletak pada Kecamatan Cilacap Tengah. Kutawaru secara geografis dilewati oleh aliran Sungai Serayu dan bersdekatan dengan laut sehingga memiliki potensi yang sangat baik untuk pendirian pabrik.

III. URAIAN PROSES

Komposisi kimia minyak kayu putih sangat bervariasi, yaitu dipengaruhi oleh spesies tumbuhan penghasil dan daerah asal atau tempat tumbuhnya. Komponen utama dalam

minyak kayu putih adalah 1,8-*cineole* yang menjadi parameter kualitas minyak putih. Kadar 1,8-*cineole* pun dipengaruhi oleh serangkaian proses yang dijalankan dalam produksi minyak kayu putih. Minyak kayu putih yang diperoleh langsung dari hasil penyulingan memiliki kadar 1,8-*cineole* mencapai kurang lebih 35%, lebih rendah dibandingkan dengan minyak kayu putih yang telah melewati proses pemurnian lebih lanjut yakni berkisar 55-60% [5]. Pada umumnya kandungan utama minyak kayu putih yang diperdagangkan di pasaran seperti tercantum pada Tabel 9.

Kualitas atau mutu minyak kayu putih yang diproduksi harus sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk minyak kayu putih yaitu SNI 3954:2014 [2]. Kelas mutu minyak kayu putih ditentukan berdasarkan kadar 1,8-*cineole* yang dimiliki oleh minyak kayu putih yang diperdagangkan. Pabrik minyak kayu putih ini menginginkan minyak kayu putih yang diproduksi memiliki kadar 1,8-*cineole* sebesar 55-60% yakni masuk ke dalam kategori kelas mutu utama sesuai Badan Standarisasi Nasional (2014) seperti data dalam Tabel 10.

Proses produksi minyak kayu putih dari daun tanaman kayu putih terdiri dari dua tahapan proses utama, yaitu tahap ekstraksi minyak dari daun kayu putih dan tahap purifikasi atau pemurnian minyak kayu putih hasil dari proses ekstraksi.

Proses yang dipilih adalah ekstraksi minyak dari daun kayu putih menggunakan *steam distillation*. Produk yang diperoleh

dari proses tersebut adalah minyak kayu putih dengan kadar 1,8-*cineole* mencapai kurang lebih 35%. Kemudian, minyak hasil ekstraksi dimurnikan melalui metode *vacuum distillation* untuk diperoleh minyak kayu putih dengan kadar 1,8-*cineole* lebih tinggi yakni berkisar 55-60%. Blok diagram proses dan *Process Flow Diagram* (PFD) pembuatan minyak kayu putih ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 4.

A. Steam Generation

Proses produksi pabrik minyak kayu putih membutuhkan *steam* yang dihasilkan dari unit utilitas. *Steam* diproses dari air yang berasal dari *demineralized water unit* dan *condensate polishing unit* dengan perbandingan. Air dari *demineralized water unit* dan *condensate polishing unit* masuk ke dalam deaerator (F-311) untuk menghilangkan oksigen dan gas-gas terlarut lainnya yang terbawa selama proses. Air keluaran deaerator (F-311) dipanaskan menggunakan *economizer* (E-313) yang memanfaatkan panas dari *flue gas boiler* sisa hasil pembakaran. Selanjutnya, air dari *economizer* (E-313) masuk ke dalam *boiler* (Q-310) dan dialirkan pada *steam drum* (F-314). *Steam* yang terbentuk diubah menjadi *superheated steam* menggunakan *superheater* sebelum digunakan dalam proses. Bahan bakar yang digunakan pada *boiler* (Q-310) adalah briket yang merupakan hasil dari limbah daun kayu putih.

B. Steam Distillation

Proses pengambilan minyak dari daun yang digunakan dalam pabrik minyak kayu putih menggunakan metode *steam distillation*. Daun kayu putih yang disimpan di dalam gudang penyimpanan bahan baku (F-120) dimasukkan ke dalam tangki ekstraksi (D-110A/B/C/D). Dua tangki beroperasi secara bersamaan dalam satu waktu dan dua tangki lainnya beroperasi pada satu jam setelah dua tangki awal beroperasi. Dalam satu *batch* proses *steam distillation* dibutuhkan waktu sebanyak 30 menit persiapan awal, tiga jam proses ekstraksi, dan 30 menit pembersihan akhir tangki. Tangki *steam distillation* yang telah digunakan pada setiap *batch* diberikan selang waktu selama 30 menit sebelum digunakan kembali untuk menjaga kinerja tangki.

Tangki *steam distillation* (D-110A/B/C/D) berfungsi sebagai tempat terjadinya kontak antara daun kayu putih dengan *steam* untuk mengambil minyak atsiri yang terkandung di dalam daun. *Steam* yang digunakan dalam proses ini adalah *superheated steam* yang berasal dari *steam drum* (F-314). Kemudian *de-oiled leaves* atau ampas daun akan dikeluarkan dari tangki *steam distillation* jika proses telah selesai. Proses *steam distillation* berlangsung selama tiga jam untuk satu kali proses.

Produk hasil ekstraksi berupa uap air dan minyak kayu putih dikondensasikan dalam kondensor (E-111). Kondensor (E-111) yang digunakan berfungsi untuk mengondensasikan uap air dan minyak kayu putih hasil ekstraksi menjadi *liquid* atau distilat. Selanjutnya campuran ini dipisahkan dalam *decanter* (H-112) untuk dilakukan pemisahan antara air dengan minyak kayu putih. Prinsip pemisahan menggunakan *decanter* adalah perbedaan berat jenis, dimana komponen minyak kayu putih dengan berat jenis lebih rendah akan berada di bagian atas, sedangkan air berada di bawah. Produk dari *decanter* dialirkan pada tangki penyimpanan *crude oil* (F-113) untuk menampung produk minyak kayu putih

sebelum memasuki proses pemurnian berupa *vacuum distillation*.

C. Purification: Vacuum Distillation

Minyak kayu putih dari tangki penyimpanan *crude oil* (F-113) dipanaskan menggunakan *heat exchanger* (E-211) sebelum dimasukkan ke dalam kolom distilasi vakum (D-210). Kondisi vakum diperoleh dari penggunaan *steam ejector* (G-213) yang terhubung pada *accumulator tank* (H-214). Produk atas kolom yang terdiri dari komponen 1,8-*cineole* dialirkan menuju kondensor (E-212) untuk selanjutnya ditampung pada *accumulator tank* (H-214). Produk minyak kayu putih dari *accumulator tank* (H-214) terlebih dahulu didinginkan menggunakan *heat exchanger* (E-216) sebelum disimpan dalam *intermediate product storage tank* (F-221) dengan kadar 1,8-*cineole* sebesar 77,79%. Produk bagian bawah kolom dialirkan menuju *reboiler* (E-217), didinginkan dengan *heat exchanger* (E-219), kemudian ditampung pada *by-product storage tank* (F-222). Sebagian massa produk dari *by-product storage tank* (F-222) dicampurkan dengan *top product* hasil distilasi pada *intermediate product storage tank* (F-221) untuk diperoleh minyak kayu putih dengan kadar 1,8-*cineole* sesuai spesifikasi berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk dijual ke pasaran yakni sebesar 55 – 60%. Pencampuran 50% massa pada *by-product storage tank* (F-222) diperoleh minyak kayu putih dengan kadar 57,41% yang kemudian akan ditampung pada *final product storage tank* (F-223).

IV. NERACA MASSA

Dasar perhitungan neraca massa *overall* yang digunakan adalah persamaan berikut:

$$Accumulation = Input - Output \quad (1)$$

sedangkan untuk dasar perhitungan neraca massa komponen yang digunakan adalah persamaan berikut:

$$Accumulation = In - Out + Generation - Consumption \quad (2)$$

Dengan beberapa asumsi yang digunakan dalam perhitungan neraca massa yaitu:

- Proses dalam keadaan *steady-state*, sehingga *Accumulation* = 0
- Tidak ada massa dari masing-masing komponen yang hilang
- Kandungan air dalam daun 10,56%*wt*
- Kandungan minyak dalam daun 0,923%*wt*
- Kandungan air dalam *crude extract* hasil *steam distillation* sebesar 90%*wt*
- Kandungan minyak dalam *crude extract* hasil *steam distillation* sebesar 10%*wt*
- *Recovery* minyak dari daun dalam *crude extract* sebesar 85%
- Pemisahan minyak dan air pada *decanter* terjadi secara sempurna
- Perbandingan *by product* yang dibuang dan dicampurkan ke dalam produk akhir 1:1
- *Steam* yang digunakan merupakan 100% H₂O

- Kebutuhan steam 300kg/kg minyak [6].

Berikut hasil perhitungan neraca massa dari pra desain pabrik minyak kayu putih dengan kapasitas bahan baku daun sebesar 24.133 ton/tahun dapat menghasilkan minyak kayu putih sebesar 150 ton/tahun dengan waktu operasi 24 jam/hari selama 330 hari kerja aktif dalam satu tahun.

IV. ANALISA EKONOMI

Analisis ekonomi merupakan hal yang penting dalam meninjau kelayakan pendirian dan perancangan pra desain pabrik. Berikut ini merupakan hasil analisis pra desain pabrik minyak kayu putih dari daun kayu putih, serta grafik BEP pabrik minyak kayu putih yang ditunjukkan dalam Gambar 3:

| | |
|----------------------------|-------------------------------|
| 1. Perencanaan operasi | : 24 jam/hari selama 330 hari |
| 2. Kapasitas pabrik | : 24.133 ton daun/tahun |
| 3. Hasil produksi | : 150 ton minyak/tahun |
| 4. Analisa ekonomi | |
| a. Permodalan | |
| Modal tetap (FCI) | : Rp 25.829.515.539 |
| Modal kerja (WCI) | : Rp 44.837.684.127 |
| Biaya produksi/tahun (TPC) | : Rp 89.675.368.255 |
| b. Penerimaan | |
| Hasil penjualan/tahun | : Rp. 98.389.800.000 |
| c. Rentabilitas | |
| Bunga bank | : 12% pertahun |
| Laju inflasi | : 3% pertahun |
| IRR | : 29,6% |
| Pay out time (POT) | : 5,04 tahun |
| Break even point (BEP) | : 67,95% |

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Produksi Pabrik Minyak Kayu Putih terdiri dari proses *steam distillation*, *condensation*, *decantation*, dan *purification*. Proses *steam distillation* merupakan proses yang umum digunakan dalam melakukan ekstraksi minyak atsiri dengan memanfaatkan *steam* pada temperatur 115°C. Proses ini mampu menghasilkan *yield* yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode distilasi yang lain. Proses selanjutnya adalah proses *purification* menggunakan *vacuum distillation* guna memperoleh produk dengan kemurnian lebih tinggi dengan kadar *1,8-cineole* sebesar 57%. Sehingga produk minyak kayu putih yang diperoleh layak diperjualbelikan sesuai standar spesifikasi minyak kayu putih yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI). Selain itu, jika ditinjau dari aspek ekonomi dengan IRR sebesar 29,6%, POT sebesar 5,04 tahun, dan BEP sebesar 67,95% maka dapat disimpulkan bahwa pabrik minyak kayu putih layak didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. P. R. Indonesia, "Indonesian essential oils the scents of natural life," *Indones. Trade Policy Anal. Dev. Agency*, 2011.
- [2] B. S. Nasional, "Minyak kayu putih," *Standar Nas. Indones.*, pp. 6–3954, 2006.
- [3] S. Sudaryono, "Evaluasi kesesuaian lahan tanaman kayu putih kabupaten buru, provinsi maluku," *J. Teknol. Lingkung. BPPT*, vol. 11, no. 1, pp. 105–117.
- [4] J. J. Brophy and J. C. Doran, "Essential Oils Of Tropical Asteromyrtus Callistemon And Melaleuca Species-In Search Of Interesting Oils With Commercial Potential," Canberra, 1996.
- [5] D. Setyaningsih, L. Sukmawati, and S. K. TIP, "Influence of material density and stepwise increase of pressure at steam distillation to the yield and quality of cajuput oil," *J. Agroindustrial Technol.*, vol. 24, no. 2, 2014.
- [6] E. Guenther and D. Althausen, *The Essential Oils*, vol. 1. United State: Van Nostrand New York, 1948.