

# Pra Desain Pabrik Minyak Kayu Putih dari Daun Kayu Putih

Abdul Hafid, Muhammad Alraedi Syukharial, Ali Altway dan Fadlilatul Taufany  
Departemen Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
*e-mail*: alimohad@chem-eng.its.ac.id

**Abstrak**—Kebutuhan minyak kayu putih di Indonesia sangatlah besar, hal ini dapat dilihat dari data konsumsi minyak kayu putih di Indonesia. Kebutuhan tersebut sebagian besar dipenuhi dengan impor dari negara lain. Indonesia merupakan negara yang potensi kekayaan alam yang banyak seharusnya dapat memproduksi minyak kayu putih sendiri untuk memenuhi kebutuhan konsumsi yang sangat besar. Melihat permintaan minyak kayu putih yang sangat besar dan belum dapat dicukupi dari produksi dalam negeri, dibuat rancangan pra desain pabrik minyak kayu putih dengan kapasitas produksi sebesar 60 ton/tahun. Melalui metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dengan meninjau ketersediaan bahan baku, pemasaran, sumber energi listrik dan air, sumber tenaga kerja, aksesibilitas dan fasilitas transportasi, hukum dan peraturan, iklim dan topografi, lokasi untuk mendirikan pabrik terpilih yaitu berada di Indramayu, Jawa Barat. Raw material yang digunakan pada produksi minyak kayu putih yaitu daun kayu putih. Produksi minyak kayu putih meliputi beberapa proses diantaranya, proses steam distillation, condensation, decantation, dan vacuum distillation. Steam dihasilkan dari boiler dengan bahan bakar briket yang didapat dari hasil pengolahan limbah daun kayu putih pada proses steam distillation. Analisa ekonomi dilakukan dengan asumsi modal awal yaitu 60% modal sendiri dan 40% modal pinjaman, masa konstruksi 2 tahun, laju inflasi 3% per tahun, bunga bank 8% per tahun. Dari analisa ekonomi yang telah dilakukan hasil dari Total Capital Investment (TCI) sebesar \$922.191, Working Capital Investment (WCI) Rp. 1.877.495.732 ; Fixed Capital Investment (FCI) Rp. 12.450.709.153,00; Total Production Cost (TPC) Rp. 61.249.357.68; Internal Rate of Return (IRR) 16,17% ; Pay Out Time (POT) 6,23 tahun; dan Break Even Point (BEP) 29,15.

**Kata Kunci**—Atsiri, Cajuput, Kayu Putih, Minyak.

## I. PENDAHULUAN

MINYAK kayu putih selama ini dikenal dengan luas dan memiliki kecenderungan telah menjadi budaya dalam kehidupan masyarakat Indonesia. Penggunaan minyak kayu putih yang umum dapat ditemui telah menjangkau semua kalangan dan usia. Mulai bayi untuk menghangatkan badan dan juga untuk orang dewasa yang digunakan untuk mengatasi hidung tersumbat, hingga para lansia yang menggunakan minyak kayu putih sebagai penghilang rasa nyeri di badan. Di era modern ini, penggunaan minyak kayu putih tidak terbatas hanya pada aroma terapi melainkan telah memiliki posisi di masyarakat menjadi alternatif medis. Kebiasaan telah menjadi budaya tersebut menjadikan minyak kayu putih memiliki nilai tersendiri di masyarakat Indonesia dibandingkan dengan jenis-jenis minyak atsiri yang lain [1].

Minyak kayu putih merupakan minyak atsiri yang diperoleh dari daun dan ranting tanaman kayu putih (*Melaleuca leucadendron*) dengan cara penyulingan. Minyak kayu ini memiliki kandungan utama berupa 1,8-cineole yang memiliki . Produksi minyak kayu putih di Indonesia pada tahun 2019 diperkirakan mencapai sebesar 2.500 ton

sedangkan Kebutuhan minyak kayu putih di Indonesia mencapai 4.500 ton. Kebutuhan minyak kayu putih tersebut dipenuhi dengan melakukan impor minyak *eucalyptus* yang dari berbagai negara sebagai produk komplementer untuk dicampurkan dalam produk minyak kayu putih yang diperdagangkan di pasaran. Sangat disayangkan jika tumbuhan kayu putih yang merupakan tumbuhan asli Indonesia tidak dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri. Hal tersebut mengindikasikan bahwa peluang pengembangan industri minyak kayu putih masih terbuka lebar.

Permintaan produk minyak kayu putih meningkat tiap tahunnya. sedangkan, penanaman tumbuhan minyak kayu putih tidak dilakukan secara khusus, umumnya pohon ditumbuhkan bersama dengan tanaman lain seperti kentang. Berdasarkan data statistic yang ada, ditemukan bahwa terdapat 249 hektar hutan kayu putih yang ada di Maluku dan Jawa. Akan tetapi, tidak ada data yang menyebutkan jumlah petani maupun jumlah produksi minyak kayu putih. Permasalahan yang ada pada produksi minyak kayu putih di Indonesia adalah fluktuasi produksi minyak kayu putih mengenai pemeliharaan hon dan teknik ekstraksi yang tepat dalam mengekstraksi sineol dari tumbuhan kayu putih.

Perbedaan yang signifikan antara kebutuhan dan produksi minyak kayu putih terjadi akibat Tumbuhan kayu putih di Indonesia merupakan tumbuhan tua yang tumbuh secara liar nyaris tanpa usaha peningkatan kualitas. Upaya Pemerintah untuk meningkatkan produktivitas tumbuhan kayu putih telah dilakukan sejak tahun 1966 dengan perintisan program pemuliaan tanaman kayu putih untuk peningkatan rendemen di Yogyakarta. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan 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 untuk pengembangan industri minyak kayu putih sangat besar didasarkan besarnya kesenjangan antara kebutuhan dan produksinya. Dukungan yang diberikan pemerintah juga turut membantu kemudahan dalam memulai industri ini. Dilatarbelakangi hal-hal yang telah disebutkan, 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,

Tabel 1.

Data Perkembangan Produksi Minyak Kayu putih di Indonesia

Tahun	Jumlah Produksi
2015	980
2016	1500
2017	1500
2018	2200
2019	2500

Tabel 2.

Data luas perkebunan kayu putih

Wilayah	Luas (Ha)	Daun Kayu Putih (Ton)
Mojokerto	9929	16949,338
Ponorogo	3736	6377,553
Indramayu	11200	41435,320
Tuban	1380	2355,734

Tabel 3.

Spesifikasi Daun Kayu Putih

Sifat fisik dan kimia kayu putih

Bentuk Fisik	Padat
Warna	Hijau
Bau	Khas minyak kayu putih
Panjang daun	4,5 - 15 cm
Lebar	0,75 - 4 cm
1,8 cinole	52,51 %
α-pinene	6,18 %
γ-Terpinene	5,37 %
3-Cyclohexene	4,85 %
α-Terpinolene	3,90%

Tabel 4.

Data Kapasitas Listrik dan ketersediaan air

	Mojokerto Jawa timur	Ponorogo Jawa timur	Indramayu Jawa Barat
Listrik (MW)	10.226,05	10.226,05	9.036,94
Air (Panjang sungai) (km)	692,2	5,656	3584

China, Amerika Serikat, Mesir, India, dan juga Indonesia. Sebagai salah satu negara eksportir terbesar minyak atsiri di dunia, Indonesia perlu memberikan perhatian khusus.

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 40% kebutuhan impor pada dua tahun terakhir. Melalui perhitungan maka diperoleh besar kapasitas produksi minyak kayu putih adalah 60 ton/tahun. 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. Berdasarkan persebaran perkebunan pohon minyak kayu putih di Indonesia. Terdapat beberapa hal yang menjadi pertimbangan pada pemilihan lokasi pendirian pabrik minyak

Tabel 5.

Jumlah Angkatan kerja

	Mojokerto Jawa timur	Ponorogo Jawa timur	Indramayu Jawa Barat
Jumlah Angkatan kerja	634,883	498,900	940 706

Tabel 6.

Jumlah akses bandara dan pelabuhan

	Mojokerto Jawa timur	Ponorogo Jawa timur	Indramayu Jawa Barat
Pelabuhan	1	-	1
Bandara	1	1	1



Gambar 1. Peta Lokasi Pendirian Pabrik Minyak Kayu Putih Indramayu, Jawa Barat.

kayu putih, yaitu:

1. Ketersediaan bahan baku
2. Lokasi pemasaran
3. Sumber energi listrik dan air
4. Sumber tenaga kerja
5. Aksesibilitas dan fasilitas transportasi

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 tiga pilihan lokasi terbaik untuk pendirian pabrik yaitu terletak pada Indramayu Jawa barat, Ponorogo Jawa timur, dan Mojokerto, Jawa Timur.

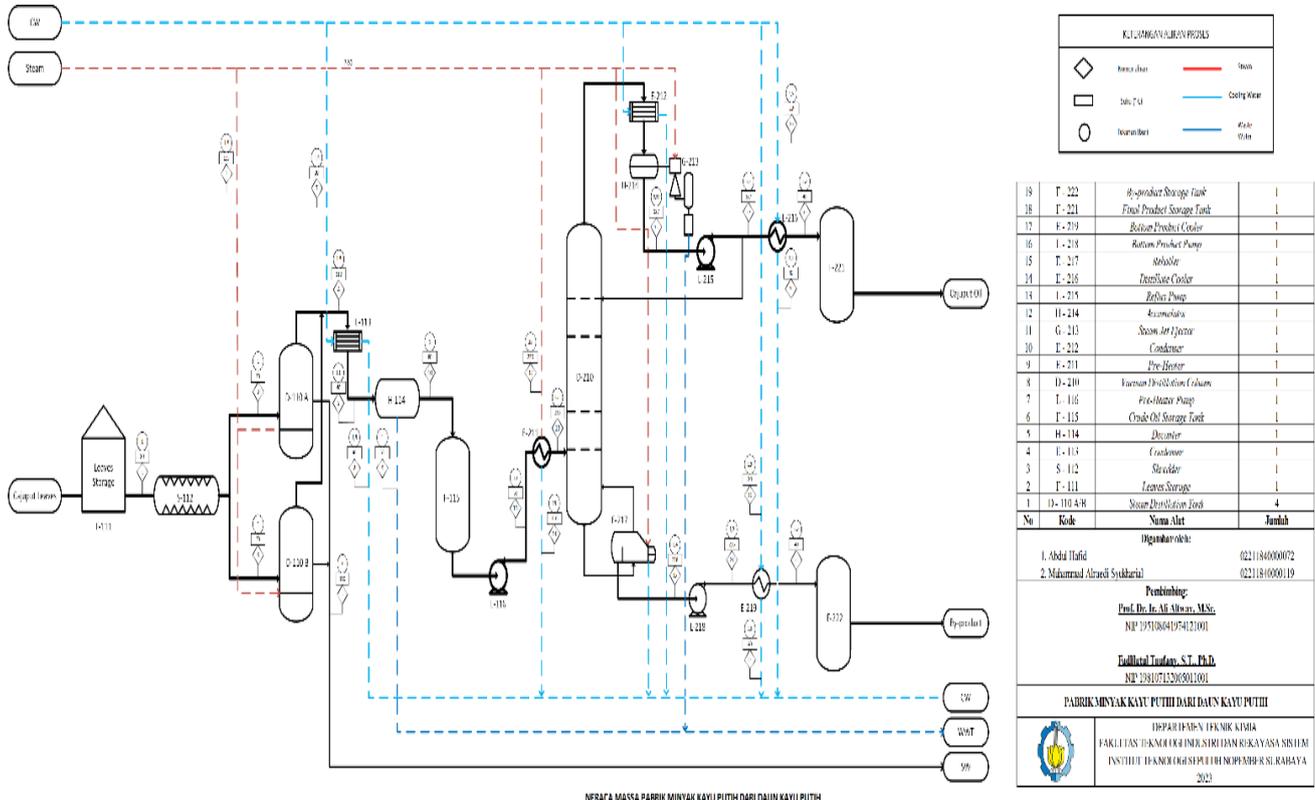
### B. Bahan Baku

Minyak kaju putih dihasilkan dari daun dan ranting-rantingnya yang disuling. Indonesia memiliki potensi yang besar untuk mengembangkan produksi Minyak Kayu Putih berhubung banyaknya daerah yang memiliki perkebunan melaleuca leucadendro yang menghasilkan daun kayu putih dimana sebagai bahan baku dari Minyak Kayu Putih Tersebut yang tertera pada Tabel 2.

Standar minyak kayu putih dapat dilihat berdasarkan kandungan sineol yang baik pada 50-65%. Selain kandungan sineol perlu diperhatikan juga konten air yang mampu mempengaruhi laju evaporasi dari kandungan tersebut. Hal ini menjadi penting sebab minyak kayu putih sering digunakan sebagai aroma terapi atau parfum yang membuat ketahanan aroma dan aroma yang mampu menyerang indera penciuman sangatlah penting. Sifat fisik dan kimia didasarkan pada PT Sinar Baru Ambon. Rangkuman sifat fisik dan kimia disampaikan pada Tabel 3.

### C. Sumber Energi Listrik dan Air

Sumber energi alat utilitas pabrik seperti sumber energi listrik dan air merupakan salah satu faktor penunjang pendi



**NERACA MASSA PABRIK MINYAK KAYU PUTIH DARI DAUN KAYU PUTIH**

Komponen	Aliran Massa (kg/jam)																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Sub-Cinole	134,94		134,94	134,97	0,07	134,97				116,57	116,57	116,57			116,17	0,85	116,17			188,01		0,35		0,35	
Isopentanol	19,89		19,89	19,88	0,01	19,88				50,95	50,95	50,95			0,05	50,90	0,04			0,07		50,90		50,90	
Hexonene	10,48		10,48	10,48	0,01	10,48				11,99	11,99	11,99			11,98	0,01	11,98			15,29		0,01		0,01	
Isopentane	3,29		3,29	3,29	0,00	3,29				5,43	5,43	5,43			5,43	0,00	5,43			7,39		0,00		0,00	
Lincolod	3,08		3,08	3,08		3,08				1,13	1,13	1,13			0,66	0,77	0,66			0,89		0,77		0,77	
Deis-pentene	8,68		8,68	8,68		8,68				8,48	8,48	8,48			8,48	0,01	8,48			8,89		0,00		0,00	
Spatulental	17,83		17,83	17,82	0,01	17,82				0,48	0,48	0,48			0,48		0,48			0,89		0,48		0,48	
Water	2564,97	5199,24	2564,97	40389,77	19875,94	40389,77	9700277,56	9700277,56	40389,77		202,49			202,49		0,01			39984,30		39984,30		2154,03	2154,03	
Other (Solid etc)	10065,14		10065,14		10065,14	0,00																			
Total	12821,83	57699,24	12821,83	40389,77	29939,07	40389,77	9700277,56	9700277,56	40389,77	192,23	582,23	202,49	181,13	202,49	138,72	52,51	139,72		28984,30	180,04	38984,30	52,51	2154,03	52,51	2154,03

Gambar 2. Diagram alir proses dan neraca massa pabrik minyak kayu putih rian dan keberlangsungan pabrik untuk proses produksi. Pada Tabel 4 berisi data kapasitas terpasang pembangkit tenaga listrik nasional menurut jenis pembangkit pada tahun 2019 yang didapat dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) melalui Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan.

**D. Sumber Tenaga Kerja**

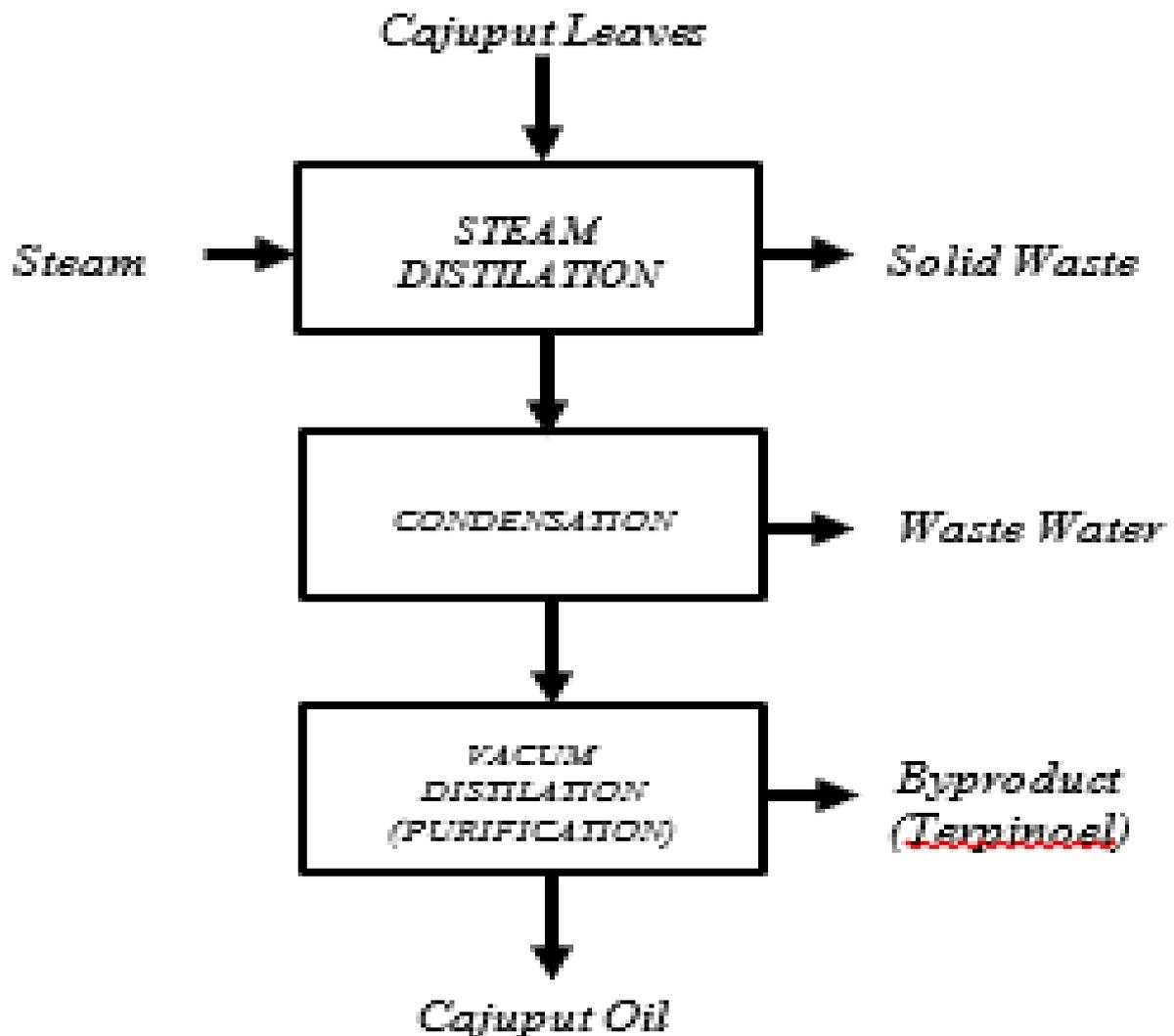
Ketersediaan sumber daya manusia layak kerja menjadi hal penting yang harus dipertimbangkan dalam perancangan suatu pabrik. Suatu pabrik akan lebih ideal jika dibangun pada lingkungan yang memiliki lebih banyak sumber tenaga kerja yang memadai. Hal ini dikarenakan memperkerjakan masyarakat sekitar akan lebih mudah bagi pabrik tersebut dibandingkan memperkerjakan masyarakat dari daerah lain. Pada Tabel 5 yang berisi data statistik penduduk pada tahun 2020 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistika (BPS). Seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5, jumlah penduduk angkatan kerja di Indramayu lebih banyak dibandingkan jumlah penduduk angkatan kerja di Mojokerto dan Ponorogo. Selain itu, Upah Minimum Kabupaten/Kota (UM) juga menjadi hal yang perlu dipertimbangkan karena nantinya akan berhubungan dengan biaya operasional. Berdasarkan surat keputusan Gubernur Jatim nomor 188/803/KPTS/013/2021, Kabupaten Mojokerto memiliki UMK sebesar Rp 4.504.787 Kabupaten Ponorogo memiliki UMK sebesar Rp 2,149,709 dan Kabupaten Indramayu sebesar Rp.2.391.567,15.

**E. Aksesabilitas dan Fasilitas Transportasi**

Aksesibilitas dan fasilitas transportasi termasuk salah satu faktor penunjang dalam pendirian suatu pabrik. Sistem transportasi ini nantinya akan menyediakan pelayanan mobilitas pekerja dan hal-hal lain yang dapat mendukung berjalannya pabrik. Fungsi aksesabilitas berkaitan erat dengan pengguna jalan itu sendiri agar dapat mempermudah berbagai aktivitas. Aksesibilitas dan fasilitas transportasi yang dimaksud meliputi fasilitas jalan, pelabuhan, dan juga bandara.pada daerah Mojokerto menggunakan bandara terdekat yaitu Bandara Juanda Surabaya dan pada indramayu pada bandara majalengka km .Pada Tabel 6 berisi data aksesibilitas dan fasilitas transportasi pada tahun 2020 yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS).

**F. Iklim Dan Topografi**

Wilayah Kota Mojokerto terletak pada ketinggian ±22 meter dari permukaan laut dan kemiringan tanah 0% - 3%. Dengan demikian dapat diperlihatkan bahwa Kota Mojokerto mempunyai permukaan tanah yang relatif datar, sehingga aliran sungai / saluran menjadi relatif lambat dan hal ini mempercepat terjadinya pendangkalan yang pada akhirnya timbul kecenderungan ada genangan pada berbagai bagian kota apabila terjadi hujan.Yang terdapat di wilayah Kota Mojokerto sebagian besar terdiri dari aluvial (62.74%) dan grumosol (37.26%). Dari kondisi tersebut jenis tanah di Kota Mojokerto merupakan tanah yang cukup baik untuk usaha



Gambar 3. Blok Diagram proses pembuatan minyak kayu putih.

pertanian, karena tanah tersebut terdiri dari endapan tanah liat bercampur dengan pasir halus, berwarna hitam kelabu dengan daya penahan air yang cukup baik dan banyak mengandung mineral yang cukup baik bagi tumbuh-tumbuhan. Klim di wilayah Kota Mojokerto dicirikan dengan adanya musim hujan dan musim kemarau dengan curah hujan rata-rata 10,58 mm. Curah hujan tersebut mempengaruhi baik langsung maupun tidak langsung pola pertanaman yakni intensitas penggunaan tanah dan tersedianya air pengairan. Sedangkan temperatur mencapai 220 - 310 dengan kelembaban udara 74,3 - 84,8 Mb / hari dan kecepatan angin rata-rata berkisar 3,88 - 6,88 knot / bulan.

Kondisi topografi Kabupaten Ponorogo bervariasi mulai daratan rendah sampai pegunungan. Sebagian besar wilayah kabupaten Ponorogo yaitu 79 % terletak di ketinggian kurang dari 500 m di atas permukaan laut, 14,4% berada di antara 500 hingga 700 m di atas permukaan laut dan sisanya 5,9% berada pada ketinggian di atas 700 m. Secara topografis dan klimatologis, Kabupaten Ponorogo merupakan dataran rendah dengan iklim tropis yang mengalami dua musim kemarau dan musim penghujan dengan suhu udara berkisar antara 18 s/d 31 °Celsius.

Wilayah Kabupaten Indramayu merupakan daerah yang dilalui jalur Nasional Pantura sepanjang ± 80 Km, dekat dengan Bandara Internasional Kerja sekitar 40

menit dari Kota Indramayu, dekat dengan Rencana Pelabuhan Pamban dengan waktu tempuh ± 45 menit dari kota Indramayu dan Kabupaten Indramayu juga memiliki sarana Stasiun Kereta Api Jabarang yang dapat ditempuh dengan waktu ± 20 menit. Jalur Nasional Pantura Indramayu merupakan jalur utama sebagai urat nadi perekonomian pulau Jawa. Jalur Nasional Pantura yang melintasi Kabupaten Indramayu dimulai dari ruas Sukra – Patrol – Lohbener – Jabarang – Kertasemaya. Sedangkan jalur alternatif dapat melalui jalur Lohbener, lalu ke kota Indramayu kemudian ke Karangampel diteruskan ke arah Cirebon. Kabupaten Indramayu terletak pada 107° 52' – 108° 36' Bujur Timur dan 6° 15' – 6° 40' Lintang Selatan. Sebagian besar merupakan dataran dengan kemiringan rata-rata 0–2 %. Luas wilayah Kabupaten Indramayu kurang lebih 209,94Ha, terdiri dari 115.897 Km<sup>2</sup> tanah sawah dan 94.045 Km<sup>2</sup> tanah kering/darat.

Aspek-aspek yang telah dijabarkan sebelumnya digunakan dalam penentuan lokasi pabrik sebagai parameter untuk melakukan 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 diketahui bahwa *Indramayu, Jawa Barat* merupakan lokasi terbaik yang

dipilih untuk pendirian pabrik minyak kayu putih. Gambar 1 merupakan peta lokasi pendirian pabrik indramayu.

### III. URAIAN PROSES

#### A. Steam Distillation

*Steam distillation* merupakan proses yang terpilih untuk melakukan proses ekstraksi minyak kayu putih dari daun kayu putih. Pertama, daun kayu putih yang disimpan dalam *storage* dimasukkan ke dalam *shredder* untuk dipotong – potong menjadi bagian yang lebih kecil dengan tujuan mempercepat proses ekstraksi minyak kayu putih. Setelah itu daun kayu putih dimasukkan ke dalam *steam distillation tank*, dalam proses ini dua tangki berlangsung bersamaan secara paralel yang diseri dengan dua tangki lainnya. Pada *steam distillation tank* dua tangki awal beroperasi dalam satu waktu kemudian dua tangki lainnya akan beroperasi 1 jam setelah dua tangki awal beroperasi. Untuk 1 Batch proses *Steam distillation* memakan waktu 20 menit untuk persiapan tangki, 3 jam untuk *steam distillation* dan 20 menit untuk pembersihan akhir tangki. Tangki yang telah digunakan pada setiap *batch* diberikan selang waktu selama 20 menit sebelum digunakan kembali untuk menjaga kinerja tangki. Di dalam *steam distillation tank* akan terjadi kontak antara daun kayu putih dan *steam* untuk menekstrak minyak atsiri yang terkandung di dalam daun kayu putih. *Steam* yang digunakan dalam proses ini adalah *superheated steam* yang berasal dari *steam drum*. Kemudian ampas dari daun kayu putih akan dikeluarkan dari tangki setelah proses selesai. Diagram alir proses dan neraca massa pabrik minyak kayu putih tertera pada Gambar 2.

Produk yang keluar dari *steam distillation tank* berupa campuran uap air dan minyak kayu putih. Kemudian campuran uap air dan minyak kayu putih dikondensasikan dalam kondensor yang bertujuan untuk mengondensasikan uap air dan minyak kayu putih menjadi *liquid* dan distilat. Setelah itu campuran dipisahkan dalam *decanter* untuk memisahkan air dari minyak kayu putih. Prinsip kerja *decanter* menggunakan pemisahan berdasarkan berat jenis dimana minyak kayu putih akan berada diatas dengan berat jenis yang lebih rendah sedangkan air akan berada dibawah dengan berat jenis yang lebih tinggi. Minyak kayu putih yang telah dipisahkan dialirkan menuju *Crude oil storage tank* untuk menampung minyak kayu putih sebelum dilakukan proses pemurnian dengan *vacuum distillation* [2].

#### B. Purification: Vacuum Distillation

Pada proses *purification* minyak kayu putih yang berada pada *crude oil storage tank* dipanaskan didalam *heat exchanger* sebelum dimasukkan ke *vacuum distillation column*. Selanjutnya produk atas pada kolom yang mengandung 1,8-*cineole* dialirkan ke *condenser* yang akan ditampung di dalam *accumulator tank*. Pada *vacuum distillation* dibutuhkan kondisi *vacuum* yang didapatkan dari *steam jet ejector* yang telah terhubung dengan *accumulator tank*. Produk yang terdapat di dalam *accumulator tank* akan didinginkan sebelum dialirkan ke *Final Product storage tank* menggunakan *heat exchanger*. Hasil produk bawah kolom akan dialirkan ke *reboiler* dan didinginkan menggunakan *heat exchanger*. Setelah itu produk yang telah didinginkan akan dialirkan dan ditampung ke dalam *by-Produk storage*

*tank*.’ [2]. Blok diagram proses pembuatan minyak kayu putih tertera pada Gaambar 3.

### IV. NERACA MASSA

Perhitungan neraca massa *overall* dihitung dengan persamaan dibawah ini:

$$Accumulation = input - output$$

Sedangkan pada perhitungan neraca massa komponen persamaan yang digunakan adalah:

$$Accumulation = Input - Output + Generation - Consumption$$

Perhitungan neraca massa menggunakan beberapa asumsi:

1. Keadaan *steady-state* dalam setiap proses, sehingga jumlah *Accumulation* = 0
2. Massa dari setiap komponen tidak ada yang hilang
3. Kandungan air dalam daun kayu putih = 20 % wt
4. Kandungan minyak dalam daun kayu putih = 1,61% wt (Idrus, 2016)
5. Kandungan air dalam *crude extract* hasil *steam distillation* = 89,68% wt
6. Kandungan minyak dalam *crude extract* hasil *steam distillation* = 10,32 % wt
7. Kandungan air dalam *solid waste* = 30 %wt dari kandungan air total yang masuk
8. Kandungan minyak dalam *solid waste* = 0,5 %wt dari kandungan minyak yang masuk
9. *Recovery* minyak dari daun kayu putih dalam *crude extract* hasil *steam distillation* = 9
10. Pada *decanter* pemisahan minyak dan air terjadi sempurna
11. Perbandingan *by Produk* yang dibuang dan dicampurkan ke dalam produk akhir 1:1
12. *Steam* yang digunakan 100% H<sub>2</sub>O dan tidak mengandung *impurities*
13. Kebutuhan *steam* 300kg/kg minyak

### V. ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi ini bertujuan untuk mengetahui jumlah biaya yang dibutuhkan baik untuk proses utama maupun penunjangnya. Parameter –parameter yang digunakan untuk menentukan kelayakan pabrik secara ekonomi adalah sebagai berikut:

1. Kekayaan yang dihasilkan dari pabrik (Net Present Value)
2. Laju Pengembalian Modal (Internal Rate of Return)
3. Waktu Pengembalian Modal (Pay Out Time)
4. Titik Impas (Break Even Point)

Dalam meninjau kelayakan pendirian suatu pabrik juga perlu dilakukan analisa ekonomi untuk mengetahui ekonomi pada saat pabrik didirikan dan pada saat pabrik telah menjalani produksi. Berikut adalah hasil analisa pra desain pabrik minyak kayu putih dari daun kayu putih.

1. Waktu operasi : 24 jam/hari selama 335 hari/tahun
2. Kapasitas pabrik : 3996,55 ton daun kayu putih/tahun
3. Hasil produksi : 60 ton minyak kayu putih/tahun
4. Lokasi pendirian pabrik : Indramayu, Jawa barat
5. Umur pabrik : 10 tahun
6. Masa konstruksi : 2 tahun
7. Analisa ekonomi

Modal tetap (FCI)	: Rp 12.450.709.153,00
Modal kerja (WCI)	: Rp 1.877.495.732
Biaya produksi (TCI)	: Rp 14.450.709.153 /tahun
Bunga bank	: 8% pertahun
Laju inflasi	: 3% pertahun
NPV	: Rp 2.980.998.733
IRR	: 16,17%
Pay out time	: 6 tahun
Break-even point	: 29,15%

## VI. KESIMPULAN

Produksi minyak kayu putih dari daun kayu putih terdiri dari beberapa proses yaitu *steam distillation*, *condensation*, *decantation*, *purification*. Proses *steam distillation* merupakan proses yang umum digunakan pada produksi skala besar, menghasilkan *yield* yang tinggi dan berkualitas serta memiliki waktu produksi yang cepat. Proses ini dilakukan dengan menggunakan steam pada temperatur 115°C. Selanjutnya minyak akan dipisahkan dari campuran *steam* melalui proses *condensation* dan

*decantation* lalu minyak yang telah dipisahkan akan masuk ke dalam tahap purifikasi. Pada proses purifikasi metode yang digunakan adalah *vacuum distillation*, proses ini bertujuan untuk memperoleh kadar sineol yang lebih tinggi. Dari analisa ekonomi yang telah dilakukan hasil dari *Total Capital Investment (TCI)* sebesar \$922.191, *Working Capital Investment (WCI)* Rp. 1.877.495.732 ; *Fixed Capital Investment (FCI)* Rp. 12.450.709.153,00; *Total Production Cost (TPC)* Rp. 61.249.357.68; *Internal Rate of Return (IRR)* 16,17% ; *Pay Out Time (POT)* 6,23 tahun; dan *Break Even Point (BEP)* 29,15 Berdasarkan analisa dari aspek teknis dan ekonomis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa pra desain pabrik minyak kayu putih dari daun kayu putih layak untuk dijalankan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Doran, A. Rimbawanto, B. a Gunn, and A. Nirsatmanto, *Breeding plan for melaleuca cajuputi subsp. cajuputi in indonesia*. CSIRO Publishing, 1988. ISBN: 978-1-4863-0506-3.
- [2] R. Khandge, *Extraction of Essential Oil: Eucalyptus Oil*. New York: SSRN. 2019.