

Analisa Potensi Pendirian Pabrik Minyak Kayu Putih di Cilacap

Gladys Elvina Antou¹, Kevin Nataniel Sutanto¹, dan Mahfud^{1*}

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. Pada tahun 2019 Indonesia memiliki permintaan minyak kayu putih sebanyak 4.500-ton dan dicukupi dengan impor sebesar 2.000 ton. Maka dari itu, 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 Kutawaru, Cilacap, Jawa Tengah. Raw material yang digunakan pada produksi minyak kayu putih yaitu daun kayu putih. Spesifikasi minyak kayu putih berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) harus memiliki kandungan 1,8-Cineole sebesar 50-65%. Produksi minyak kayu putih meliputi beberapa proses diantaranya, proses *steam distillation*, *condensation*, *decantation*, dan *vacuum distillation*. Pada proses produksi membutuhkan steam yang dihasilkan melalui sistem utilitas steam generation dari *Boiler Feed Water* (BFW) dengan menggunakan bahan bakar briket yang didapatkan melalui limbah daun kayu putih pada proses steam 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 12% per tahun. Dari analisa ekonomi yang telah dilakukan hasil dari *Total Capital Investment* (TCI) sebesar Rp. 10.301.986.230, *Working Capital Investment* (WCI) Rp. 1.545.297.934; *Fixed Capital Investment* (FCI) Rp. 8.756.688.295; *Total Production Cost* (TPC) Rp. 50.604.393.357; *Internal Rate of Return* (IRR) 31,79%; *Pay Out Time* (POT) 4,04 tahun; dan *Break Even Point* (BEP) 74,813.

Kata kunci— Daun Kayu Putih, *Steam Distillation*, *Vacuum Distillation*.

I. PENDAHULUAN

Minyak atsiri merupakan salah satu olahan minyak yang berasal dari tumbuhan dan memiliki banyak sekali manfaat penting bagi kehidupan manusia. Dalam berbagai industri seperti pada industri parfum, kosmetik, farmasi, dan lain lain. Tanaman kayu putih merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang berperan penting pada industri minyak atsiri di Indonesia. Tanaman minyak kayu putih adalah tanaman asli dari Indonesia yang pemanfaatannya pada industri minyak kayu putih. Sejak tahun 1924 pemanfaatan minyak kayu putih secara komersial telah berlangsung dalam skala industri besar yang berawal dari kegiatan rehabilitasi lahan marjinal [1]

Minyak kayu putih diperoleh dari hasil penyulingan minyak kayu putih. Komponen utama dari minyak kayu putih merupakan golongan terpenoid yaitu 1,8-cineole, α -terpineol, limonene, linalool, dan γ -terpinene. Dari komponen-komponen tersebut, sineol memiliki kandungan yang paling dominan sebesar 50-65%, dengan begitu kandungan sineol umumnya menjadi penentu kualitas minyak kayu putih[2]. Komponen terbesar yang terdapat dalam minyak kayu putih adalah 1,8-sineol yang merupakan senyawa monoterpena. Senyawa 1,8-sineol dalam minyak kayu putih berperan sebagai antimikrob, antioksidan, kekebalan tubuh, analgesik, dan spasmolitik [3]

Menurut Menteri Riset dan Teknologi, Bambang Permadi Soemantri Brodjonegoro kebutuhan minyak kayu putih di Indonesia mencapai 3500 ton per tahun sedangkan saat ini Indonesia hanya bisa memproduksi 10 % dari kebutuhan tersebut. Dengan masih diperlukan cara – cara untuk memperluas potensi dari minyak kayu putih di Indonesia. Terdapat dua tahapan proses utama dalam proses produksi minyak kayu putih dari daun tanaman kayu putih, yaitu proses ekstraksi untuk mengambil minyak dari daun tanaman kayu putih dan proses purifikasi untuk menaikkan kadar 1,8-cineole dalam produk minyak kayu putih. Proses pembuatan minyak kayu putih dapat dilakukan dalam berbagai macam cara ekstraksi yaitu, *Hydrodistillation*, *Steam Distillation*, dan *Water-Steam Distillation*. *Hydrodistillation* merupakan sebuah proses distilasi yang menggunakan pelarut (biasanya air) pada bahan. Pada metode ini bahan direndam dan dilakukan proses distilasi. *Steam Distillation* merupakan metode ekstraksi dengan uap dialirkan pada bahan dan selanjutnya uap akan membawa minyak atsiri yang terdapat dalam bunga atau tanaman. *Water-Steam Distillation* adalah metode ekstraksi dimana bahan baku yang diekstraksi tidak berkontak secara langsung dengan air namun ditempatkan dalam sebuah penyangga di atas air yang mendidih.

¹ Departemen Teknik Kimia – FTIRS, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya, 60111, Indonesia. *Email: mahfud@chem-eng.its.ac.id

TABEL 1.
KELEBIHAN DAN KEKURANGAN MACAM-MACAM PROSES EKSTRAKSI

Proses	Kelebihan	Kekurangan
Water Distillation	<ul style="list-style-type: none"> Tidak membutuhkan energi yang banyak Yield minyak tinggi Kemurnian minyak tinggi[4]. 	<ul style="list-style-type: none"> Harus dekat dengan sumber air dikarenakan butuh air banyak Memakan waktu yang lama[4].
Steam Distillation	<ul style="list-style-type: none"> Ramah lingkungan. Yield yang dihasilkan tinggi. Metode ini cocok digunakan pada skala besar. Kualitas minyak bagus[5]. 	<ul style="list-style-type: none"> Peralatan kompleks. Biaya operasional tinggi[5].
Water-Steam Distillation	<ul style="list-style-type: none"> Yield yang dihasilkan lebih besar dibandingkan metode <i>water distillation</i> Proses lebih cepat dari <i>water distillation</i>. Biaya yang dibutuhkan lebih rendah dibandingkan dengan metode <i>steam distillation</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> Waktu yang dibutuhkan lebih lama dibandingkan dengan metode <i>steam distillation</i>. Yield yang dihasilkan lebih kecil dari metode <i>steam distillation</i>.

Ekstraksi minyak atsiri kayu putih dapat dilakukan dengan berbagai macam metode. Melalui berbagai macam metode ekstraksi diatas, maka dipilih metode *Steam Distillation*.

Pada proses produksi minyak kayu putih dibutuhkan proses pemurnian yang bertujuan untuk meningkatkan kadar 1,8-*cineole* yang merupakan komponen utama yang terdapat dalam produk minyak kayu putih. Proses pemurnian minyak kayu putih dapat dilakukan dengan beberapa jenis metode diantaranya, *vacuum distillation* dan *fractional distillation*.

Teknologi proses *vacuum distillation* merupakan salah satu metode pemurnian yang memanfaatkan kondisi vakum sehingga dapat membuat komponen yang memiliki titik didih yang lebih tinggi dapat mendidih dengan temperatur yang rendah[6]. Proses *vacuum distillation* pada umumnya menggunakan tekanan pada rentang 50-100 mmHg[7]. *Fractional Distillation* merupakan sebuah metode distilasi yang dapat digunakan untuk proses pemurnian. Pada proses distilasi ini alat utama yang digunakan yaitu kolom distilasi yang terdiri dari beberapa *plate* yang diletakkan secara bertingkat dalam sebuah kolom. *Liquid* yang berada pada tingkat bawah *plate* akan menguap lalu terkondensasi pada *plate* yang lebih tinggi (Buszewski, 1996).

TABEL 2.
PERBANDINGAN PROSES PURIFIKASI

<i>Vacuum Distillation</i>	<i>Fractional Distillation</i>
<ul style="list-style-type: none"> Biaya pengoperasian relatif rendah. Menghasilkan produk dengan kemurnian yang lebih tinggi. Dapat menghindari degradasi dan oksidasi dengan adanya kondisi vakum. Perpindahan massa lebih baik antara bahan baku dan <i>steam</i>[8]. 	<ul style="list-style-type: none"> Digunakan pada proses pemisahan yang lebih efisien. Tidak menggunakan kondisi vakum sehingga memungkinkan terjadinya degradasi dan oksidasi yang dapat menurunkan kualitas produk. Menentukan temperatur operasi sesuai titik didih

bahan baku yang digunakan sehingga dapat memicu terjadinya denaturasi.

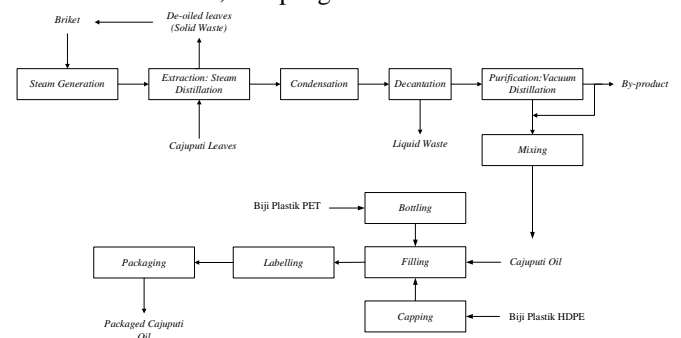
Melalui perbandingan dua metode purifikasi yang ada, telah dipilih proses purifikasi dengan metode *vacuum distillation* dengan tujuan mendapatkan produk minyak kayu putih dengan kualitas yang terbaik sesuai dengan SNI.

Pemilihan dari lokasi pabrik tentu sangat berdampak terhadap kelangsungan pabrik secara jangka panjang dan keberhasilan dari pabrik. Lokasi pabrik yang dipilih harus memberikan dampak yang positif baik untuk perusahaan maupun warga sekitar lokasi serta memiliki kemungkinan untuk dilakukan ekspansi pabrik demi perkembangan dari pabrik tersebut. Beberapa faktor yang termasuk dalam pemilihan lokasi pabrik minyak kayu putih meliputi, ketersediaan bahan baku, lokasi pemasaran, sumber energi listrik dan air, sumber tenaga kerja, aksesibilitas dan fasilitas transportasi, hukum & peraturan, iklim dan topografi.

Berdasarkan pertimbangan faktor – faktor diatas dilakukan analisa pemilihan lokasi pabrik yang sesuai dengan kebutuhan pabrik minyak kayu putih. Dalam penentuan lokasi pabrik dilakukan *grading score* atau pembobotan dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan berbagai aspek yang telah dianalisa sebelumnya. Melalui *Analytical Hierarchy Process* (AHP) yang telah dibuat dengan menggunakan berbagai parameter yang ada, didapatkan lokasi terbaik yang dipilih untuk pendirian pabrik minyak kayu putih yaitu di Cilacap, Jawa Tengah.

II. URAIAN PROSES

Proses produksi minyak kayu putih dari daun kayu putih meliputi beberapa unit proses. Secara garis besar meliputi 4 tahapan yaitu *steam generation*, *steam distillation*, *vacuum distillation*, dan pengemasan.



Gambar 1. Block Flow Diagram Proses Pengolahan Minyak Kayu Putih

1. Steam Generation

Steam dibutuhkan untuk melakukan *steam distillation* dalam produksi minyak kayu putih. *Steam* yang didapat dihasilkan dari *utilitas steam boiler*. Air dari *demineralized water unit* dan *condensate polishing unit* masuk ke dalam *deaerator* (F-211) yang bertujuan untuk menghilangkan oksigen serta gas – gas terlarut lainnya. Air yang keluar dari *deaerator* (F-211) kemudian dipanaskan dengan *pre – heater* (E-213) yang memanfaatkan panas *flue gas boiler* sisa hasil pembakaran. Lalu air dari *pre – heater* (E-213) masuk ke

dalam boiler (Q-210) untuk dipanaskan lagi, bahan bakar yang digunakan boiler (Q-210) adalah limbah daun kayu putih yang telah diekstrak minyaknya. Setelah itu dialirkan ke steam drum (F-215), kemudian steam yang telah terbentuk dialirkan ke superheater (E-214) untuk diubah menjadi superheated steam.

2. 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 (F-120) dimasukkan ke dalam shredder (S-111 A) 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 (D-110 A/B), dalam proses ini dua tangki berlangsung bersamaan secara parallel 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 (D-110 A/B) 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 (F-215). Kemudian ampas dari daun kayu putih akan dikeluarkan dari tangki setelah proses selesai.

Produk yang keluar dari steam distillation tank (D-110 A/B) berupa campuran uap air dan minyak kayu putih. Kemudian campuran uap air dan minyak kayu putih dikondensasikan dalam kondensor (E-112) yang bertujuan untuk mengondensasikan uap air dan minyak kayu putih menjadi liquid dan distilat. Setelah itu campuran dipisahkan dalam decanter (H-113) 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 (F-114) untuk menampung minyak kayu putih sebelum dilakukan proses pemurnian dengan vacuum distillation.

3. Purification: Vacuum Distillation

Pada proses purification minyak kayu putih yang berada pada crude oil storage tank (F-114) dipanaskan didalam heat exchanger (E-311) sebelum dimasukkan ke vacuum distillation column (D-310). Selanjutnya produk atas pada kolom yang mengandung 1,8-cineole dialirkan ke condenser (E-312) yang akan ditampung di dalam accumulator tank (A-313). Pada vacuum distillation dibutuhkan kondisi vacuum yang didapatkan dari steam jet ejector (G-315) yang telah terhubung dengan accumulator tank (A-313). Produk yang terdapat di dalam accumulator tank (A-313) akan didinginkan sebelum dialirkan ke intermediate product storage tank (F-321) menggunakan heat exchanger (E-316). Hasil produk bawah kolom akan dialirkan ke reboiler (E-317) dan

didinginkan menggunakan heat exchanger (E-319). Setelah itu produk yang telah didinginkan akan dialirkan dan ditampung ke dalam by-product storage tank (F-322). Sebagian produk yang berada di dalam by-product storage tank (F-322) akan dicampur dengan produk atas hasil distilasi pada intermediate product storage tank (F-321) untuk memperoleh produk minyak kayu putih dengan kadar 1,8-cineole yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Produk yang didapatkan setelah pencampuran akan ditampung ke dalam final product storage tank (F-325). Produk yang berada pada final product storage tank (F-325) akan dialirkan menuju capping injection machine (U-414) untuk dilakukan proses pengemasan minyak kayu putih yang telah sesuai SNI. Pengemasan

3.1. Pembuatan Botol

Proses pengemasan minyak kayu putih meliputi beberapa tahap yaitu pembuatan botol (bottling) dan pengisian minyak (filling). Proses pengemasan ini memakan waktu 16 – 20 detik per cycle yang menghasilkan 10 botol minyak kayu putih dengan volume 60 ml. Dua proses ini juga dibagi menjadi beberapa tahap seperti berikut:

a. Injection

Tahap ini merupakan tahapan injeksi biji plastik PET (polyethylene terephthalate) dengan inject screw machine (I-412) yang dilengkapi heater (E-411) untuk mencairkan biji plastik agar dapat memudahkan proses pembentukan botol. Setelah itu biji plastik yang telah dicairkan dimasukkan ke dalam block cavity molding machine (B-410) untuk dibentuk menjadi preform atau bentuk setengah jadi.

b. Blowing

Setelah itu preform yang telah terbentuk akan masuk ke dalam blow molding machine (S-413) dengan metode stretch blow molding. Prinsip yang digunakan dalam proses ini adalah mengembungkan dengan cara meniup preform dengan udara bertekanan tinggi yang berasal dari compressor (G-414) ke dalam cetakan yang berbentuk botol dengan adanya pemanasan dari steam yang berasal dari steam drum (F-215).

c. Eject

Proses ini merupakan tahap pemindahan botol yang sudah dibentuk menuju conveyor (O-416) yang akan mengalirkan botol ke proses filling & capping.

d. Filling & Capping

Pada tahap ini akan dilakukan pengisian minyak kayu putih yang berasal dari final product storage tank (F-325) yang dialirkan ke dalam capping injection machine (U-415) ke dalam botol yang telah terbentuk, dan akan dilakukan juga penutupan botol (capping) dengan menggunakan alat capping injection machine (U-415). cap yang digunakan diambil dari hasil pembuatan cap dengan metode stretch blow molding.

e. Labelling & Packaging

Dalam tahap ini akan dilakukan pemberian label pada kemasan botol menggunakan alat labelling machine (K-417). Botol – botol yang telah diberikan label kemudian dimasukkan ke dalam kemasan kardus oleh petugas sehingga siap untuk didistribusikan.

3.2. Pembuatan Cap

Cap yang dibuat menggunakan bahan yang berbeda dengan botol, pada cap digunakan biji plastik HDPE (*high density polyethylene*) hal ini dikarenakan HDPE memiliki struktur yang lebih keras dan cocok untuk digunakan sebagai tutup botol. Cap yang dihasilkan memiliki diameter 2 cm dan proses pembuatan cap memakan waktu 10 – 12 detik per *cycle*. Cap yang dihasilkan per *cycle* adalah sebanyak 10 cap. Pembentukan cap menggunakan metode yang sama dengan pembentukan botol yaitu *stretch blow molding*. Metode tersebut dibagi menjadi beberapa tahap yaitu:

a. Heating

Proses ini merupakan tahap awal pemanasan biji plastik yang dilakukan dengan *heater* (E-421). Hal ini dilakukan supaya plastik dapat lebih mudah dibentuk pada proses *blowing*.

b. Blowing

Tahap selanjutnya adalah *blowing* dimana biji plastik yang sudah dilelehkan dibentuk dengan metode *stretch blow molding* dimana biji plasti HDPE dimasukkan ke dalam mesin *blow molding machine* (S-420) kemudian ditiup ke dalam cetakan berbentuk cap dengan udara bertekanan tinggi yang berasal dari kompresor.

c. Eject

Kemudian tutup botol yang telah jadi di *eject* untuk dimasukkan ke dalam proses *filling & capping* untuk menutup botol minyak kayu putih yang telah terisi oleh minyak kayu putih.

III. PERHITUNGAN NERACA MASSA

Berikut merupakan hasil perhitungan dari *material balance* pra desain pabrik Minyak Kayu Putih dari Daun Kayu Putih dengan kapasitas produksi minyak kayu putih sebesar 60 ton/tahun. Kapasitas feed daun kayu putih yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk minyak kayu putih tersebut sebanyak 4.294,7 ton/tahun.

IV. ANALISA EKONOMI

Paramter yang tidak kalah pentingnya pada pendirian suatu pabrik yaitu analisa ekonomi. Analisa ekonomi dilakukan untuk mengetahui apakah pabrik layak untuk beroperasi atau tidak. Terdapat beberapa faktor yang digunakan untuk melakukan analisa ekonomi dalam hal penentuan keuntungan serta kerugian yang dapat terjadi:

- Net Present Value* (NPV)
- Internal Rate of Return* (IRR)
- Pay Out Time* (POT)
- Break Event Point* (BEP)
- Sensifitas IRR

Dalam penentuan faktor-faktor di atas, maka terlebih dahulu perlu dilakukan peninjauan terhadap:

1. Capital Expenditure (CAPEX)

Capital Expenditure adalah sejumlah biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk membeli, memperbaiki, atau merawat aset jangka panjang demi keberlangsungan bisnis. Pada pabrik ini nilai dari CAPEX terdiri dari akumulasi antara *Fixed Capital Investment* (FCI) dan *Working Capital Investment* (WCI). Melalui perhitungan dari

parameter-parameter diatas maka didapat nilai CAPEX sebagai berikut.

TABEL 3.
HASIL PERHITUNGAN CAPITAL EXPENDITURE

Parameter	Nilai
<i>Fixed Capital Investment</i>	Rp 8.756.688.295
<i>Working capital investment</i>	Rp 25.302.196.679
<i>Capital expenditure</i>	Rp 34.058.884.974

2. Operating Expenditure (OPEX)

Operating Expenditure adalah pengeluaran yang biasa dilakukan oleh sebuah perusahaan saat memenuhi kebutuhan operasional. Pada pabrik ini OPEX terdiri dari akumulasi antara *manufacturing cost* dan *general expenses*. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan maka didapatkan:

TABEL 4.
HASIL PERHITUNGAN OPERATING EXPENDITURE

Parameter	Nilai
<i>Manufacturing cost</i>	Rp 43.013.734.354
<i>General expenses</i>	Rp 7.590.659.004
<i>Operating expenditure</i>	Rp 50.604.393.357

3. Profitability

Pada analisa ekonomi ini menggunakan beberapa asumsi dengan umur pabrik 10 tahun sebagai berikut:

- Modal sendiri sebesar 60%
- Modal pinjaman sebesar 40%
- Massa konstruksi 2 tahun
- Pengembalian modal pinjaman dalam waktu tahun sebesar 20% per tahun
- Kapasitas produksi pabrik tahun I sebesar 80%
- Kapasitas produksi pabrik tahun II sebesar 100%
- Pajak pendapat 30%

TABEL 5.
HASIL PERHITUNGAN ANALISA EKONOMI

No	Keterangan	Jumlah
1.	Biaya Tetap (FC)	Rp 998.262.466
2.	Biaya Variabel (VC)	Rp 2.163.788.427
	- Bahan Baku	Rp 28.406.400.000
	- Tenaga Kerja	Rp 2.840.640.000
	- Biaya Supervisi	Rp 2.033.653.940
	- Utilitas	Rp 175.133.765,91
	- <i>Maintenance</i> dan Perbaikan	Rp 17.513.377
	- <i>Operating Supplies</i>	Rp 2.840.640.000
	- Laboratorium	Rp 1.012.205.948
	- <i>Royalty</i>	Rp 39.489.975.457
3	Total Biaya Variabel (VC)	Rp 54.347.826.279
	Total Penjualan	

a. Net Present Value (NPV)

Net present value merupakan selisih antara nilai arus kas masuk dan nilai arus kas keluar pada sebuah periode waktu. Berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan didapatkan nilai NPV positif sebesar Rp 738.279.617. Dengan begitu pabrik memiliki proyeksi pendapatan yang menguntungkan kedepannya.

b. Internal Rate of Return (IRR)

Internal rate of return berdasarkan discounted cash flow dimana seluruh discounted cash flow adalah tingkat bunga

tertentu penerimaan akan dapat menutup seluruh jumlah modal pengeluaran modal. Melalui perhitungan trial error pada NPV diperoleh nilai IRR sebesar 31,79%.

c. *Pay Out Time (POT)*

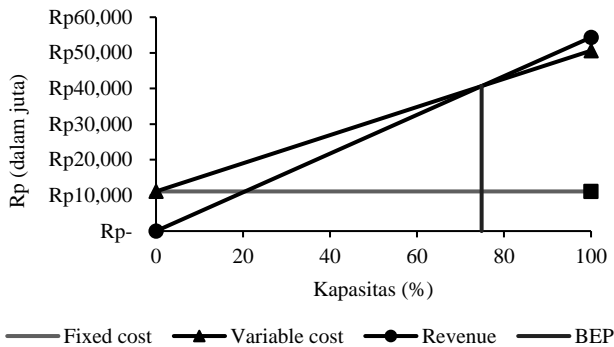
Pay out time merupakan lama periode yang diperlukan untuk mengembalikan uang modal yang telah diinvestasikan dari aliran kas masuk tahunan yang dihasilkan oleh proyek. Dengan nilai NPV dan cumulative cash flow yang didapatkan, maka dapat dilakukan analisa terhadap POT. Waktu yang diperlukan untuk melakukan pengembalian modal adalah 4,04 tahun.

d. *Break Event Point (BEP)*

Analisis titik impas digunakan untuk mengetahui kapasitas produksi dimana biaya produksi total sama dengan hasil penjualan.

- *Direct production cost/ton* = Rp 58.087.537
- *Ton/yr product required* = 44,888
- *Annual capacity* = 60 ton/tahun

Maka didapat nilai BEP sebesar 74,813%



Gambar 2. Grafik Break Event Point (BEP)

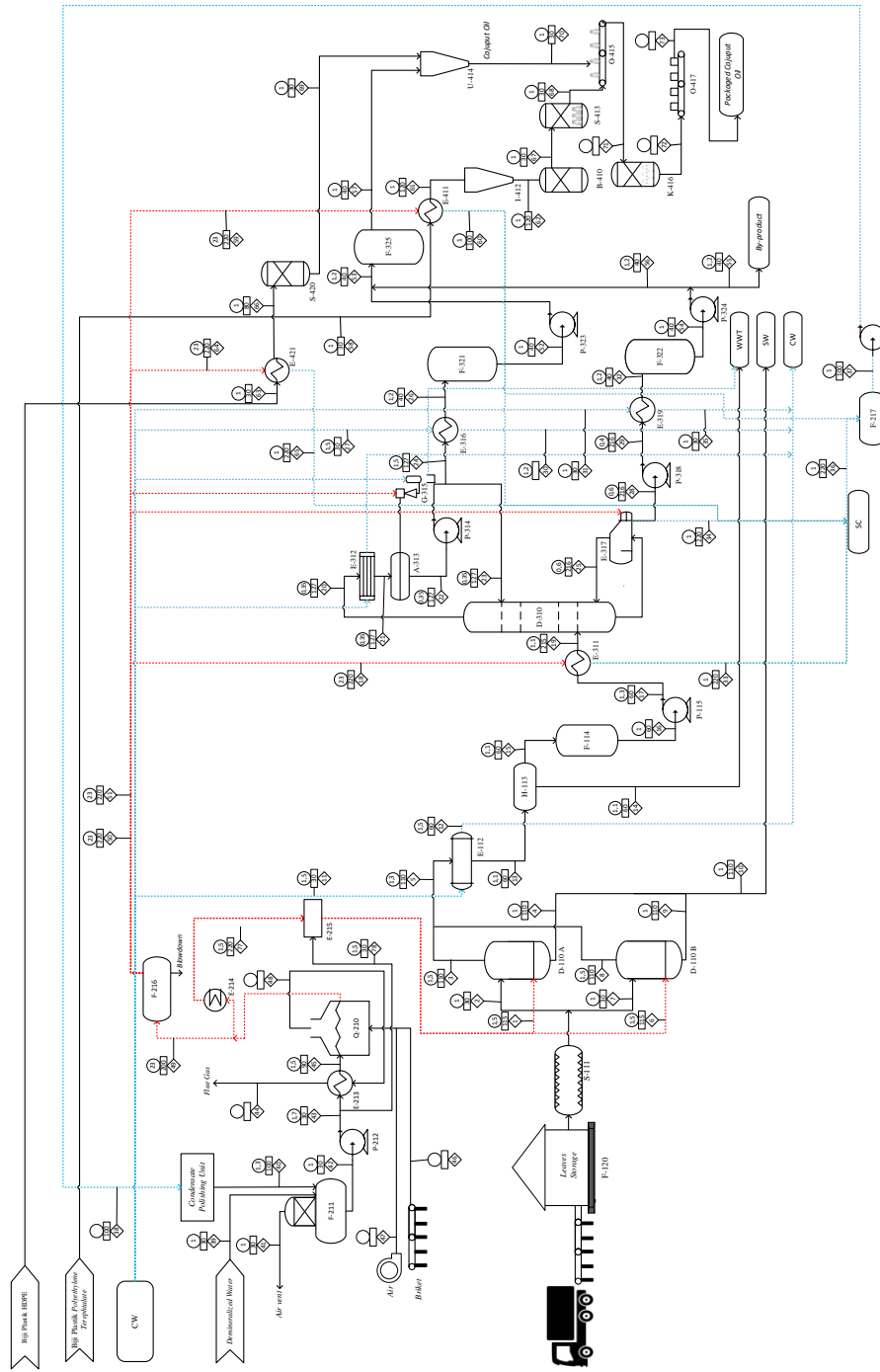
V. KESIMPULAN/RINGKASAN

Pabrik minyak kayu putih dari daun kayu putih direncanakan akan didirikan di Cilacap, Jawa Tengah tepatnya berada di Kelurahan Kutawaru. Pabrik ini akan didirikan pada tahun 2022 dengan lama konstruksi selama 2 tahun dan akan beroperasi pada tahun 2024. Pabrik ini memiliki kapasitas produksi sebesar 60 ton/tahun dengan 335 hari kerja selama setahun. Proses produksi minyak kayu putih meliputi empat proses utama yaitu *steam generation*, *steam distillation*, *vacuum distillation*, dan pengemasan. Melalui hasil analisa ekonomi yang telah dilakukan, didapatkan nilai IRR sebesar 31,79% dengan pengembalian modal selama 4,04 tahun dan BEP pada 74,813%. Sehingga berdasarkan analisa dari aspek teknis dan ekonomis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa pabrik minyak kayu putih dari daun kayu putih layak untuk dijalankan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Budiadi, U. G. Mada, dan H. R. Ishii, "Variation in Kayu Putih (*Melaleuca leucadendron* LINN) Oil Quality under Different Farming Systems in Java , Indonesia Instructions for use," . March 2015, 2005.
- [2] M. Siregar, N. H., dan Trifor, "Penentuan Perbandingan Tingkat Kemurnian Minyak Kayu Putih Tradisional Dengan Produksi Pabrik Menggunakan Prinsip Spektroskopi VIS," *Proceeding Pertem. Ilm. XXX HFI Jateng dan DIY* (pp. 149 – 152). Salatiga, 2016.

- [3] A. E. Sadlon dan D. W. Lamson, "Immune-modifying and antimicrobial effects of Eucalyptus oil and simple inhalation devices.," *Altern. Med. Rev.*, vol. 15, no. 1, hal. 33–47, Apr. 2010.
- [4] Moradalizadeh, "Microwave-Assisted and Conventional Hydrodistillation of Essential Oils from *Apium graveolens* L.," *Asian J. Chem.* 25(1)79-81, 2013.
- [5] Khandage, "Extraction of Essential Oil: Eucalyptus Oil.," Milwaukee: University of Wisconsin, 2018.
- [6] M. Wu, Z., Xie, L., Li, Y., Wang, Y., Wang, X., Wan, N., Huang, X., Zhang, X., dan Yang, "A Novel Application of The Vacuum Distillation Technology in Extracting *Origanum vulgare* L. Essential Oils," *Ind. Crop. Prod. No. 139 11516.*, 2019.
- [7] R. N. Stauffer, E., Julia A. D., "Fire Debris Analysis. Chapter VII: Flammable and Combustible Liquids.," London: Academic Press., 2008.
- [8] N. Ozkal, "Relationshis between Teachers' Creativity Fostering Behaviours and Their Self-Efficacy beliefs, Educational Research and Reviews," *Victoria Isl. Acad. Journal.*, vol. Volume 9, 2014.



Gambar 3. Process Flow Diagram Pra Desain Pabrik Minyak Kayu Putih dari Daun Kayu Putih