

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab hasil dan pembahasan ini akan diuraikan mengenai data-data yang telah dikumpulkan selama penelitian dan langkah-langkah dalam pengolahannya yaitu meliputi perhitungan tingkat produktivitas, perhitungan neraca massa, identifikasi dan analisis penyebab terjadinya *waste* serta penyusunan dan pemilihan alternatif solusi terbaik dalam menyelesaikan permasalahan produktivitas perusahaan.

### 4.1 GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

PT Ongkowidjojo merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi rokok dan berdiri sejak tahun 1946 dalam bentuk firma “Kian Gie”. Perusahaan terdiri dari dua pabrik sesuai dengan jenis rokoknya, produksi rokok Sigaret Kretek Tangan (SKT) terletak di Jl. Kolonel Sugiono Malang No. 28. Sedangkan pabrik Sigaret Kretek Mesin (SKM) berada di Jl. Raya Gadang No. 7 Malang Jawa Timur. Dengan dikeluarkan SIP No. 1970/F pada tanggal 25 April 1951 dan kemudian pada tahun 1977 ada pembaruan ijin dengan No. 00196/F, Perusahaan rokok Ongkowidjojo yang semula berbentuk firma “Kian Gie” berubah bentuk menjadi perseroan terbatas dengan nama PT. Ongkowidjojo.

Perusahaan ini memproduksi rokok jenis SKT (Sigaret Kretek Tangan) dan SKM (Sigaret Kretek Mesin). Perbedaan keduanya yaitu, SKT proses pembuatannya dengan cara digiling atau dilinting dengan menggunakan alat bantu sederhana. Sedangkan SKM merupakan rokok yang proses pembuatannya menggunakan mesin. Produk yang dipasarkan dengan menggunakan merek “OEPET” Adapun merk rokok sigaret kretek yang diproduksi adalah Oepet Biru, Oepet Kretek Merah, Sinar Mas, Flash, Kayu Mas Jaya, Oepet Black, Hitam Prima, Oepet Super, Oepet Slim, Oepet Mild, dan Oepet Lights dan Sumber Rejeki. Sedangkan rokok klobot yang diproduksi adalah Klobot Oepet, Sumber Rejeki, Piring Mas dan Special Oepet.

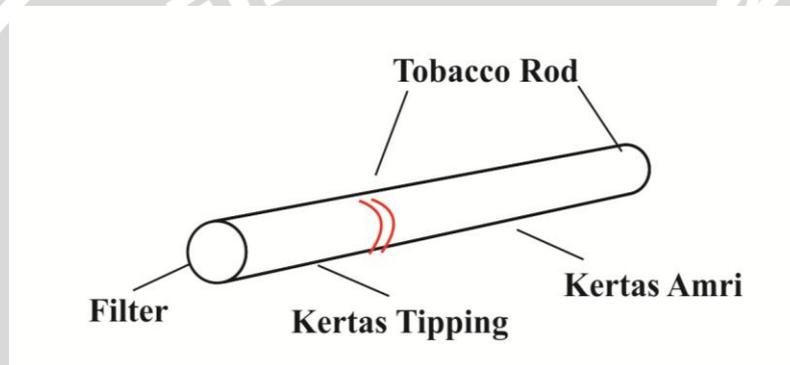
Seiring dengan perkembangan perusahaan dalam kurun waktu kurang lebih 51 tahun perusahaan ini telah mampu mempekerjakan sekitar 1.280 karyawan dari yang semula hanya 10 karyawan. Setiap harinya perusahaan rokok PT Ongkowidjojo ini mampu menghasilkan setidaknya 300.000 batang rokok setiap hari, dimana 50% dari hasil produksi tersebut dipasarkan di sekitar jatim yaitu Surabaya, Madura, Pasuruan, Bali,



daerah Jawa Tengah dan Jawa Barat, sedangkan 50% lainnya dipasarkan di luar Jawa yaitu di Lombok, Kalimantan, Sulawesi, dan lain-lain.

#### 4.1.1 Produk

Produk yang dihasilkan oleh PT. Ongkowidjojo adalah rokok. Rokok yang dihasilkan pada yaitu rokok kretek yang diproduksi menggunakan mesin sehingga disebut dengan sigaret kretek mesin (SKM). Bagian-bagian rokok SKM terdiri dari bahan campuran jadi, kertas ambri (*cigarette paper*), filter, dan kertas tipping yang ditunjukkan pada Gambar 4.1. *Tobacco rod* merupakan kertas ambri yang telah diberi campuran bahan jadi yang dilinting dan direkatkan dengan lem. Rokok terdiri dari *tobacco rod* yang nantinya akan digabungkan dengan filter yang dilapisi kertas tipping (*tipping paper*).



Gambar 4.1 Bagian-bagian rokok SKM

Terdapat beberapa macam produk rokok SKM yang diproduksi PT. Ongkowidjojo. Produk terbagi menjadi dua jenis yaitu jenis reguler dan mild. SKM Reguler merupakan produk rokok yang dalam pengolahannya ditekankan pada pemberian aroma dan rasa yang khas, sebaliknya SKM Mild merupakan produk rokok *low flavor*. Untuk jenis reguler, produk yang dihasilkan yaitu Samboga, Kayumas Jaya, dan OE Light. Sedangkan untuk jenis mild terdiri dari dua produk yaitu OE Mild Biru dan Nix.

#### 4.1.2 Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam proses produksi terbagi menjadi dua macam, yaitu bahan baku utama dan bahan pendukung. Bahan baku merupakan komponen utama yang digunakan pada proses *primary* yang terdiri dari tembakau, cengkeh dan saos. Sedangkan bahan pendukung berupa kertas ambri, *filter*, *tipping* dan bahan pendukung lain untuk keperluan pengemasan di proses *secondary*.

#### 4.1.2.1 Bahan Baku Utama

Bahan baku utama pada produksi rokok yaitu tembakau, cengkeh, dan saos. Tembakau dan cengkeh melalui beberapa proses pengolahan terlebih dahulu sebelum memasuki proses pelinting untuk menghasilkan rokok batangan. Berikut merupakan penjelasan dari bahan baku utama yang digunakan untuk proses produksi rokok.

##### 1. Tembakau

Salah satu bahan utama yang digunakan dalam pembuatan rokok adalah tembakau. Tembakau yang digunakan saat produksi terdiri dari berbagai varian. Terdapat lebih dari sepuluh jenis tembakau yang didatangkan dari berbagai daerah, diantaranya: virgin, weleri, pakong, krosok, bojonegoro, kasturi, yunan, temanggung, garut dan lain-lain. Saat melakukan pencampuran untuk jenis rokok tertentu, maka komposisi dari tiap varian tembakau disesuaikan dengan resep yang ditetapkan perusahaan. Tembakau dapat disimpan dalam waktu yang sangat lama untuk persediaan perusahaan dimana tembakau disimpan dengan keadaan saling bertumpukan selama 1-3 tahun untuk menambah rasa dan aroma. Penyimpanan tembakau dengan waktu yang cukup lama ini disebut dengan proses *Aging* atau fermentasi. Terdapat dua macam tembakau yang digunakan yaitu tembakau rajangan yang berbentuk potongan-potongan memanjang (*odol*) dan tembakau yang daunnya masih berbentuk lembaran.

##### 2. Cengkeh

Cengkeh berasal dari tanaman bernama latin *myrtaceae* dan merupakan salah satu komponen utama yang menjadi daya tarik dari rokok kretek yang diproduksi oleh pabrik di Indonesia dikarenakan memberi rasa yang khas. Cengkeh yang dibeli perusahaan dalam bentuk gelondongan.

##### 3. Saos

Saos merupakan komponen utama dari sebuah rokok yang terbuat dari hasil ekstraksi buah-buahan dan bahan-bahan lain untuk menciptakan aroma serta cita rasa tertentu. Selain komposisi campuran tembakau dan cengkeh, saos inilah yang menjadi pembeda antara setiap merek dan varian rokok. Terdapat 2 jenis saos yang digunakan, yaitu saos *casing* dan *flavor*.

##### a. *Casing*

Merupakan saos dasar yang dicampurkan pada tembakau di awal proses *blending*. *Casing* membantu mempertahankan kelembaban dalam tembakau sehingga produk tidak kering.

b. *Flavor*

*Flavor* ditambahkan pada proses *blending* untuk dicampur dengan tembakau *casing* dan cengkeh. Komposisinya terdiri dari bahan kimia sintetis dan alami, termasuk ekstrak tembakau, perasa seperti vanili dan buah-buahan, rempah-rempah serta *essential oil*.

#### 4.1.2.2 Bahan Pendukung

Bahan pendukung atau penolong merupakan bahan tambahan pada produksi rokok SKM yang terdiri dari kertas ambri, filter, tipping sebagai bahan tambahan dalam pembuatan rokok batangan. Sedangkan etiket, aluminium foil, plastik OPP, karton dan bahan lainnya merupakan bahan untuk proses pengemasan.

1. Kertas Ambri

Kertas ambri atau *cigarette paper* merupakan pembungkus campuran tembakau dan cengkeh jadi atau *finished blend tobacco* yang membentuk batang rokok. Kertas ini terbuat dari selulose. Perusahaan tidak memproduksi kertas ambri melainkan membeli dari *supplier* untuk memenuhi kebutuhan produksi.

2. Filter

Filter merupakan penyaring utama yang terdapat pada ujung rokok yang berfungsi untuk menangkap sebagian partikel yang ada pada asap rokok sehingga dapat mengurangi kadar tar dan nikotin pada asap rokok yang dihisap. Filter terdiri dari empat bagian, yaitu *tow* (rangkaian selulose asetat sebagai badan filter), *plasticizer* (zat pelunak untuk mengikat filter), *plug wrap* (kertas pembungkus fiber filter) dan pekat.

3. Kertas Tipping

Kertas tipping berfungsi sebagai pembungkus yang melapisi sambungan antara batang rokok dengan filter yang mengandung rasa manis. Kertas ini berbentuk *roll* panjang yang nantinya akan menjadi *input* pada mesin *maker* dan dipotong sesuai dengan kebutuhan tiap batang rokok.

4. Lem

Penggunaan lem pada *secondary proses* terbagi menjadi dua yaitu, penggunaan lem pada mesin *maker* untuk melekatkan kertas ambri, tipping, serta melekatkan tobacco rod dan filter. Selanjutnya lem juga digunakan pada tahap pengemasan untuk merekatkan bahan seperti aluminium foil, kertas *inner frame*, etiket (*blank*), kertas *craft*, dan bandrol.

#### 5. Etiket

Etiket merupakan kertas pembungkus yang nantinya akan membentuk kotak atau *pack*. Kertas ini digunakan sebagai identitas dari produk dimana terdapat nama produk, lambang perusahaan, informasi produk serta peringatan pemerintah. Etiket yang digunakan perusahaan yaitu jenis *hard pack* yang memerlukan lidah di dalamnya sebagai penopang bungkus rokok agar terlihat kokoh dan padat.

#### 6. Alumunium Foil

Alumunium foil berfungsi untuk melindungi aroma rokok agar saos rokok tidak menguap sehingga lebih tahan lama. Alumunium foil sebagai pelapis pada etiket atau *pack* bungkus rokok.

#### 7. Pita Cukai

Pemasangan pita cukai merupakan kewajiban dari pemerintah. Besaran cukai yang ditetapkan ditambahkan ke dalam salah satu komponen harga. Sehingga saat konsumen membeli satu *pack* rokok sudah termasuk dengan pajak yang dibayarkan kepada pemerintah.

#### 8. Plastik OPP

Plastik *Oriented Polystyrene* (OPP) berfungsi sebagai pelindung bungkus rokok bagian luar untuk melindungi rokok dari kerusakan air dan sebagainya.

#### 9. *Doos Press*

*Doos press* atau *slof* merupakan bungkus untuk *pack* rokok yang menampilkan identitas produk seperti etiket. Satu *slof* berisi 10 *pack* rokok.

#### 10. Kertas Bal

Kertas yang digunakan yaitu jenis *craft* berwarna coklat. Satu Bal berisi 10 *slof*.

#### 11. Kardus

Pengemasan dengan kardus merupakan proses akhir dari *packaging*. Satu kardus memuat 4 bal rokok. Pengemasan dengan kardus bertujuan untuk memudahkan saat pendistribusian produk ke berbagai daerah pemasaran.

### 4.1.3 Proses Produksi

Proses produksi rokok dilakukan selama 8 jam atau 1 *shift* kerja. Proses produksi pada PT. Ongkowidjojo terbagi menjadi dua tahapan proses utama, yaitu proses primer (*primary process*) dan proses sekunder (*secondary process*). *Primary process* merupakan proses pengolahan material rokok yang masih berupa material setengah jadi sampai menjadi produk hasil *blending* yang siap untuk di linting. Sedangkan *secondary process* adalah

tahapan lanjutan dari proses primer berupa proses pelintingan hingga menjadi produk rokok yang telah dikemas dan siap dipasarkan. Berikut merupakan penjelasan dari bagan proses produksi pada PT. Ongkowidjojo yang ditunjukkan pada Gambar 4.2.

### 1. *Primary Process*

*Primary process* merupakan bagian penting dari proses produksi rokok dimana pada bagian ini dilakukan pengolahan terhadap bahan baku utama penyusun rokok yang menentukan kualitas rasa dari rokok yang dihasilkan. *Output* dari proses ini adalah campuran bahan jadi atau yang disebut *finished blend tobacco* yang selanjutnya akan digunakan pada proses pelintingan untuk menghasilkan rokok batangan di bagian *secondary*. Proses produksi di bagian *primary* terdiri dari beberapa proses pengolahan yaitu, *primary* cengkeh, *primary* tembakau, peramuian saos casing dan flavor (*assembling flavor*) serta proses pencampuran (*blending*).

#### a. *Primary* Cengkeh (Pengolahan Cengkeh)

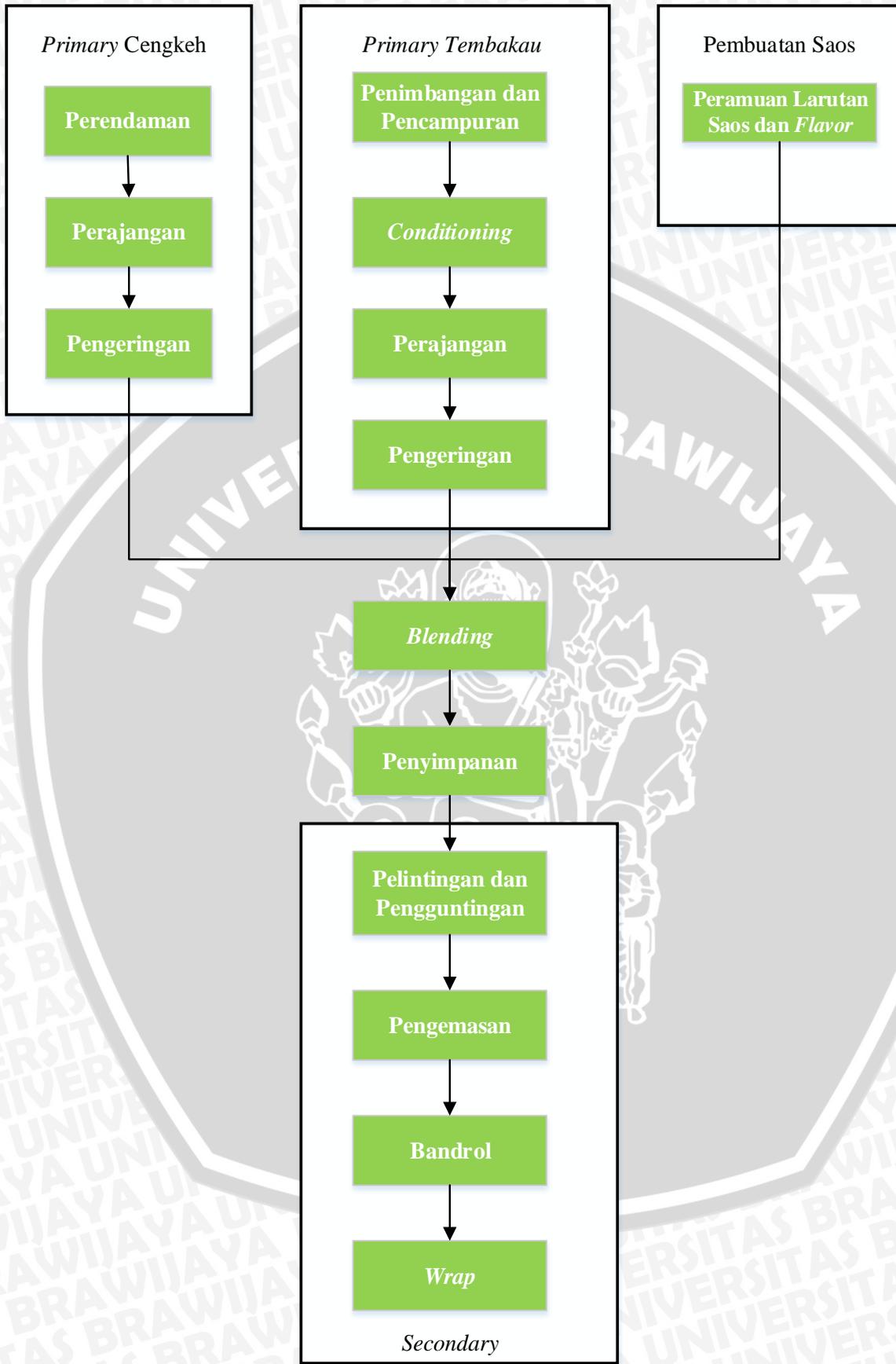
Proses pengolahan cengkeh terdiri dari tiga proses yang harus dilakukan, yaitu proses perendaman, perajangan dan pengeringan. Ketiga proses tersebut akan diuraikan dalam penjelasan berikut ini.

##### 1) Proses perendaman

Proses perendaman merupakan proses awal dari serangkaian proses pada pengolahan cengkeh. Cengkeh direndam selama enam jam dalam setiap kali produksi. Perendaman cengkeh dilakukan dengan tujuan agar memudahkan saat proses pemotongan. Kadar air hasil rendaman cengkeh yang diinginkan yaitu sebesar 45%.

##### 2) Proses perajangan

Selanjutnya, cengkeh yang telah mengembang dirajang atau dipotong menjadi bagian yang lebih kecil. Kualitas hasil potong akan mempengaruhi karakteristik dari produk akhir. Pemotongan dilakukan dengan mesin *rotary* Mesin *rotary* menggunakan pisau *rolling* yang berbentuk bulat dan berputar dalam kecepatan tertentu dalam merajang cengkeh. Pemotongan/perajangan cengkeh menjadi potongan yang lebih kecil dan halus dilakukan agar mudah diproses dalam tahapan selanjutnya.



Gambar 4.2 Bagan Proses Produksi PT. Ongkowidjojo



### 3) Proses pengeringan

Setelah melalui proses perajangan, cengkeh rajangan masih memiliki kadar air yang tinggi sehingga harus dikeringkan. Proses dari pengeringan itu sendiri mengeluarkan atau menghilangkan sebagian kandungan air dari suatu bahan dengan cara menguapkan sebagian air yang terkandung dengan menggunakan energi panas. Proses pengeringan dilakukan dengan menggunakan dua cara yaitu dengan penjemuran dan menggunakan mesin *dryer*. Mesin *dryer* yang digunakan dialiri uap dari *boiler* dengan tekanan 8,2 kgf/cm<sup>2</sup>. Sedangkan pengeringan manual dengan penjemuran di bawah sinar matahari yang dilakukan kurang lebih 24 jam. Pengeringan dilakukan agar kadar air cengkeh rajangan mencapai 11%. Selain itu, proses pengeringan dilakukan dengan tujuan untuk menjaga kualitas cengkeh agar tidak mudah rusak dan menjaga aroma cengkeh.

#### b. *Primary* Tembakau (Pengolahan Tembakau)

Pada proses pengolahan tembakau, terdiri dari dua lini produksi sesuai bentuk tembakau yang dibeli oleh perusahaan yaitu *primary* II proses untuk tembakau yang dibeli dalam bentuk rajangan kasar dan *primary* III dikhususkan untuk daun tembakau yang masih berbentuk lembaran. Kedua lini tersebut memiliki tahapan pengolahan yang sama, namun pada *primary* III ditambahkan proses pemisahan antara daun tembakau dengan gagangnya. Beberapa tahapan pada proses *primary* tembakau dimulai dari proses penimbangan tembakau hingga proses pengeringan. Berikut merupakan penjelasan tahap-tahap proses *primary* tembakau pada produksi rokok PT. Ongkowidjojo.

##### 1) Proses penimbangan dan pencampuran tembakau

Penimbangan dilakukan agar jumlah tembakau yang akan diproses sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan. Untuk tiap produksi tembakau yang digunakan setiap kali produksi kurang lebih 2500-3000 kg yang terdiri dari berbagai jenis tembakau. PT. Ongkowidjojo menggunakan lebih dari 10 jenis tembakau yang berasal dari berbagai daerah. Tiap jenis tembakau yang digunakan memiliki persentase berat yang berbeda-beda disesuaikan dengan varian rokok yang akan diproduksi.

## 2) Proses *Conditioning*

Pada proses ini diawali dengan pengaliran uap atau *conditioning* dengan menggunakan mesin *steam* dengan tujuan agar tingkat kelembaban tembakau mencapai 20% sehingga mempermudah proses pemotongan atau perajangan. Proses penguapan ini dilakukan dengan mesin selama kurang lebih 45 menit uap yang dialirkan berasal dari *boiler* dengan suhu 80° C dan tekanan 15 kp/cm<sup>2</sup>.

## 3) Proses perajangan tembakau

Tembakau rajangan yang diterima pada lini *primary* II masih berbentuk rajangan kasar sehingga harus dilakukan pemotongan agar menghasilkan rajangan tembakau yang sesuai dengan standar perusahaan. Pada lini ini, perajangan tembakau dilakukan dengan mesin RC4. Sedangkan pada *primary* III, daun tembakau dirajang dengan *Molline Rotary Tobacco Cutting Machine* (MRTCM). Selanjutnya dilakukan pemisahan antara daun tembakau rajangan dengan gagangnya menggunakan mesin *threshing*. Selain pemisahan daun dan gagang, mesin *threshing* juga berfungsi untuk menghilangkan material lain pada tembakau rajangan (*non-tobacco related material*) seperti pasir, logam, tali pengikat daun tembakau, kertas, kayu, dan material lainnya.

## 4) Proses pengeringan tembakau

Sama halnya dengan proses pengeringan cengkeh, tembakau rajangan dikeringkan dengan menggunakan mesin *dryer* yang dialiri uap dari *boiler* dengan spesifikasi yang sama dengan pengeringan cengkeh. Kadar air yang diinginkan yaitu sebesar 11-13%.

### c. Pembuatan Saos

Pada proses ini dilakukan pembuatan saos sebagai penambah rasa dan aroma pada rokok yang akan diproduksi. Bahan utama yang digunakan dalam proses ini yaitu rempah-rempah, alkohol dan *essence* dari bunga maupun buah-buahan serta beberapa zat kimia. Bahan saos ada yang diperoleh dengan cara ekstraksi, tetapi ada juga yang dibeli berupa sediaan jadi dari *supplier*. Bahan tersebut kemudian dikomposisikan menjadi *casing* dan *flavor* yang disesuaikan dengan aroma dan rasa yang diinginkan dan disesuaikan dengan karakter aroma dan rasa jenis rokok yang diproduksi.

d. Proses *Blending*

Proses *blending* merupakan proses pencampuran hasil dari proses-proses pengolahan yang dilakukan pada proses *primary*. Pada proses ini terdiri dari beberapa tahap yang dilakukan yaitu:

1) Pemberian saos *casing* dan *flavor*

Pemberian saos *casing* pada tembakau rajangan dilakukan dengan penyemprotan dalam mesin *Direct Conditioning And Casing Cylinder (DCCC)*. Selanjutnya pemberian aroma atau *flavor* pada tembakau casing. Larutan *flavor* berbahan dasar alkohol yang terdiri dari perasa, hasil ekstraksi buah, dan komponen zat kimia lain yang telah diramu sesuai dengan rasa dan aroma yang dibutuhkan untuk tiap jenis rokok yang akan diproduksi. Proses yang dilakukan sama dengan pemberian saos *casing* dimana larutan *flavor* disemprotkan pada tembakau di dalam mesin *flavor cylinder*. Kadar air yang ditetapkan oleh perusahaan terhadap tembakau yang telah dicampur saos *casing* dan *flavor* yaitu sebesar 13-14%.

2) Pencampuran tembakau *casing* dan cengkeh rajangan

Pencampuran bahan dilakukan dengan perbandingan 70% tembakau dan 30% cengkeh yang disesuaikan dengan komposisi yang telah ditentukan perusahaan agar tercipta cita rasa yang diinginkan. Proses ini menggunakan *blending silo* dengan alat *mixing* yang berfungsi sebagai alat pencampur tembakau dan cengkeh agar bahan dapat tercampur merata.

Hasil dari proses *blending* yaitu berupa campuran bahan jadi atau *finished blend tobacco* yang telah diberi saos *casing* dan ramuan (*flavor*) kemudian disimpan sebagai stok bahan jadi. Penyimpanan dilakukan dengan menggunakan karung dan disimpan dalam gudang bahan jadi. Waktu penyimpanan yaitu minimal selama 24 jam sebelum digunakan pada proses *secondary*.

2. *Secondary Process*

*Secondary process* terdiri dari proses pelintingan campuran bahan jadi atau *finished blend tobacco* yang dihasilkan pada *primary process* untuk menghasilkan rokok batangan yang dilanjutkan dengan proses pengemasan. Pelintingan dilakukan dengan menggunakan mesin sehingga produk rokok ini disebut dengan sigaret kretek mesin (SKM). Berikut merupakan tahap-tahap yang dilakukan pada proses *secondary*.

a. Pelintingan dan pengguntingan

Pelintingan dilakukan dengan tiga mesin *maker* dimana ketiganya memiliki kapasitas yang berbeda. Mesin MK 8 dapat menghasilkan 1500 batang/menit, mesin MK 9 dapat menghasilkan 2000 batang/menit dan Loga dengan kapasitas menghasilkan 2500 batang/menit. *Input* dari proses ini yaitu *finished blend tobacco*, kertas ambri, filter, kertas tipping dan lem sebagai perekat.

b. Pengemasan (*Packaging*)

Pengemasan dilakukan dengan menggunakan mesin *Hinge Lid Packer* (HLP). Cara kerja dari mesin ini adalah mengemas produk sesuai dengan jumlah batang rokok yang ditentukan. Mesin HLP yang digunakan dapat menghasilkan 100 *pack*/menit. *Input* dari proses ini yaitu batang rokok dan etiket. *Output* dari proses ini yaitu produk rokok dalam *pack*.

c. Pasang pita cukai (Bandrol)

Proses memasang pita cukai sebagai pajak pemerintah pada *pack* rokok dilakukan dengan mesin bandrol.

d. *Wrap*

Setelah pisa cukai terpasang pada tiap *pack* selanjutnya dilakukan proses *wrapping* yaitu membungkus *pack* dengan plastik. *Pack* yang telah terbungkus plastik dari proses *wrapping* kemudian dikemas lagi dalam bentuk *slof* atau *press* yang berisi 10 *pack* rokok. Produk *dos press* selanjutnya masuk dalam proses *bale*. Proses ini merupakan proses pengepakan dimana 20 *dos press* dibungkus dalam kertas *craft* berwarna coklat. Selanjutnya kemasan dalam bentuk *bale* dikemas kembali dalam kardus dimana tiap kardus berisi 4 *bale*.

e. *Warehouse*

Produk yang telah dikemas di simpan di gudang untuk dilakukan pendataan dan selanjutnya dilakukan distribusi produk ke daerah pemasaran.

#### 4.1.4 Limbah Industri Rokok

Beberapa proses produksi pada PT. Ongkowijojo menghasilkan berbagai jenis limbah yang sering disebut limbah produksi. Tiap jenis limbah memiliki bentuk dan sifat yang berbeda. Selama ini, perusahaan belum melakukan penanganan secara menyeluruh terhadap limbah produksi yang dihasilkan. Limbah produksi yang dihasilkan PT. Ongkowidjojo dapat dilihat pada Tabel 4.1. Limbah tersebut dikelompokkan kedalam 3 jenis, yaitu:

### 1. Limbah Cair

Limbah cair PT. Ongkowidjojo berasal dari beberapa sumber yaitu dari proses perendaman cengkeh, pembuatan saos (*assembling flavor*), air endapan hasil dari kondensasi uap *boiler* serta air limbah pencucian mesin. Limbah cair dari perendaman cengkeh mengandung minyak *eugenol* yang memiliki beberapa manfaat. Salah satunya yaitu senyawa *eugenol* dapat menghambat serta bersifat toksik terhadap patogen, terutama terhadap 5 jamur patogen antara lain: *F. Oxysporum*, *P. Capsici*, *R. Lignosus*, *R. Solani* dan *S. Rolfzii* (Manohara *et al*, 1994:19-27). Limbah air rendaman cengkeh masih mengandung bahan-bahan aktif yang dapat menekan pertumbuhan dan perkembangan jamur. Sedangkan selama ini air rendaman yang telah digunakan dibuang melalui saluran air. Perlakuan yang sama juga dilakukan terhadap limbah cair lainnya tanpa ada pengolahan sebelumnya.

### 2. Limbah Padat

Limbah padat yang dihasilkan yaitu berupa pembungkus tembakau dan cengkeh seperti keranjang, besek, tikar pandan, serta karung yang merupakan limbah padat dari proses *primary*. Sedangkan pada proses *secondary* berupa bahan dan produk *defect* seperti bahan jadi yang terbuang saat proses pelintingan, kertas ambri, *filter*, dan etiket yang rusak saat proses pelintingan dan pengemasan. Selain itu debu organik dari tembakau dan cengkeh yang disebut jengkok serta debu yang berasal dari proses penyiapan bahan baku dan aktivitas mesin produksi pada proses pemotongan/rajang, pencampuran (*blending*) sampai proses linting juga merupakan limbah padat yang dihasilkan oleh PT. Ongkowidjojo.

### 3. Limbah Gas

Limbah gas dari proses produksi PT. Ongkowidjojo dihasilkan pada proses *primary* dan *assembling flavor*. Limbah gas tersebut yaitu partikel debu (*dust particulate*) tembakau dan cengkeh saat pengolahan di proses *primary*, hasil *conditioning* tembakau, gas hasil pengolahan material saat produksi, serta emisi udara dari *boiler* dan genset. Limbah gas dapat menyebabkan penurunan kualitas udara di area produksi.

Tabel 4.1 Limbah Produksi PT. Ongkowidjojo

| Jenis Limbah | Bentuk Fisik                                                                           | Sumber Limbah | Sifat Limbah                                            | Dampak yang Ditimbulkan |                                                                                        |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Cair</b>  | Air Rendaman Cengkeh                                                                   | Cair          | Primary Cengkeh                                         | Berbahaya               | Menurunkan Kualitas Air                                                                |
|              | Air Limbah Buangan Boiler                                                              | Cair          | Primary Cengkeh dan Primary Tembakau                    | Berbahaya               | Menurunkan Kualitas Air                                                                |
|              | Air Limbah Pencucian Alat dan Mesin                                                    | Cair          | Bagian produksi (Primary, Secondary dan Pembuatan saos) | Berbahaya               | Menurunkan Kualitas Air                                                                |
| <b>Padat</b> | Pembungkus Tembakau dan Cengkeh                                                        | Padat         | Primary                                                 | Berbahaya               | Mengurangi nilai estetika lingkungan & menimbulkan polusi udara (asap) apabila dibakar |
|              | Kertas ambri, filter dan etiket defect                                                 | Padat         | Secondary                                               | Berbahaya               | Mengurangi nilai estetika lingkungan & menimbulkan polusi udara (asap) apabila dibakar |
|              | Debu Produksi                                                                          | Padat         | Primary dan Secondary                                   | Tidak Berbahaya         | Menurunkan Kualitas Udara dan Kesehatan Pekerja                                        |
|              | Gagang Tembakau                                                                        | Padat         | Primary II                                              | Berbahaya               | Terdapat kandungan nikotin                                                             |
| <b>Gas</b>   | CO, NO <sub>2</sub> , HO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> S, NH <sub>3</sub> , Pb dan HC. | Gas           | Bagian produksi (Primary dan Pembuatan saos)            | Berbahaya               | Menurunkan Kualitas Udara dan Kesehatan Pekerja                                        |
|              | Uap Air                                                                                | Gas           | Primary                                                 | Tidak Berbahaya         | Menghasilkan limbah cair yaitu air kondensat                                           |
|              | Partikel Debu (dust particulate)                                                       | Partikel      | Bagian produksi (Primary & Secondary)                   | Berbahaya               | Menurunkan Kualitas Udara dan Kesehatan Pekerja                                        |

Sumber: Observasi Peneliti dan Dokumen PT. Ongkowidjojo

## 4.2 Pengumpulan Data

Pada bagian ini akan disajikan data-data yang telah dikumpulkan melalui observasi maupun dari data sekunder perusahaan selama penelitian dilakukan. Pengumpulan data yang dilakukan berupa jumlah *input* dan *output* pada tiap proses produksi. Selanjutnya, dilakukan pembuatan *process flow diagram* dan neraca massa.

### 4.2.1 Process Flow Diagram

Tahap pertama dari GP adalah *Getting Started* yang dapat dilakukan melalui *Walk-through survey* untuk mengetahui informasi perusahaan, terutama mengenai proses produksi yang berlangsung. Dalam menggambarkan proses dan urutan aktivitas industri secara jelas dan detail dapat menggunakan *Process Flow Diagram* (PFD). Hal ini dikarenakan PFD juga mengikutsertakan aliran energi dan material serta produk dan *waste* yang dihasilkan pada tiap tahapan prosesnya. *Process Flow Diagram* Produksi PT. Ongkowidjojo dapat dilihat pada Lampiran 1.

## 4.2.2 Neraca Massa

Pembuatan neraca masa (*mass balance*) dilakukan untuk menunjukkan kesetimbangan massa material yang masuk dan keluar selama proses produksi berlangsung. Neraca massa dibuat untuk melengkapi informasi pada tahap *Getting Started*. Melalui neraca massa dapat diketahui jumlah selisih massa *input* dan *output* pada tiap tahap produksi PT. Ongkowidjojo. Neraca massa ini akan ditinjau dari masing-masing sistem dengan basis perhitungan 1 jam. Massa material (*input*), produk dan limbah (*ouput*) didapatkan dari penimbangan yang dilakukan di setiap aktivitas pada sistem produksi. Berikut merupakan neraca massa (*mass balance*) pada produksi rokok PT. Ongkowidjojo.

### 4.2.2.1 Neraca Massa *Primary* Cengkeh

*Primary* cengkeh merupakan proses pengolahan cengkeh dimulai dari proses perendaman, perajangan hingga pengeringan dan nantinya akan dicampur dengan tembakau pada proses *blending*. Berikut ini merupakan perhitungan neraca massa untuk tiap tahap pengolahan cengkeh.

#### a. Perendaman Cengkeh

Proses perendaman dilakukan agar mempermudah pada proses selanjutnya yaitu perajangan. *Input* dari proses ini adalah cengkeh kering sejumlah 1606 kg dan air sebanyak 5000 liter. Basis perhitungan dari neraca massa ini adalah 1 jam, sehingga jumlah *input* dan *output* pada sistem penimbangan sebesar 66,91 kg/jam. Neraca massa pada sistem perendaman cengkeh ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Perhitungan neraca massa dengan basis perhitungan 1 jam:

- Cengkeh kering

$$\frac{\text{Jumlah Input}}{24 \text{ jam}} = \frac{1606 \text{ kg}}{24 \text{ jam}} = 66,91 \text{ kg/jam}$$

- Air

$$\frac{\text{Jumlah Input}}{24 \text{ jam}} = \frac{5000 \text{ kg}}{24 \text{ jam}} = 208,3 \text{ kg/jam}$$

Tabel 4.2 Neraca Massa Sistem Perendaman Cengkeh

| Komponen                | Input (kg/jam) |                    | Output (kg/jam) |               |
|-------------------------|----------------|--------------------|-----------------|---------------|
|                         | Material Utama | Material Pendukung | Produk          | Limbah        |
|                         | <1>            | <2>                | <3>             | <4>           |
| Cengkeh Kering          | 66,91          | -                  | -               | -             |
| Cengkeh Siap Rajang     | -              | -                  | 76,98           | -             |
| Cengkeh Rajangan Basah  | -              | -                  | -               | -             |
| Cengkeh Rajangan Kering | -              | -                  | -               | -             |
| Uap Air                 | -              | -                  | -               | -             |
| Air                     | -              | 208,3              | -               | 198,23        |
| Debu Cengkeh            | -              | -                  | -               | -             |
| <b>Total</b>            | <b>66,91</b>   | <b>208,3</b>       | <b>76,98</b>    | <b>198,23</b> |
| <b>Grand Total</b>      | <b>275,21</b>  |                    | <b>275,21</b>   |               |

Berdasarkan Tabel 4.2 ditunjukkan bahwa jumlah *output* lebih kecil dari jumlah *input*. Massa *input* yang dimasukkan sebesar 66,91 kg/jam, sedangkan *output* yang dihasilkan yaitu cengkeh siap rajang memiliki massa sebesar 76,98 kg/jam. Pada sistem perendaman air limbah rendaman cengkeh sejumlah 198,23 kg/jam.

b. Perajangan Cengkeh

Pemotongan/perajangan cengkeh menjadi potongan yang lebih kecil dan halus dilakukan agar mempermudah proses-proses selanjutnya. Pada sistem ini *input* yang dimasukkan yaitu *output* dari sistem perendaman berupa cengkeh siap rajang sejumlah 76,98 kg/jam. Sedangkan *output* yang dihasilkan adalah cengkeh rajangan basah dengan massa sebesar 72,35 kg/jam. Adanya selisih massa antara *input* dan *output* pada sistem ini menunjukkan adanya pengurangan massa yaitu berupa debu cengkeh yang setelah ditimbang sebesar 4,63 kg/jam. Neraca massa pada sistem perendaman cengkeh ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Neraca Massa Sistem Perajangan Cengkeh

| Komponen                | Input (kg/jam) |              | Output (kg/jam) |      |
|-------------------------|----------------|--------------|-----------------|------|
|                         | Material Utama | Produk       | Limbah          |      |
|                         | <1>            | <2>          | <3>             |      |
| Cengkeh Kering          | -              | -            | -               | -    |
| Cengkeh Siap Rajang     | 76,98          | -            | -               | -    |
| Cengkeh Rajangan Basah  | -              | 72,35        | -               | -    |
| Cengkeh Rajangan Kering | -              | -            | -               | -    |
| Uap Air                 | -              | -            | -               | -    |
| Air                     | -              | -            | -               | -    |
| Debu                    | -              | -            | -               | 4,63 |
| <b>Total</b>            | <b>76,98</b>   | <b>72,35</b> | <b>4,63</b>     |      |
| <b>Grand Total</b>      | <b>76,98</b>   |              | <b>76,98</b>    |      |

## c. Pengeringan Cengkeh

Proses pengeringan cengkeh rajangan basah dilakukan dengan mesin *dryer* yang dialiri uap dari *boiler*. Uap air berasal dari *boiler* yang sama dengan yang digunakan pada proses *conditioning* tembakau dimana uap dialirkan selama kurang lebih 45 menit dengan suhu 80° C. *Input* pada sistem ini berupa *output* dari sistem sebelumnya yaitu cengkeh rajangan basah dengan massa 72,35 kg/jam. Perhitungan jumlah uap air dapat diketahui melalui perhitungan berikut ini.

Diketahui:

- Volume air dalam *boiler* sebesar 2000 liter
- Waktu uap air dialirkan selama 45 menit

Perhitungan massa uap dalam 1 jam:

$$\frac{60 \text{ menit}}{45 \text{ menit}} \times 2000 \text{ liter} = 2.666,67 \text{ liter}$$

$$\text{Volume uap} = \frac{80}{100} \times 2.666,67 \text{ liter} = 2.133,33 \text{ liter}$$

(Asumsi perusahaan: 80% uap masuk kedalam sistem, sedangkan 20% dianggap terbuang atau sebagai *mass loss*).

- Suhu (T) = 80°C
- Tekanan uap air = 47,37 kPa ; Volume uap air = 3,4083 m<sup>3</sup>/kg (Fritschen dan Gay, 1979:129)

Dengan diketahui volume uap air maka:

$$\frac{1}{\rho} = \text{specific volume saturated} = 3,4083 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$m = \rho \times V \text{ (} m = \text{massa uap; } V = \text{volume uap)}$$

$$m \text{ uap} = \frac{V}{\frac{1}{\rho}} = \frac{2.133,33 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{3,4083 \text{ m}^3/\text{kg}} = 0,625 \text{ kg}$$

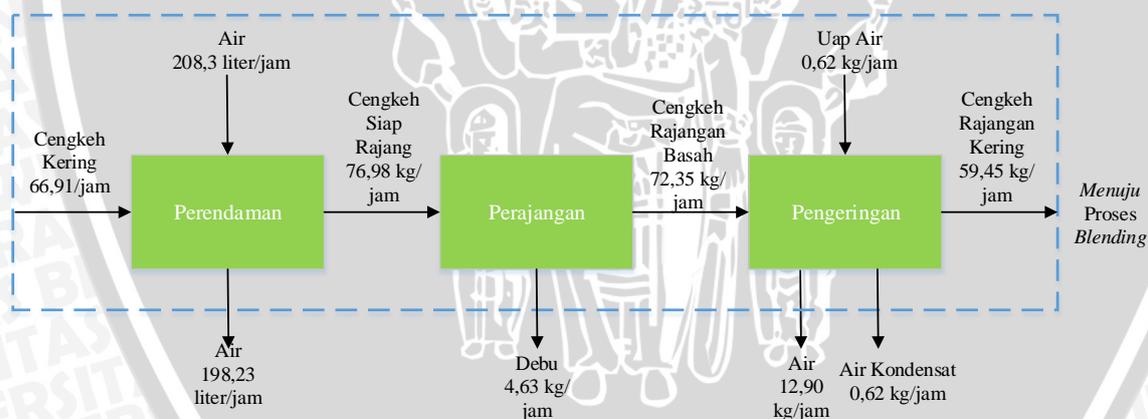
Dari perhitungan di atas *input* uap air sebesar 0,625 kg. Neraca massa pada sistem ini dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Neraca Massa Sistem Pengeringan Cengkeh

| Komponen                | Input (kg/jam) |                    | Output (kg/jam) |              |
|-------------------------|----------------|--------------------|-----------------|--------------|
|                         | Material Utama | Material Pendukung | Produk          | Limbah       |
|                         | <1>            | <2>                | <3>             | <4>          |
| Cengkeh Kering          | -              | -                  | -               | -            |
| Cengkeh Siap Rajang     | -              | -                  | -               | -            |
| Cengkeh Rajangan Basah  | 72,35          | -                  | -               | -            |
| Cengkeh Rajangan Kering | -              | -                  | 59,45           | -            |
| Air                     | -              | -                  | -               | 12,90        |
| Uap Air                 | -              | 0,62               | -               | -            |
| Air Kondensat           | -              | -                  | -               | 0,62         |
| Debu Cengkeh            | -              | -                  | -               | -            |
| <b>Total</b>            | <b>72,35</b>   | <b>0,62</b>        | <b>59,45</b>    | <b>13,52</b> |
| <b>Grand Total</b>      | <b>72,97</b>   |                    | <b>72,97</b>    |              |

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat ditunjukkan bahwa *input* dalam sistem ini merupakan *output* dari sistem sebelumnya berupa cengkeh rajangan basah sebesar 72,35 kg/jam. Selain itu, terdapat *input* berupa uap air dari boiler pada mesin dryer sejumlah 0,62 kg/jam. Sedangkan *output* yang dihasilkan pada sistem ini adalah cengkeh rajangan kering dengan massa sebesar 59,45 kg/jam.

Aliran *input* dan *output* untuk masing-masing sistem pada proses pengolahan cengkeh ini dapat dilihat pada Gambar 4.3.

Gambar 4.3 Neraca massa proses *Primary* Cengkeh

#### 4.2.2.2 Neraca Massa *Primary* Tembakau

Pengolahan tembakau terdiri dari beberapa proses, yaitu penimbangan dan pencampuran, *conditioning*, perajangan dan pengeringan. Perhitungan neraca massa juga dilakukan pada tiap tahapan prosesnya.

a. Penimbangan dan Pencampuran Tembakau

Pada tahap awal proses *primary* tembakau, ditimbang 2962 kg tembakau yang terdiri dari berbagai varian tembakau. Pada sistem ini tidak terjadi perbedaan antara massa yang masuk dan keluar. Seperti perhitungan neraca massa pengolahan cengkeh, basis perhitungan dari neraca massa ini adalah 1 jam sehingga jumlah *input* dan *output* pada sistem penimbangan sebesar 123,41 kg/jam. Neraca massa pada sistem penimbangan dan pencampuran tembakau dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Neraca Massa Sistem Penimbangan dan Pencampuran

| Komponen         | Input (kg/jam) | Output (kg/jam) |
|------------------|----------------|-----------------|
|                  | Material Utama | Produk          |
|                  | <1>            | <2>             |
| Tembakau kering: |                |                 |
| 1. Weleri        | 30             | -               |
| 2. Pakong        | 22,5           | -               |
| 3. Virgin        | 20             | -               |
| 4. Yunan         | 14             | -               |
| 5. Bojonegoro    | 12,5           | -               |
| 6. Zimbabwe      | 6,2            | -               |
| 7. Kasturi       | 5,8            | -               |
| 8. Temanggung    | 5,1            | -               |
| 9. Garut         | 4              | -               |
| 10. Krosok       | 3,31           | -               |
| Tembakau Campur  | -              | 123,41          |
| <b>Total</b>     | <b>123,41</b>  | <b>123,41</b>   |

b. Penguapan Tembakau (*Conditioning*)

*Conditioning* merupakan proses pengaliran uap dengan tujuan untuk melunakkan tembakau agar mudah dirajang pada proses selanjutnya. Uap berasal dari *boiler* yang dialirkan selama kurang lebih 45 menit dengan suhu 80° C. Pada sistem ini, *input* yang digunakan adalah *output* dari sistem sebelumnya yaitu tembakau 123,41 kg/jam. Sedangkan jumlah uap air dapat diketahui melalui perhitungan berikut ini.

Diketahui:

- Volume air dalam *boiler* sebesar 2000 liter
- Waktu uap air dialirkan selama 45 menit

Perhitungan massa uap dalam 1 jam:

$$\frac{60 \text{ menit}}{45 \text{ menit}} \times 2000 \text{ liter} = 2666,67 \text{ liter}$$

$$\text{Volume uap} = \frac{80}{100} \times 2666,67 \text{ liter} = 2133,33 \text{ liter}$$

(Asumsi perusahaan: 80% uap masuk kedalam sistem *conditioning*, sedangkan 20% dianggap terbuang atau sebagai *mass loss*).

- Suhu (T) = 80°C
- P vapor = 47,37 kPa ; Volume vapor = 3,4083 m<sup>3</sup>/kg (Fritschen dan Gay, 1979:129)

Dengan diketahui volume vapor maka:

$$\frac{1}{\rho} = \text{specific volume saturated} = 3,4083 \text{ m}^3/\text{kg}$$

$$m = \rho \times V \text{ (} m = \text{massa uap; } V = \text{volume uap)}$$

$$m \text{ uap} = \frac{V}{\rho} = \frac{2.133,33 \times 10^{-3} \text{ m}^3}{3,4083 \text{ m}^3/\text{kg}} = 0,625 \text{ kg}$$

Dari perhitungan di atas *input* uap air pada sistem *conditioning* sebesar 0,625 kg.

Neraca massa pada sistem ini dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Neraca Massa Sistem *Conditioning*

| Komponen                 | Input (kg/jam) |                    | Output (kg/jam) |             |             |
|--------------------------|----------------|--------------------|-----------------|-------------|-------------|
|                          | Material Utama | Material Pendukung | Produk          | Limbah      |             |
|                          | <1>            | <2>                | <3>             | <4>         | <5>         |
| Tembakau kering          | 123,41         | -                  | -               | -           | -           |
| Tembakau siap rajang     | -              | -                  | 123,60          | 0,19        | -           |
| Tembakau rajangan        | -              | -                  | -               | -           | -           |
| Tembakau rajangan kering | -              | -                  | -               | -           | -           |
| Air                      | -              | -                  | -               | -           | -           |
| Uap Air                  | -              | 0,62               | -               | -           | 0,24        |
| Air Kondensat            | -              | -                  | -               | -           | -           |
| Debu Tembakau            | -              | -                  | -               | -           | -           |
| <b>Total</b>             | <b>123,41</b>  | <b>0,62</b>        | <b>123,60</b>   | <b>0,19</b> | <b>0,24</b> |
| <b>Grand Total</b>       | <b>124,03</b>  |                    | <b>124,03</b>   |             |             |

Pada Tabel 4.6 dapat dilihat *output* yang dihasilkan pada sistem *conditioning* yaitu tembakau siap rajang sebesar 123,60 kg/jam. Pada sistem ini, dihasilkan limbah berupa *mass loss* dari tembakau sebesar 0,19 kg/jam dan uap air sebesar 0,24 kg/jam.

#### c. Perajangan

Proses perajangan dilakukan agar tembakau berukuran lebih kecil dan halus sehingga memudahkan proses selanjutnya. *Input* pada proses perajangan yaitu berupa tembakau siap rajang sebesar 123,60 kg/jam. Sedangkan *output* yang dihasilkan dengan jumlah lebih kecil yaitu 99,05 kg/jam. Hal ini dikarenakan terdapat debu tembakau yang dihasilkan saat proses pemotongan serta gagang tembakau yang tidak ikut diolah yaitu

sebesar 19,75 kg/jam. Neraca massa pada sistem perajangan tembakau dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Neraca Massa Sistem Perajangan Tembakau

| Komponen                 | Input (kg/jam) |              | Output (kg/jam) |  |
|--------------------------|----------------|--------------|-----------------|--|
|                          | Material Utama | Produk       | Limbah          |  |
|                          | <1>            | <2>          | <3>             |  |
| Tembakau kering          | -              | -            | -               |  |
| Tembakau siap rajang     | 123,60         | -            | -               |  |
| Tembakau rajangan        | -              | 99,05        | -               |  |
| Tembakau rajangan kering | -              | -            | -               |  |
| Gagang Tembakau          | -              | -            | 19,75           |  |
| Air                      | -              | -            | -               |  |
| Uap Air                  | -              | -            | -               |  |
| Air Kondensat            | -              | -            | -               |  |
| Debu Tembakau            | -              | -            | 4,8             |  |
| <b>Total</b>             | <b>123,60</b>  | <b>99,05</b> | <b>24,55</b>    |  |
| <b>Grand Total</b>       | <b>123,60</b>  |              | <b>123,60</b>   |  |

d. Pengeringan

Proses pengeringan dilakukan untuk mengurangi kadar air tembakau agar sesuai dengan tembakau menggunakan mesin *dryer* yang dialiri uap dari *boiler* yang sama dengan yang digunakan pada proses *conditioning*. Neraca massa pada sistem pengeringan tembakau dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Neraca Massa Sistem Pengeringan Tembakau

| Komponen                 | Input (kg/jam) |                    | Output (kg/jam) |              |
|--------------------------|----------------|--------------------|-----------------|--------------|
|                          | Material Utama | Material Pendukung | Produk          | Limbah       |
|                          | <1>            | <2>                | <3>             | <4>          |
| Tembakau kering          | -              | -                  | -               | -            |
| Tembakau siap rajang     | -              | -                  | -               | -            |
| Tembakau rajangan        | 99,05          | -                  | -               | -            |
| Tembakau rajangan kering | -              | -                  | 85,83           | -            |
| Air                      | -              | -                  | -               | 10,64        |
| Uap Air                  | -              | 0,62               | -               | -            |
| Air Kondensat            | -              | -                  | -               | 0,62         |
| Debu Tembakau            | -              | -                  | -               | 2,58         |
| <b>Total</b>             | <b>99,05</b>   | <b>0,62</b>        | <b>85,83</b>    | <b>13,84</b> |
| <b>Grand Total</b>       | <b>99,67</b>   |                    | <b>99,67</b>    |              |

Berdasarkan Tabel 4.8 dapat dilihat bahwa *input* dalam sistem ini merupakan *output* dari sistem perajangan berupa tembakau rajangan sebesar 99,05 kg/jam dan uap yang dialirkan dari *boiler* sebesar 0,62 kg/jam. Sedangkan *output* dari sistem ini adalah tembakau jadi sebesar 85,83 kg/jam. Neraca massa keseluruhan pada proses pengolahan tembakau di *primary* tembakau dapat dilihat pada Gambar 4.4.

#### 4.2.2.3 Neraca Massa Proses *Blending*

Proses *blending* terdiri dari beberapa tahap yaitu proses pemberian saos *casing* dan *flavor* (aroma rasa) serta tahap pencampuran tembakau yang telah dicampur dengan saos dan aroma dengan cengkeh. *Input* pada tahap pemberian saos *casing* berupa tembakau jadi dari hasil akhir proses *primary* tembakau yaitu sebesar 85,83 kg/jam, saos *casing* sebesar 4,70 kg/jam dan air sebanyak 2,50 kg/jam. *Output* yang dihasilkan dari tahap pemberian saos *casing* yaitu tembakau *casing* sebesar 89,10 kg/jam yang digunakan sebagai *input* pada tahap selanjutnya yaitu pemberian aroma. *Flavor* (aroma rasa) yang digunakan sebesar 3,25 kg/jam. Selanjutnya hasil dari tahap ini yaitu tembakau *flavor* sebesar 91,67 kg/jam dicampur dengan cengkeh yang telah diolah pada proses *primary* cengkeh. Perbandingan komposisi yang digunakan antara tembakau dan cengkeh yaitu sebesar 70% dibanding dengan 30% sehingga cengkeh yang digunakan sebesar 36,75 kg/jam. Pencampuran dilakukan dengan menggunakan *blending silo*. *Output* pada sistem ini yaitu *finished blend tobacco* sebesar 123,08 kg/jam. Pada sistem ini terdapat *mass loss* sebesar 5,34 kg/jam yang terbuang selama proses pencampuran. Terdapat limbah cair yang dihasilkan pada sistem *blending* yaitu limbah campuran air dan saos *casing* sebesar 2,33 kg/jam dan limbah *flavor* sebesar 0,65 kg/jam. Neraca massa pada sistem *blending* yaitu tahap pemberian saos *casing* dapat dilihat pada Tabel 4.9, tahap pemberian *flavor* dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan tahap pencampuran dapat dilihat pada tabel 4.11. Sedangkan aliran *input* dan *output* material pada sistem ini ditunjukkan pada Gambar 4.5.

Tabel 4.9 Neraca Massa Tahap Pemberian Saos *Casing*

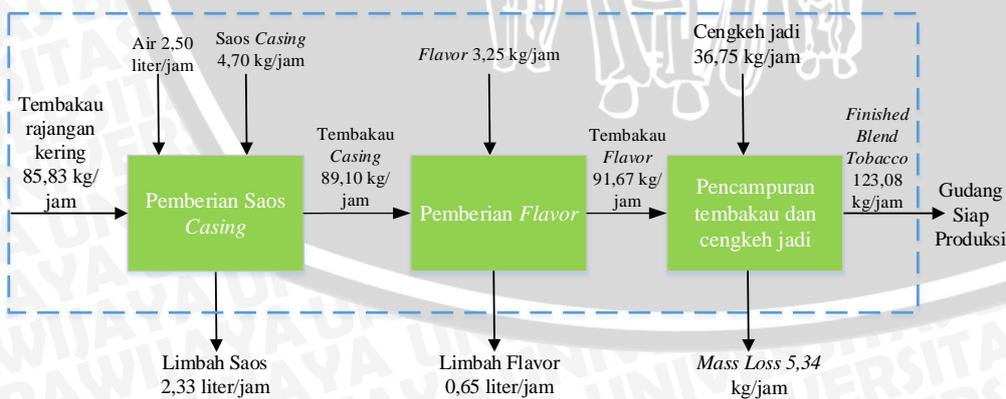
| Komponen                          | Input (kg/jam) |                    | Output (kg/jam) | Limbah (kg/jam) |             |
|-----------------------------------|----------------|--------------------|-----------------|-----------------|-------------|
|                                   | Material Utama | Material Pendukung | Produk          | Limbah          |             |
|                                   | <1>            | <2>                | <3>             | <4>             | <5>         |
| Tembakau Rajangan Kering          | 85,83          | -                  | -               | -               | -           |
| Tembakau <i>Casing</i>            | -              | -                  | 89,10           | 1,60            | -           |
| Tembakau <i>Flavor</i>            | -              | -                  | -               | -               | -           |
| Cengkeh                           | -              | -                  | -               | -               | -           |
| Air                               | -              | 2,50               | -               | -               | -           |
| Saos <i>Casing</i>                | -              | 4,70               | -               | -               | -           |
| Larutan <i>Flavor</i>             | -              | -                  | -               | -               | -           |
| Limbah Air dan Saos <i>Casing</i> | -              | -                  | -               | -               | 2,33        |
| <i>Finished Blend Tobacco</i>     | -              | -                  | -               | -               | -           |
| <b>Total</b>                      | <b>85,83</b>   | <b>7,20</b>        | <b>89,10</b>    | <b>1,60</b>     | <b>2,33</b> |
| <b>Grand Total</b>                | <b>93,03</b>   |                    | <b>93,03</b>    |                 |             |

Tabel 4.10 Neraca Massa Tahap Pemberian *Flavor*

| Komponen                      | Input (kg/jam) |                    | Output (kg/jam) | Limbah (kg/jam) |
|-------------------------------|----------------|--------------------|-----------------|-----------------|
|                               | Material Utama | Material Pendukung | Produk          | Limbah          |
|                               | <1>            | <2>                | <3>             | <4>             |
| Tembakau Rajangan Kering      | -              | -                  | -               | -               |
| Tembakau <i>Casing</i>        | 89,10          | -                  | -               | -               |
| Tembakau <i>Flavor</i>        | -              | -                  | 91,67           | -               |
| Cengkeh                       | -              | -                  | -               | -               |
| Air                           | -              | -                  | -               | -               |
| Saos <i>Casing</i>            | -              | -                  | -               | -               |
| Larutan <i>Flavor</i>         | -              | 3,25               | -               | -               |
| Limbah Larutan <i>Flavor</i>  | -              | -                  | -               | 0,65            |
| <i>Finished Blend Tobacco</i> | -              | -                  | -               | -               |
| <b>Total</b>                  | <b>89,10</b>   | <b>3,25</b>        | <b>91,67</b>    | <b>0,65</b>     |
| <b>Grand Total</b>            | <b>92,35</b>   |                    | <b>92,35</b>    |                 |

Tabel 4.11 Neraca Massa Tahap Pencampuran

| Komponen                      | Input (kg/jam) |                    | Output (kg/jam) | Limbah (kg/jam) |
|-------------------------------|----------------|--------------------|-----------------|-----------------|
|                               | Material Utama | Material Pendukung | Produk          | Limbah          |
|                               | <1>            | <2>                | <3>             | <4>             |
| Tembakau Rajangan Kering      | -              | -                  | -               | -               |
| Tembakau <i>Casing</i>        | -              | -                  | -               | -               |
| Tembakau <i>Flavor</i>        | 91,67          | -                  | -               | -               |
| Cengkeh                       | 36,75          | -                  | -               | -               |
| Air                           | -              | -                  | -               | -               |
| Saos <i>Casing</i>            | -              | -                  | -               | -               |
| Larutan <i>Flavor</i>         | -              | -                  | -               | -               |
| Limbah Larutan <i>Flavor</i>  | -              | -                  | -               | -               |
| <i>Finished Blend Tobacco</i> | -              | -                  | 123,08          | 5,34            |
| <b>Total</b>                  | <b>128,42</b>  | <b>-</b>           | <b>123,08</b>   | <b>5,34</b>     |
| <b>Grand Total</b>            | <b>128,42</b>  |                    | <b>128,42</b>   |                 |

Gambar 4.5 Neraca Massa Proses *Blending*



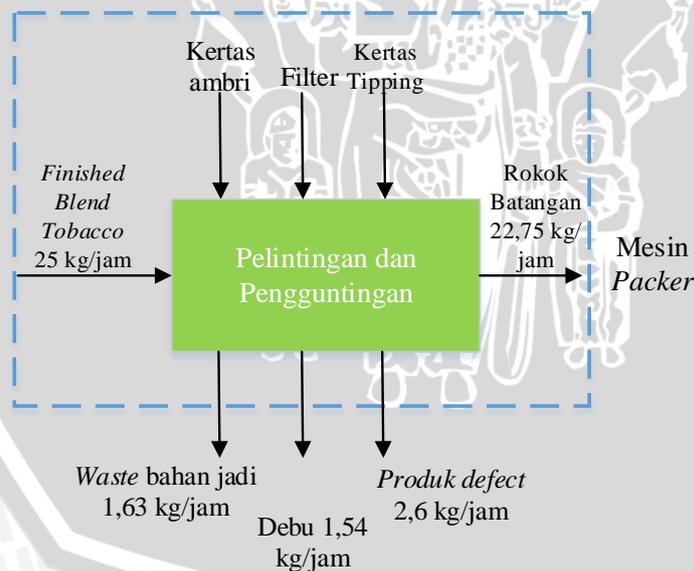
#### 4.2.2.4 Neraca Massa Proses Pelinting Rokok

*Secondary process* merupakan proses pelinting dan pengemasan bahan jadi (*finished blend tobacco*) dengan bahan-bahan pendukung. Dalam hal ini, perhitungan neraca massa dilakukan pada proses pelinting. *Input* pada sistem ini yaitu bahan jadi yaitu 600 kg *finished blend tobacco* per hari atau 25 kg/jam. Sistem ini menghasilkan *output* rokok sejumlah 22,75 kg/jam. Neraca massa pada sistem pelinting dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Neraca Massa Sistem Pelinting Rokok

| Komponen                          | Input (kg/jam) |                    | Output (kg/jam) |             |             |
|-----------------------------------|----------------|--------------------|-----------------|-------------|-------------|
|                                   | Material Utama | Material Pendukung | Produk          | Limbah      |             |
|                                   | <1>            | <2>                | <3>             | <4>         | <5>         |
| <i>Finished blend tobacco</i>     | 25             | -                  | -               | 1,63        | -           |
| Kertas Ambri, Filter, dan Tipping | -              | 3,52               | -               | -           | -           |
| Rokok batangan                    | -              | -                  | 22,75           | -           | -           |
| Rokok <i>Defect</i>               | -              | -                  | -               | 2,6         | -           |
| Debu                              | -              | -                  | -               | -           | 1,54        |
| <b>Total</b>                      | <b>25</b>      | <b>3,52</b>        | <b>22,75</b>    | <b>4,23</b> | <b>1,54</b> |
| <b>Grand Total</b>                | <b>28,52</b>   |                    | <b>28,52</b>    |             |             |

Berdasarkan Tabel 4.12 dapat dibuat bagan neraca massa yang menunjukkan aliran *input* dan *output* pada sistem pelinting yang ditunjukkan pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Neraca massa Proses Pelinting Rokok

### 4.3 Pengolahan Data

Pada bagian ini akan diuraikan mengenai pengolahan data yang dilakukan agar dapat mendapatkan penyelesaian dari permasalahan yang sedang diteliti. Pengolahan Data meliputi pengukuran produktivitas material untuk tiap tahapan proses untuk mengetahui

tingkat produktivitas perusahaan, identifikasi dan penyebab permasalahan, penentuan sasaran dan tujuan perusahaan, penyusunan serta pemilihan alternatif solusi.

#### 4.3.1 Perhitungan Produktivitas

Pengukuran produktivitas dilakukan agar dapat menunjukkan tingkat efektivitas dari pelaksanaan suatu proses. Efektivitas merupakan suatu ukuran yang memberikan gambaran seberapa jauh target dapat dicapai. Hal ini dapat dicapai melalui peningkatan *output* dan pemakaian *input* secara efisien. Perhitungan produktivitas dilakukan dengan menggunakan informasi jumlah *input* dan *output* pada neraca massa yang telah dihitung untuk tiap tahapan proses.

##### 4.3.1.1 Perhitungan Tingkat Produktivitas Berdasarkan Neraca Massa

Nilai produktivitas didapatkan dengan membagi jumlah *output* dengan *input*. Dalam hal ini, jumlah *input* dan *output* tiap proses didapatkan dari neraca massa yang telah dihitung sebelumnya. Jumlah *input* tiap proses produksi yang digunakan pada perhitungan produktivitas dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Jumlah *Input* Yang Digunakan

| No. | Proses                  | Sistem                               | Jenis Bahan Baku      | Jumlah <i>Input</i> (kg/jam) |
|-----|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| 1.  | <i>Primary</i> Cengkeh  | Perendaman                           | Cengkeh               | 275,21                       |
|     |                         |                                      | Air                   |                              |
|     |                         | Perajangan                           | Cengkeh               | 76,98                        |
|     |                         | Pengeringan                          | Cengkeh               | 72,97                        |
| 2.  | <i>Primary</i> Tembakau | Penimbangan dan Pencampuran Tembakau | Tembakau              | 123,41                       |
|     |                         |                                      | <i>Conditioning</i>   | Tembakau                     |
|     |                         | Perajangan                           | Tembakau              | 123,60                       |
|     |                         | Pengeringan                          | Tembakau              | 99,67                        |
| 3.  | <i>Primary I</i>        | <i>Blending</i>                      | Tembakau              | 128,42                       |
|     |                         |                                      | Saos & <i>Flavor</i>  |                              |
|     |                         |                                      | Cengkeh               |                              |
| 4.  | <i>Secondary</i>        | Pelintingan                          | <i>Finished Blend</i> | 28,52                        |
|     |                         |                                      | <i>Tobacco</i>        |                              |
|     |                         |                                      | Bahan pendukung       |                              |

Untuk jumlah *output* yang dihasilkan tiap proses produksi dapat ditunjukkan pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Jumlah *Output* Yang Dihasilkan

| No. | Proses                     | Sistem                               | Jumlah <i>Output</i> (kg/jam) |
|-----|----------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 1.  | <i>Primary</i><br>Cengkeh  | Perendaman                           | 76,98                         |
|     |                            | Perajangan                           | 72,35                         |
|     |                            | Pengeringan                          | 59,45                         |
| 2.  | <i>Primary</i><br>Tembakau | Penimbangan dan Pencampuran Tembakau | 123,41                        |
|     |                            | <i>Conditioning</i>                  | 123,60                        |
|     |                            | Perajangan                           | 99,05                         |
|     |                            | Pengeringan                          | 85,83                         |
| 3.  | <i>Primary I</i>           | <i>Blending</i>                      | 123,08                        |
| 4.  | <i>Secondary</i>           | Pelintingan                          | 22,75                         |

Tingkat produktivitas tiap proses dapat dihitung dengan membagi *output* dengan *input* sesuai dengan jumlah yang telah ditunjukkan pada Tabel 4.13 dan Tabel 4.14. Perhitungan untuk mengetahui tingkat produktivitas dapat dilihat pada contoh perhitungan produktivitas proses pengolahan cengkeh (*primary* cengkeh) berikut ini:

1. Sistem Perendaman

$$\text{Total Productivity} = \frac{\text{Total Output}}{\text{Total Input}} = \frac{76,98}{275,21} \times 100\% = 27,97\%$$

2. Sistem Perajangan

$$\text{Total Productivity} = \frac{\text{Total Output}}{\text{Total Input}} = \frac{72,35}{76,98} \times 100\% = 94,09\%$$

3. Sistem Pengeringan

$$\text{Total Productivity} = \frac{\text{Total Output}}{\text{Total Input}} = \frac{59,45}{72,97} \times 100\% = 81,47\%$$

Setelah mengetahui nilai produktivitas tiap prosesnya, selanjutnya dapat diketahui tingkat produktivitas pada masing-masing sistem yang dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Tingkat Produktivitas Untuk Setiap Aktivitas Produksi

| No. | Proses                     | Sistem                               | Tingkat Produktivitas | Urutan |
|-----|----------------------------|--------------------------------------|-----------------------|--------|
| 1.  | <i>Primary</i><br>Cengkeh  | Perendaman                           | 27,97%                | 9      |
|     |                            | Perajangan                           | 94,09%                | 4      |
|     |                            | Pengeringan                          | 81,47%                | 6      |
| 2.  | <i>Primary</i><br>Tembakau | Penimbangan dan Pencampuran Tembakau | 100%                  | 1      |
|     |                            | <i>Conditioning</i>                  | 99,65%                | 2      |
|     |                            | Perajangan                           | 80,13%                | 7      |
|     |                            | Pengeringan                          | 86,11%                | 5      |
| 3.  | <i>Primary I</i>           | <i>Blending</i>                      | 95,84 %               | 3      |
| 4.  | <i>Secondary</i>           | Pelintingan                          | 79,76%                | 8      |

Berdasarkan informasi pada Tabel 4.15 dapat dilihat bahwa hasil perhitungan tingkat produktivitas dengan basis sistem pada proses produksi rokok SKM sebagian besar berada di bawah 100%. Hanya satu sistem yang memiliki produktivitas sebesar 100% sebagai tingkat produktivitas tertinggi yaitu pada sistem penimbangan dan pencampuran tembakau. Hal ini dikarenakan tidak adanya *mass loss* maupun *waste* yang dihasilkan pada sistem ini. Urutan tingkat produktivitas selanjutnya memiliki nilai produktivitas di bawah 100%, yaitu sistem *conditioning* tembakau, *blending*, perajangan cengkeh, pengeringan cengkeh, pengeringan tembakau, perajangan tembakau, pelinting dan yang paling rendah yaitu perendaman cengkeh.

Nilai produktivitas yang tidak mencapai 100% disebabkan oleh adanya selisih massa antara *input* dan *output* selama produksi berlangsung. Selisih massa tersebut berupa *mass loss*, *water loss*, dan *waste* berupa produk gagal (*reject*) yang dihasilkan. Sistem yang memiliki nilai produktivitas terendah yaitu perendaman cengkeh yang hanya memiliki produktivitas sebesar 27,97%, proses pelinting 79,76% dan perajangan tembakau sebesar 80,13%. Ketiga sistem ini memerlukan suatu perbaikan agar menghasilkan nilai produktivitas yang optimal.

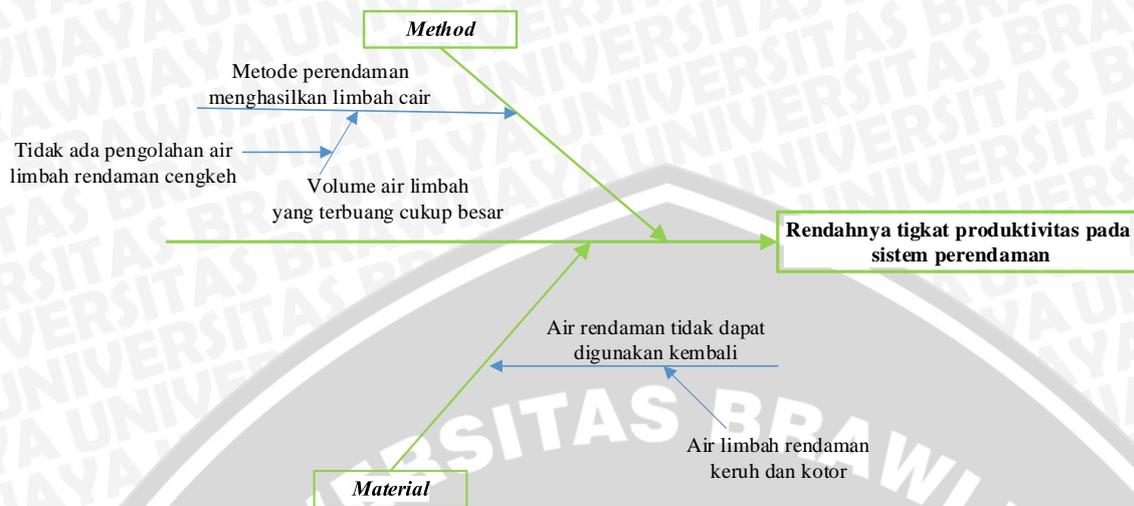
#### 4.3.2 Identifikasi Masalah Dan Penyebab

Setelah proses yang memiliki tingkat produktivitas kurang maksimal dan menghasilkan *mass loss* maka selanjutnya dilakukan identifikasi penyebab dari permasalahan tersebut. Identifikasi masalah dan penyebabnya merupakan salah satu langkah dalam tahap *Planning* metode GP. Pada penelitian ini, digunakan analisis sebab-akibat dengan diagram ishikawa (*cause-effect diagram*) dalam melakukan identifikasi. Diagram ishikawa sangat bermanfaat untuk mengilustrasikan secara jelas berbagai macam penyebab yang dapat mempengaruhi adanya limbah produksi yang menyebabkan produktivitas tidak optimal. Analisis dilakukan di tiap sistem yang memiliki nilai produktivitas terendah yaitu sistem perendaman cengkeh, perajangan tembakau dan pelinting rokok. Ketiga sistem ini membutuhkan perbaikan yang lebih baik dari sebelumnya.

##### 4.3.2.1 Diagram Ishikawa Sistem Perendaman Cengkeh

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan maka penyebab-penyebab dari permasalahan produktivitas pada sistem perendaman cengkeh dapat diketahui melalui

diagram sebab akibat pada Gambar 4.7. Faktor-faktor penyebab pada sistem perendaman cengkeh dilihat dari faktor material dan metode yang digunakan.



Gambar 4.7 Diagram Ishikawa Limbah Padat Sistem Perendaman Cengkeh

Diagram Ishikawa menunjukkan akar dari permasalahan produktivitas pada sistem perendaman cengkeh. Penjelasan mengenai akar penyebab permasalahan tersebut akan dideskripsikan sebagai berikut:

### 1. *Material*

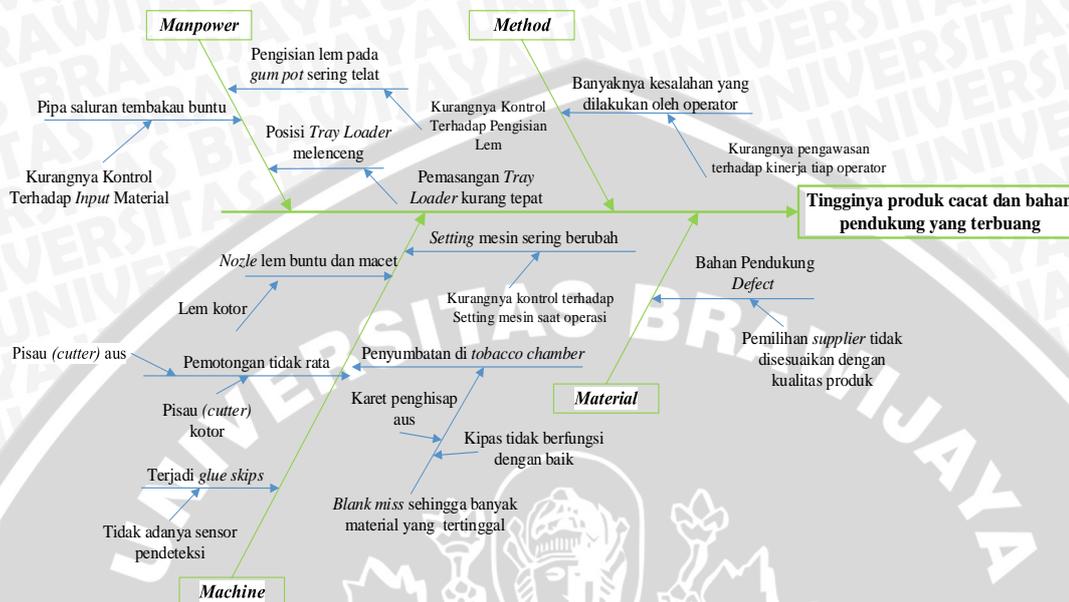
Perendaman yang dilakukan pada proses *primary* cengkeh dilakukan dalam waktu yang cukup lama yaitu kurang lebih selama 6 jam. Untuk itu air yang digunakan selama perendaman menjadi limbah tidak dapat untuk digunakan kembali dan langsung dibuang melalui saluran pembuangan dan langsung dialirkan ke sungai. Hal ini dikarenakan warna air yang keruh (cokelat) dan kotor sehingga tidak layak untuk digunakan kembali tanpa adanya pengolahan atau pemurnian terlebih dahulu.

### 2. *Method*

Tidak adanya ada pengolahan terhadap air limbah rendaman cengkeh dan langsung dibuang ke saluran air dikarenakan sampai saat ini perusahaan belum melakukan tindakan terkait dengan pemanfaatan limbah sebagai langkah dalam melakukan *green productivity* dimana produktivitas juga dapat dicapai dengan tetap memperhatikan isu lingkungan. Hal ini dapat diwujudkan salah satunya dengan melakukan penghematan sumber daya yang digunakan dalam proses produksi. Salah satu bentuk penghematan yaitu dengan melakukan pengolahan limbah cair agar dapat digunakan kembali.

#### 4.3.2.2 Diagram Ishikawa Sistem Pelinting Rokok

Dari pengamatan yang dilakukan dapat diketahui penyebab-penyebab yang mempengaruhi tingkat produktivitas sistem pelinting dapat diketahui melalui diagram sebab akibat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Diagram Ishikawa Limbah Padat Sistem Pelinting Rokok

Berdasarkan diagram Ishikawa dapat dilihat akar dari permasalahan adanya limbah padat berupa produk cacat serta terbuangnya bahan jadi dan bahan pendukung yang rusak dan tidak dapat digunakan kembali pada sistem pelinting rokok. Penjelasan mengenai akar penyebab permasalahan tersebut akan dideskripsikan sebagai berikut:

##### 1. *Manpower*

Operator yang bekerja pada proses pelinting memiliki beberapa tugas yaitu mengisi bahan jadi, bahan pendukung, lem, melakukan *setting* mesin serta memasang *tray loader* dan melakukan kontrol kualitas terhadap rokok yang dihasilkan mesin *maker*. Dalam menjalankan tugasnya operator sering melakukan kesalahan seperti pengisian bahan jadi dan lem yang sering telat sehingga menyebabkan pipa saluran tembakau buntu dan menyebabkan produk cacat. Hal ini disebabkan kurangnya pelatihan terhadap operator sehingga kurang memahami standar operasional prosedur (SOP) pada setiap kegiatan produksi salah satunya dalam menjalankan mesin *maker* pada proses pelinting. Selain itu, seringnya terjadi pergantian operator dalam aktivitas produksi menyebabkan kurangnya persiapan operator dalam melaksanakan pekerjaannya dikarenakan tiap proses produksi memiliki tingkat kesulitan tersendiri dan karakter tiap mesin yang digunakan berbeda.

## 2. *Material*

Bahan pendukung dalam pelinting rokok yaitu kertas ambri, kertas tipping dan filter dibeli dari *supplier*. Berdasarkan analisis diagram Ishikawa akar dari permasalahan tingginya produk cacat yang dihasilkan salah satunya karena kualitas bahan yang kurang baik. Selama ini, perusahaan menggunakan beberapa *supplier* untuk kertas ambri, kertas tipping dan filter. Sebagian besar pemilihan *supplier* dipertimbangkan dari harga yang murah. Untuk itu, dibutuhkan pembelian bahan pendukung dengan *supplier* yang sama dengan kualitas produk yang baik.

## 3. *Method*

Beberapa kesalahan yang dilakukan operator yang menyebabkan produk cacat disebabkan oleh kurangnya pengawasan terhadap kinerja tiap operator yang bertugas. Selama ini supervisor hanya melihat produksi saat persiapan dan akhir produksi untuk mendata produk yang dihasilkan. Untuk mengatasi hal tersebut dibutuhkan pengawas yang dapat memberikan pengawasan secara optimal yang dilakukan secara berkala tiap kali produksi. Selain itu metode perawatan mesin yang selama ini dilakukan hanya pada saat mesin rusak seharusnya dapat diperbaiki dengan melakukan perawatan mesin dan peralatan produksi secara rutin. Hal ini dapat dilakukan dengan memperhatikan umur penggunaan *sparepart* mesin dan efisiensi mesin.

## 4. *Machine*

Mesin merupakan akar masalah terbesar yang menyebabkan tingginya produk cacat yang dihasilkan. Dikarenakan mesin memiliki beberapa titik kritis yang harus diperhatikan selama mesin beroperasi. Kerusakan mesin menyebabkan performansi mesin tidak optimal sehingga menghasilkan produk cacat atau *reject* yang tidak sesuai standart perusahaan. Hal ini juga berkaitan dengan perawatan mesin yang tidak dilakukan secara rutin dan umur mesin yang sudah puluhan tahun digunakan. Beberapa penyebab terjadinya produk cacat dan terbuangnya bahan jadi dan bahan pendukung yaitu:

- a. *Nozzle* lem buntu dan macet akibat lem kotor.
- b. Pengaturan pada mesin sering berubah.
- c. Pisau pemotong (*cutter*) kotor sehingga pemotongan yang dihasilkan tidak rata.
- d. Teflon sering lepas sehingga menyebabkan elevator kotor.
- e. Karet penghisap (*vacuum/suction ped*) telah lama digunakan dan aus dan baling baling kipas (*vacuum fan*) sudah tidak berfungsi dengan baik sehingga



## 2. *Machine*

Ukuran daun yang masuk pada mesin perajangan mempengaruhi besarnya jumlah debu tembakau yang dihasilkan oleh mesin perajangan. Dengan ukuran tembakau yang terlalu kecil maka pada saat perajangan daun akan mudah hancur menjadi debu. Selain itu, kecepatan mesin yang digunakan saat operasi juga mempengaruhi jumlah debu yang dihasilkan. Semakin tinggi kecepatan mesin perajangan maka jumlah debu yang dihasilkan akan semakin banyak dikarenakan pisau pemotong dalam mesin melakukan pemotongan dengan cepat sehingga tembakau mudah hancur.

## 3. *Manpower*

Penyebab permasalahan dilihat dari faktor *manpower* atau pekerja produksi yaitu kurangnya kontrol terhadap kualitas material yang akan dimasukkan ke dalam mesin perajangan dimana kontrol hanya dilakukan pada awal proses *primary*. Selain itu pada mesin perajangan, operator hanya melakukan pengecekan terhadap kecepatan mesin hanya sekali pada saat awal pengoperasian, sehingga selama mesin beroperasi tidak ada kontrol terhadap kecepatan. Kecepatan mesin akan berpengaruh pada hasil dan kualitas pemotongan tembakau.

### 4.3.3 Penentuan Tujuan dan Target

Langkah kedua yang dilakukan dalam tahapan *Planning* metode GP yaitu *setting objective and targets* atau menentukan tujuan dan target yang ingin dicapai. Hal ini dilakukan berkaitan dengan adanya permasalahan produktivitas, sehingga perusahaan perlu menyusun tujuan dan target yang ingin dicapai dalam implementasi metode GP. Langkah ini penting dilakukan karena perencanaan alternatif solusi yang akan dilakukan pada tahap selanjutnya disusun berdasarkan tujuan dan target yang telah ditentukan. Tujuan dan target yang disusun berdasarkan hasil identifikasi dan penyebab permasalahan yaitu tingkat produktivitas yang rendah pada proses perendaman cengkeh, perajangan tembakau serta pelintingan rokok yang dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Tujuan dan Target

| Sistem              | Tujuan                                               | Target                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Perendaman Cengkeh  | Memanfaatkan limbah cair perendaman cengkeh          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengolah kembali limbah perendaman cengkeh.</li> <li>- Memanfaatkan limbah cair yang telah diolah.</li> <li>- Memanfaatkan kandungan yang ada pada limbah perendaman cengkeh.</li> </ul>                                |
|                     | Meminimasi jumlah air yang terbuang menjadi limbah.  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menggunakan metode pengganti dan memperhatikan debit air yang terbuang.</li> </ul>                                                                                                                                      |
| Pelintingan         | Mengurangi limbah padat proses pelintingan           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mengurangi produk cacat yang dihasilkan dan bahan yang terbuang.</li> <li>- Melakukan perawatan dan meningkatkan kemampuan mesin.</li> <li>- Menggunakan <i>supplier</i> dengan kualitas material yang baik.</li> </ul> |
| Perajangan Tembakau | Memanfaatkan limbah padat proses perajangan tembakau | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Memanfaatkan limbah gagang tembakau</li> <li>- Memanfaatkan limbah debu produksi</li> <li>- Mengurangi debu yang dihasilkan</li> </ul>                                                                                  |

#### 4.3.4 Perumusan Alternatif Solusi Perbaikan

Tahap selanjutnya dalam metode GP yaitu perumusan alternatif-alternatif solusi perbaikan untuk mengatasi masalah produktivitas PT. Ongkowidjojo. Alternati-alternati yang disusun merupakan hasil diskusi peneliti dan pihak perusahaan berdasarkan dengan analisa permasalahan dan identifikasi penyebab masalah yang disesuaikan dengan konsep 3 R (*Reduse, Reuse* dan *Recycle*) dan *Green Productivity* serta tujuan dan sasaran perusahaan. Berikut ini merupakan beberapa alternatif yang dirumuskan dalam mengatasi permasalahan produktivitas perusahaan.

##### 4.3.4.1 Alternatif Solusi Perbaikan Sistem Perendaman Cengkeh

Limbah cair yang dihasilkan berasal dari proses perendaman cengkeh sebesar 198,23 kg/jam. Untuk itu pada proses pengolahan cengkeh dibutuhkan pengurangan *water loss* dengan meminimalisir jumlah air yang terbuang dan memanfaatkan kembali dengan proses pengolahan terlebih dahulu. Dasar pengelolaan air limbah adalah minimisasi jumlah (debit) air limbah dan kualitas (kandungan pencemar) mulai dari sumbernya dan untuk lebih menerapkan pengelolaan akhir yang efektif dan efisien. Meskipun kandungan limbah air rendaman tidak terlalu berbahaya namun apabila dibiarkan tanpa ada penanganan dalam jangka waktu yang lama akan memberikan dampak pada lingkungan sekitar. Beberapa hal yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut, yaitu:

1. Pembuatan dan pengoperasian *waste water treatment* dalam bentuk Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang bertujuan untuk mengolah limbah rendaman cengkeh untuk menetralkan kandungan yang ada didalamnya. Kemudian hasil pengolahan limbah cair tersebut dapat digunakan kembali untuk perendaman berikutnya. Pengolahan air limbah dengan metode ini telah digunakan pada salah satu perusahaan rokok besar di Indonesia. Pengolahan limbah rendaman cengkeh yang dilakukan merupakan kombinasi pengolahan secara fisika, kimia dan biologi (Punmia dan Jain, 1996:6).

Pengolahan air limbah dilakukan dengan pengadaan alat penetralisir kandungan limbah yaitu *biofilter*. Cara kerja dari alat ini mengkombinasi pengolahan limbah cair secara fisika, kimia dan biologi.

a. Pengolahan Fisika:

Merupakan proses awal pengolahan air limbah yang bertujuan untuk mengurangi beban pada pengolahan biologis, pengolahan secara fisik meliputi proses penyaringan (*screening*) partikel bahan padat/ partikulat yang terkandung dalam air limbah. Selanjutnya dilakukan pengolahan secara kimia dengan proses pengendapan awal dan pengaturan pH.

b. Pengolahan Biologis:

Merupakan pengolahan yang dilakukan dengan aktivitas biologis seperti pengolahan secara aerob dan anaerob. Pengolahan secara biologis adalah inti dari proses pengolahan air limbah untuk mengurai kandungan organik menggunakan mikroba yang butuh oksigen. Mikroba tersebut dapat menguraikan kandungan organik dalam air limbah sehingga kadar pencemar dalam air limbah menjadi menurun.

c. Pengolahan Kimia:

Pengolahan air limbah secara kimia dilakukan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (koloid) dengan menambahkan bahan kimia tertentu. Cairan penetral yang ditambahkan adalah  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  yang bersifat basa sehingga cairan yang asam mendapatkan pH yang mendekati netral. Selain itu, pada akhir pengolahan terdapat tahap klorinasi yaitu penambahan klorine ( $\text{Cl}_2$ ) berbentuk tablet untuk mematikan patogen (Said, 2006:3). Selain untuk menetralkan kandungan yang ada pada limbah rendaman cengkeh, pengolahan secara kimia digunakan untuk memisahkan padatan yang tidak terlarut, mengurangi konsentrasi minyak dan lemak, meningkatkan efisiensi instalasi flotasi dan filtrasi,

serta mengoksidasi warna dari limbah cair rendaman cengkeh. Dalam penolakan air limbah, pH limbah diatur antara 6,0 – 9,5 dikarenakan di luar kisaran tersebut maka air akan bersifat racun.

Rancangan secara teknis pada alternatif ini berdasarkan beberapa penelitian mengenai pembuatan IPAL dengan sistem *biofilter* yang dilakukan oleh Dinda Khusna Mufida (2015), penelitian oleh Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (Said, N. I.; Indriatmoko, H.; Raharjo, N.; Herlambang, A., 2006) dan literatur buku (MetCalf & Eddy, 2003) yang disesuaikan dengan kebutuhan perusahaan. *Biofilter* yang dirancang memiliki 3 bak dengan fungsi berbeda yaitu, bak kontrol untuk pengendapan, bak pengurai anaerob yang terbagi lagi menjadi tiga ruangan yaitu pengurai awal, *biofilter* anareob dan ruang stabilitasi, serta bak unit pengolahan lanjut yang terdiri dari beberapa buah ruangan yang berisi media untuk pembiakan mikro-organisme yang akan menguraikan senyawa polutan yang ada di dalam air limbah. Setelah melalui unit pengolahan lanjut, air hasil olahan dialirkan ke bak khlorinasi. Di dalam bak khlorinasi air limbah dikontakkan dengan khlor tablet agar seluruh mikroorganisme patogen dapat dimatikan. Dari bak khlorinasi air limbah selanjutnya dapat dialirkan ke pipa untuk kemudian dimanfaatkan kembali. Media yang digunakan untuk *biofilter* adalah media berbahan *polyvinil chlorida* (PVC). Berikut merupakan dimensi ukuran rancangan *biofilter* yang dapat dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Dimensi Rancangan *Biofilter*

| No. | Unit                       | Dimensi |       |       |
|-----|----------------------------|---------|-------|-------|
|     |                            | P (m)   | L (m) | D (m) |
| 1.  | Bak Kontrol                | 1       | 1     | 1,5   |
| 2.  | Bak Pengurai Anaerob       | 1       | 1,5   | 1,8   |
| 3.  | Bak Unit Pengolahan Lanjut | 2       | 1     | 1,8   |
| 4.  | Bak Khlorinasi             | 0,6     | 0,6   | 1,5   |

Keterangan: P=panjang, L=lebar, D=dalam

Pembangunan *Biofilter* akan memanfaatkan area belakang perusahaan yang tidak terpakai. Sebelumnya area ini merupakan tempat pengeringan cengkeh setelah direndam dikarenakan pengeringan cengkeh sudah menggunakan mesin maka area tersebut tidak digunakan lagi. Desain *Biofilter* yang dirancang dapat dilihat pada Lampiran 2.

2. Menggunakan mesin *Admoist* dalam melembabkan cengkeh dan menambahkan alat penyulingan dengan sistem *water and steam distillation* sehingga cengkeh dapat dilembabkan dengan menggunakan konsumsi air yang tidak terlalu banyak dan dapat menghasilkan minyak cengkeh. Berikut merupakan penjelasan dari mesin *Admoist* dan

alat penyulingan minyak cengkeh yang menjadi alternatif solusi pada sistem perendaman cengkeh.

a. Mesin *Admoist*

Penggunaan mesin *Admoist* telah dilakukan oleh sebagian besar perusahaan rokok di Indonesia dikarenakan lebih menghemat dalam penggunaan air dibandingkan dengan menggunakan proses perendaman. Untuk itu perusahaan mengusulkan penggunaan mesin ini dalam alternatif solusi penyelesaian limbah cair rendaman cengkeh. Mesin ini terdiri dari bak/*trough* dan terdapat dua alat *spray* yaitu *rotor spray pipe* dan *atomized water spray*. Cara kerja mesin *admoist* kurang lebih sama dengan mesin DCCC (*Direct Conditioning and Conditioning Cylinder*) yang digunakan pada proses pengolahan tembakau. Uap dengan tekanan rendah dari proses kondensasi yang dialirkan dari *boiler* disemprotkan melalui pipa dan disemprotkan dari rotor yang berputar di bagian tengah (*rotor spray pipe*). Selain itu, terdapat *atomized water spray* sepanjang bak pada mesin *Admoist* yang akan menyemprotkan *atomized water* secara langsung dari bagian atas. Teknik dari mesin *Admoist* memungkinkan meningkatkan kelembaban cengkeh dari 11% menjadi 50%. Penyerapan maksimal pada cengkeh dan tingkat kelembaban tersebut dapat dicapai karena kombinasi dari *rotor spray pipe* dan *atomized water spray* yang disemprotkan dari atas.

b. Alat Penyulingan Minyak

Bunga cengkeh merupakan bagian tanaman cengkeh yang digunakan sebagai salah satu bahan utama pada produksi rokok. Kadar minyak cengkeh tertinggi terdapat pada bunga cengkeh yaitu sebesar 20% dan yang mengandung senyawa eugenol ( $C_{10}H_{12}O_2$ ) sebesar 70-93%. Eugenol yang terdapat dalam minyak cengkeh merupakan bahan baku yang banyak dipakai dalam industri kesehatan gigi (obat kumur, pasta dan formulasi bahan penambal gigi (Badan Litbang Pertanian, 2005:6). Selain itu, senyawa Eugenol bermanfaat dalam bidang pertanian. Salah satu penelitian yang dilakukan oleh Rita Noveriza dan Mesak Tombe (2000) yang dilakukan secara *in vitro* di laboratorium Hama dan Penyakit Balitro, Bogor yang dilakukan dari bulan Juli sampai September tahun 2000 telah membuktikan bahwa senyawa eugenol dapat menghambat pertumbuhan jamur dan hama serta bersifat toksik terhadap patogen. Dikarenakan beberapa keunggulan dan manfaat dari minyak cengkeh tersebut serta harga jual yang tinggi, penjualan minyak cengkeh sangat prospektif untuk menambah *profit* perusahaan.

Penyulingan minyak cengkeh dilakukan dengan sistem *direct steam distillation*. Rancangan alternatif penyulingan ini berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Pertanian (Agus Supriatna S. & Sumangat D., 2004) dan Deperindag Provinsi Sulawesi Utara (Niko Rambitan & Nurdjannah, 2004) yang tertulis dalam Buletin TRO Volume 15 No. 1. Dengan sistem ini, uap yang keluar dari proses pelunakan cengkeh dihubungkan dengan kondensor dan kemudian uap diendapkan menjadi fase cair/destilat atau yang diebut cairan kondensat. Selanjutnya, cairan kondensat yang berisi campuran minyak dan air dipisahkan dengan separator. Beberapa alat yang dibutuhkan yaitu *condensor*, *separator* (pemisah minyak) dan *receiver tank* (tangki penampung). *Condensor* atau pendingin berfungsi untuk kondensasi (mengkembungkan) uap yang keluar. Prinsip kerja dari alat ini adalah merubah fase uap menjadi fase cair karena pertukaran kalor pada pipa pendingin. Kondensor untuk skala produksi berbahan *stainless* dalam bentuk pipa spiral agar kontak dengan air pendingin lebih lama dan area perpindahan kalor juga lebih panjang. Separator berupa tangki dengan beberapa pipa-pipa pemisah sedangkan *receiver tank* digunakan untuk menampung hasil penyulingan minyak bunga cengkeh. Spesifikasi dari beberapa alat yang dibutuhkan dalam proses penyulingan minyak cengkeh dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Spesifikasi Alat dan Perlengkapan Penyulingan Minyak Cengkeh

| Nama Alat                             | Fungsi                                                                                               | Spesifikasi                                                                                            |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Condensor</i>                      | Mengubah fase uap menjadi fase cair ( <i>Condensation process</i> )                                  | Berupa pipa stainless ( <i>Stainless pipe</i> )                                                        |
| Separator                             | Memisahkan air dan minyak yang dihasilkan. Perbedaan berat jenis menyebabkan minyak dan air terpisah | Tangki dari tembaga dilapisi aluminium dilengkapi dengan pipa-pipa pemisah. Ukuran: 0,5 x 0,5 x 0,8 m. |
| <i>Receiver tank</i>                  | Menampung minyak bunga cengkeh yang dihasilkan                                                       | Tangki tembaga dilapisi aluminium<br>Ukuran: 0,5 x 0,5 x 0,8 m                                         |
| <i>Dehidrator</i>                     | Menjernihkan dan memurnikan minyak                                                                   | Silinder dengan diameter 0,5 m dan tinggi 1 meter.                                                     |
| Peralatan <i>Quality Control (QC)</i> | Menguji atau melakukan analisis terhadap mutu minyak                                                 | Peralatan uji laboratorium : gelas ukur, pipet, pengaduk kaca, dll                                     |

Alternatif solusi atau *GP option* untuk mengatasi permasalahan produktivitas pada sistem perendaman cengkeh ditunjukkan pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 GP Option untuk Pengolahan Limbah Perendaman Cengkeh

| Tujuan                                              | Program                | Tindakan                                                                                                                 | Penanggung Jawab                           |
|-----------------------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Memanfaatkan limbah cair perendaman cengkeh         | <i>Recycle</i>         | Mengolah limbah rendaman cengkeh untuk mentralisasi kandungan yang ada didalamnya agar kemudian dapat digunakan kembali. | 1. Manajer Produksi<br>2. Manajer Keuangan |
| Meminimasi jumlah air yang terbuang menjadi limbah. | <i>Reduce/ Recycle</i> | Menggunakan mesin <i>Admoist</i> sebagai pengganti perendaman dan menambahkan alat penyulingan minyak cengkeh            | 1. Manajer Produksi<br>2. Manajer Keuangan |

#### 4.3.4.2 Alternatif Solusi Perbaikan Sistem Pelintingan Rokok

Selanjutnya, produk rokok batangan yang tidak sesuai dengan standar seperti ukuran, berat dan standar pelintingan lainnya tidak dapat lolos ke dalam proses selanjutnya. Kedua hal tersebut sebagian besar disebabkan oleh performansi mesin yang tidak optimal. Pada proses pelintingan dihasilkan 4,23 kg/jam limbah yang dihasilkan yaitu berupa *finished blend tobacco* dan bahan pendukung serta produk cacat. Dalam sehari lebih dari 100 kg limbah padat tersebut dihasilkan tiap kali produksi. Berdasarkan diagram sebab-akibat pada Gambar 4.10, penyebab produk cacat yang dihasilkan pada proses pelintingan dapat dikelompokkan berdasarkan kesalahan operator dan kesalahan pada mesin serta material yang dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Penyebab *Mass Loss* Proses Pelintingan Rokok

| Operator                                                                                                                                                                   | Mesin                                                                                                                                                                                                                                                          | Material                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) Kurangnya pelatihan dan perawatan terhadap pengoperasian mesin <i>maker</i> serta operator sering tidak paham terhadap kerusakan mesin yang mengakibatkan produk cacat. | 1) <i>Nozzle</i> lem buntu dan macet akibat lem kotor.<br>2) Pengaturan pada mesin sering berubah.<br>3) Pisau pemotong ( <i>cutter</i> ) kotor sehingga pemotongan yang dihasilkan tidak rata.<br>4) Teflon sering lepas sehingga menyebabkan elevator kotor. | 1) Kualitas bahan pendukung (Kertas ambri, kertas tipping, dan filter) yang kurang baik. |
| 2) Pengisian tembakau oleh operator sering telat.                                                                                                                          | 5) Karet penghisap ( <i>vacuum/suction ped</i> ) telah lama digunakan dan aus sehingga menyebabkan <i>blank miss</i> .                                                                                                                                         |                                                                                          |
| 3) Pemasangan <i>tray loader</i> sering melenceng.                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                          |
| 4) Pengisian lem pada <i>gum pot</i> sering telat.                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                          |

Berdasarkan penyebab-penyebab yang telah diketahui tersebut, maka beberapa alternatif yang dapat diberikan untuk meminimalisir produk cacat dan terbuangnya material *input* pada proses pelintingan, yaitu:

- 1) Melakukan pembersihan, pemberian pelumas dan pengecekan terhadap letak pisau pemotong setiap dilakukan *input* material atau pengisian tembakau.
- 2) Mengganti pisau pemotong pada mesin *maker* agar pemotongan yang dihasilkan pada tiap rokok batang yang dihasilkan rata dan memiliki ukuran yang sama (presisi).
- 3) Mengganti karet penghisap (*vacuum/suction ped*) pada mesin *maker* agar tidak terjadi *blank miss* sehingga *finished blend tobacco* dapat terhisap dengan optimal dan tidak meninggalkan sisa bahan jadi tersebut di mesin karena tidak terhisap dengan sempurna.
- 4) Menggunakan alat sensor untuk mendeteksi adanya *glue skips* yang menyebabkan produk rokok cacat dan bahan yang terbuang selama mesin beroperasi.
- 5) Memilih dan menggunakan *supplier* bahan pendukung yang memiliki kualitas produk yang baik sehingga produk yang dihasilkan juga berkualitas baik.

Alternatif solusi atau *GP option* untuk mengatasi permasalahan produktivitas pada sistem pelintingan rokok ditunjukkan pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 *GP Option* untuk Pengolahan Limbah Sistem Pelintingan Rokok

| Tujuan                                                     | Program                   | Tindakan                                                                                                                                                                               | Penanggung Jawab                                                |
|------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Meminimalisir terjadinya produk cacat                      | <i>Modification</i>       | Mengganti karet penghisap ( <i>vacuum/suction ped</i> ) dan mengganti pisau pemotong pada mesin <i>maker</i> serta menggunakan alat sensor untuk mendeteksi adanya <i>glue skips</i> . | 1. Manajer Produksi<br>2. Manajer Teknik<br>3. Manajer Keuangan |
| Meminimalisir produk gagal akibat kualitas bahan pendukung | Mengganti <i>Supplier</i> | Menggunakan <i>supplier</i> dengan kualitas yang baik dan menggunakan <i>supplier</i> yang sama untuk tiap kali produksi.                                                              | 1. Manajer Produksi<br>2. Manajer Keuangan                      |

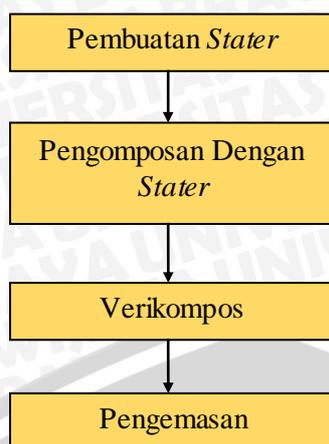
#### 4.3.4.3 Alternatif Solusi Perbaikan Sistem Perajangan Tembakau

Berdasarkan neraca massa, limbah padat yang dihasilkan dari kegiatan produksi khususnya pada sistem perajangan tembakau adalah gagang tembakau dan debu. Gagang tembakau dipisahkan melalui mesin *threshing* sedangkan debu merupakan sisa-sisa dari proses perajangan berupa partikel daun tembakau yang berukuran sangat kecil sehingga tidak ikut

ke proses selanjutnya. Jumlah debu terbesar dihasilkan dari sistem perajangan tembakau. Adanya debu juga memberikan dampak pada kualitas produk dan kesehatan pekerja. Dalam meminimalisir *mass loss* yang terjadi, maka beberapa alternatif solusi yang dapat diberikan yaitu:

1. Gagang tembakau yang dihasilkan sebesar 19,75 kg/jam dan tidak digunakan dalam proses selanjutnya dapat dijual agar lebih bermanfaat. Dengan kuantitas debu yang cukup besar yaitu 4,8 kg/jam maka solusi yang dapat diberikan yaitu dengan mengurangi jumlah debu yang dihasilkan dan mengolah debu tembakau atau yang biasa disebut jengkok untuk dimanfaatkan kembali. Untuk mengurangi debu tembakau, alternatif yang dapat dilakukan yaitu dengan penggunaan *Sieve Complex*. Alat ini digunakan untuk memisahkan partikel-partikel kecil tembakau yang berukuran kurang dari  $\frac{1}{4}$ ". Partikel-partikel kecil yang dipisahkan untuk mengurangi pembentukan debu di *cutter* pada proses perajangan dikarenakan ukurannya terlalu kecil sehingga dapat mengurangi limbah debu yang dihasilkan. Debu tembakau (jengkok) yang dihasilkan bisa dimanfaatkan sebagai pupuk organik. Untuk memanfaatkan debu tembakau sebagai pupuk organik diperlukan suatu proses pengolahan.

Alternatif ini disusun berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Abu Talkah pada tahun 2008, dimana dengan menggunakan Fermenter MoMixA mampu memfermentasi jengkok tembakau menjadi pupuk organik. Fermenter MomixA ialah pengurai bahan organik yang mengandung bermacam macam mikroorganisme (Mix), didominasi oleh Mikroorganisme *Bacillus* sp. MoMixA semula diformulasi untuk membantu penyelesaian persoalan limbah Jengkok tembakau oleh salah satu pabrik rokok ternama di Indonesia, yang memanfaatkan debu tembakau yang menumpuk di gudang selama ber tahun-tahun dengan cara penggunaan 1 Liter MomixA dilarutkan ke dalam 100 Liter air atau 10 cc/Lt air dicampurkan merata dengan bahan organik dan kemudian difermentasi selama 10 hari. Penelitian tersebut membuktikan bahwa jengkok tembakau ternyata dapat digunakan sebagai pupuk organik. Terdapat beberapa langkah dalam pemanfaatan limbah jengkok tembakau sebagai pupuk organik berdasarkan penelitian tersebut.



Gambar 4.10 Bagan Proses Pengolahan Pupuk Organik

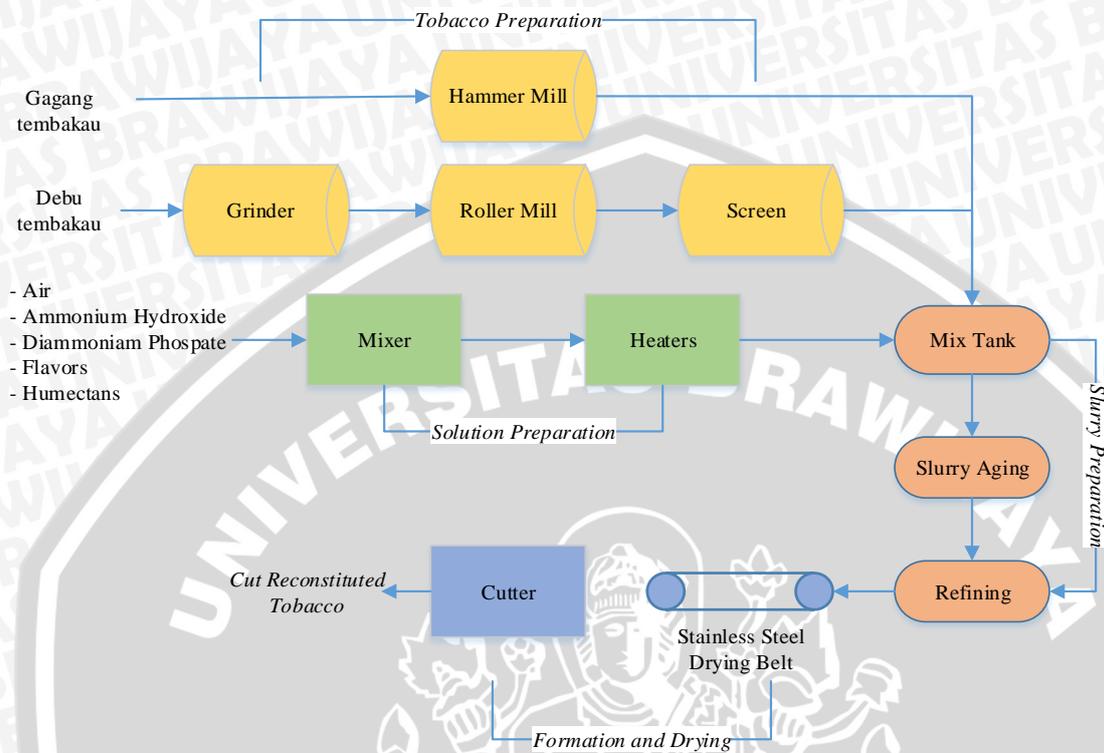
Bagan proses pengolahan pupuk pada Gambar 4.10 menggambarkan tahap-tahap yang harus dilakukan dalam melakukan pengolahan debu tembakau menjadi pupuk organik.

Berikut merupakan penjelasan dari tiap tahapan tersebut.

- Proses Pembuatan *Stater*  
Merupakan proses pelarutan/pengenceran MoMixA dengan komposisi 0,1 Lt MoMixA diencerkan ke dalam 10 Liter Air dan diaduk hingga homogen.
- Proses Pengomposan Dengan *Stater*  
Pengomposan dilakukan dengan mencampur limbah debu tembakau dengan stater dengan komposisi, tiap 10 kg limbah ditambahkan 1 liter *stater* dan diaduk hingga remah (campuran bila digenggam dan genggamannya dilepas campuran tetap utuh tetapi apabila disentuh campuran jadi hancur). Kemudian campuran tersebut didiamkan/difermentasi hingga 10 hari.
- Proses Vermikompos  
*Vericomposting* dilakukan dengan menggunakan media cacing tanah selama dua hari, Kemudian, cacing dipisahkan dari pupuk.
- Pengemasan  
Pupuk yang dihasilkan kemudian dikemas dan siap untuk dijual.

2. Debu dan gagang tembakau yang dihasilkan pada proses perajangan dapat dimanfaatkan kembali sebagai campuran material rokok yang diproduksi dengan melakukan pengolahan terlebih dahulu. Dengan menggunakan hasil pengolahan ini sebagai campuran bahan tembakau maka dapat menghemat *input* dalam penggunaan material. Efisiensi penggunaan sumber daya akan menghemat biaya produksi sehingga akan menguntungkan perusahaan. Selain itu komposisi kimia yang terkandung dapat diatur, sehingga meningkatkan kualitas rokok dan menurunkan tingkat tar. Alternatif

ini disusun berdasarkan pengolahan debu dan gagang tembakau yang telah diterapkan oleh salah satu perusahaan rokok terbesar di Amerika. Bagan dari pengolahan debu tembakau dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11 Bagan Proses Pengolahan Gagang dan Debu Tembakau

Gambar 4.11 menggambarkan alur proses dari pengolahan debu tembakau, penjelasan dari bagan tersebut akan dideskripsikan sebagai berikut:

a. *Preparation*

Debu tembakau yang telah dikumpulkan diproses pada mesin *roller mill* agar menghasilkan debu dengan ukuran partikel yang sangat halus dan selanjutnya dengan debu disaring menggunakan *screen* agar kotoran dan bahan yang tidak dikehendaki lainnya ikut dalam proses selanjutnya.

b. *Solution Preparation*

Pada tahap ini, mesin *mixer* digunakan untuk mencampurkan beberapa bahan kimia dan air. Beberapa bahan kimia tersebut adalah amonium hidroksida, diammonium fosfat (DAP), *flavor* (aroma), humektan, dan zat pengawet. Masing-masing dari bahan kimia tersebut memiliki fungsi yaitu:

- o Amonium hidroksida dan diammonium fosfat (DAP) dengan rumus kimia  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  digunakan untuk mengkonversi pektin dalam tembakau ke bentuk larut air sehingga dan berfungsi sebagai pengikat.

- *Flavors* ditambahkan untuk memberikan rasa dan aroma yang sesuai dengan komposisi yang digunakan pada proses *blending*.
- Humectants dan pengawet yang ditambahkan untuk memberikan stabilitas kelembaban dan mencegah jamur selama penyimpanan.

c. *Slurry Preparation*

Campuran yang dihasilkan oleh mesin *mixer* dikombinasikan dengan debu untuk menghasilkan bubur tembakau (*slurry*). Selanjutnya proses *aging* dimana Amonium hidroksida dan DAP bereaksi dengan calcium pectate. Setelah proses *aging* selesai selanjutnya dilakukan penyulingan atau proses *refining* untuk menyebarkan pectin dalam bubur (*slurry*).

d. *Formation and Drying*

Bubur tembakau yang dihasilkan sebelumnya selanjutnya dikeringkan dengan *stainless steel drying belt* yang akan menghasilkan lembaran tembakau *reconstituted*. Selama pengeringan terjadi reaksi dimana ammonium mengkonversi pektin dalam tembakau kembali ke keadaan tidak larut air. Selanjutnya, proses pemotongan dengan mesin *cutter*. Hasil dari proses ini adalah berupa lembaran-lembaran berukuran kecil yang menyerupai daun tembakau atau yang disebut *reconstituted tobacco sheets*.

Alternatif solusi atau *GP option* untuk mengatasi permasalahan produktivitas pada sistem perajangan tembakau ditunjukkan pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 *GP Option* untuk Pengolahan Limbah Perajangan Tembakau

| Tujuan                                                                                 | Program               | Tindakan                                                                                                                                                  | Penanggung Jawab                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Memanfaatkan limbah gagang tembakau, mengurangi dan memanfaatkan jumlah debu tembakau. | <i>Reuse</i>          | 1. Menjual gagang tembakau<br>2. Menggunakan alat tambahan sebelum tembakau masuk ke mesin perajangan<br>3. Mengolah debu tembakau menjadi pupuk organik. | 1. Manajer Produksi<br>2. Manajer Keuangan |
| Memanfaatkan debu tembakau.                                                            | <i>Reuse/ Recycle</i> | Mengolah gagang dan debu tembakau menjadi bahan campuran rokok.                                                                                           | 1. Manajer Produksi<br>2. Manajer Teknik   |

#### 4.3.5 Pemilihan Alternatif Solusi

Beberapa alternatif solusi yang telah disusun berdasarkan identifikasi permasalahan dan disesuaikan dengan tujuan dan target perusahaan dalam mengatasi produktivitas, maka selanjutnya dilakukan pemilihan solusi terbaik dari beberapa alternatif tersebut. Pada

penelitian ini dilakukan beberapa metode analisis, yang pertama yaitu analisis berdasarkan nilai investasi yang harus dikeluarkan perusahaan dalam merealisasikan alternatif solusi, selanjutnya dilakukan *Feasibility Analysis Matrix* yang bertujuan mengevaluasi bagaimana setiap pilihan akan memberikan hasil yang diinginkan dan memenuhi kebutuhan perusahaan. Untuk mendukung hasil penelitian, maka dilakukan pemilihan alternatif berdasarkan keuntungan secara finansial yang akan didapatkan perusahaan. Analisa profitabilitas ini menggunakan metode *Benefit Cost Ratio*.

#### 4.3.5.1 Pemilihan Alternatif Berdasarkan Nilai Investasi

Alternatif solusi yang telah disusun sebelumnya kemudian akan dipilih melalui beberapa metode. Yang pertama yaitu pemilihan dilakukan berdasarkan nilai investasi yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dalam merealisasikan alternatif solusi. Nilai investasi didapatkan dari biaya-biaya yang dibutuhkan dalam pembangunan, pengadaan mesin, alat dan biaya lainnya yang mendukung pelaksanaan alternatif. Pemilihan dengan metode ini dilakukan berdasarkan nilai investasi yang paling rendah dan disesuaikan dengan kemampuan perusahaan.

##### 4.3.5.1.1 Biaya Investasi Awal Alternatif Solusi Sistem Perendaman Cengkeh

Pada sistem perendaman cengkeh terdapat dua alternatif solusi yang telah disusun. Berikut merupakan perhitungan nilai investasi yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dalam merealisasikan alternatif solusi.

###### 1. Alternatif 1

Untuk mengatasi permasalahan produktivitas pada perendaman cengkeh, alternatif pertama yang disusun yaitu menggunakan *Biofilter* untuk mengolah dan menralisasi kandungan limbah rendaman cengkeh. Biaya pembangunan *biofilter* sebesar Rp. 50.457.000,00 dan ditambahkan 10% untuk biaya tak terduga (Zakaria, 2005:10). Sehingga biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan apabila alternatif 1 dilakukan yaitu sebesar Rp. 55.502.700,00. Rincian biaya-biaya kebutuhan untuk merelasisasikan alternatif ini dapat dilihat pada Lampiran 3.

###### 2. Alternatif 2

Alternatif solusi selanjutnya yang dirancang yaitu mengganti proses perendaman dengan menggunakan mesin *Admoist* untuk pelunakan cengkeh dan menambahkan alat penyulingan untuk menghasilkan minyak cengkeh. Biaya investasi dalam pengadaan mesin

dan alat penyulingan yaitu sebesar Rp. 190.500.000,00. Rincian biaya-biaya kebutuhan untuk merelisasasikan alternatif kedua pada sistem perendaman cengkeh cengkeh ini ditunjukkan pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23 Rincian Biaya Investasi Alternatif 2 Sistem Perendaman Cengkeh

| No           | Uraian Kebutuhan                                                                 | Satuan/ Unit | Harga          |                | Jumlah                |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|----------------|-----------------------|
|              |                                                                                  |              | Satuan         | Jumlah         |                       |
| I            | Pembelian Mesin <i>Admoist</i>                                                   | 1 Unit       | 125.000.000,00 | 125.000.000,00 | 175.000.000,00        |
| II           | Pengadaan Alat Penyulingan                                                       |              |                |                |                       |
| 1.           | <i>Condensor</i> Pipa Spiral berbahan <i>stainless</i> ( <i>Stainless pipe</i> ) | 1 Unit       | 2.000.000,00   | 2.000.000,00   | 2.000.000,00          |
| 2.           | <i>Oil Separator</i>                                                             | 1 Set        | 5.000.000,00   | 5.000.000,00   | 5.000.000,00          |
| 3.           | <i>Dehidrator</i>                                                                | 1 Unit       | 2.500.000,00   | 2.500.000,00   | 2.500.000,00          |
| 4.           | <i>Oil Container</i>                                                             | 1 Unit       | 3.000.000,00   | 3.000.000,00   | 3.000.000,00          |
| 5.           | Peralatan <i>QC</i>                                                              | 1 Set        | 3.000.000,00   | 3.000.000,00   | 3.000.000,00          |
| III.         | Tenaga Kerja                                                                     |              |                |                |                       |
| 1.           | Instalasi Alat                                                                   | 2 OH         | 1.000.000,00   | 1.000.000,00   | 1.000.000,00          |
| <b>Total</b> |                                                                                  |              |                |                | <b>190.500.000,00</b> |

#### 4.3.5.1.2 Biaya Investasi Alternatif Solusi Sistem Pelinting Rokok

Rendahnya produktivitas pada sistem pelinting rokok disebabkan oleh banyaknya produk rokok cacat (*defect*) yang dihasilkan serta banyaknya bahan pendukung yang terbangun dikarenakan kerja mesin yang kurang optimal. Dalam menangani permasalahan tersebut, terdapat tiga alternatif solusi yang telah disusun. Berikut merupakan perhitungan nilai investasi yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dalam merealisasikan alternatif solusi pada sistem pelinting rokok.

##### 1. Alternatif 1

Dalam upaya mengatasi permasalahan produktivitas pada sistem pelinting rokok, alternatif pertama yang dirancang yaitu mengganti pisau pemotong pada mesin *maker* serta mengganti karet (*vacuum/suction ped*) dan baling-baling (*vacuum fan*) penghisap agar tidak terjadi penyumbatan. Tidak ada biaya investasi pada alternatif ini dikarenakan penggantian *part* tersebut dilakukan secara berkala setiap setahun sekali.

##### 2. Alternatif 2

Alternatif kedua yang disusun untuk mengurangi jumlah produk rokok yang *defect* pada sistem pelinting yaitu dengan melakukan pembersihan, pemberian pelumas dan

pengecekan terhadap letak pisau pemotong setiap dilakukan *input* material, serta mengganti *supplier* bahan pendukung. Tidak ada biaya investasi pada alternatif ini dikenakan tidak diperlukan pengadaan alat dan mesin serta kebutuhan lainnya..

### 3. Alternatif 3

Untuk mengurangi jumlah produk rokok yang *defect* serta bahan pendukung yang terbang, maka alternatif solusi selanjutnya yang disusun yaitu menggunakan sensor untuk mendeteksi *glue skips* dan mengganti *supplier* bahan pendukung. Rincian biaya-biaya kebutuhan untuk merelisasasikan alternatif kedua pada sistem perendaman cengkeh cengkeh ini ditunjukkan pada Tabel 4.24

Tabel 4.24 Rincian Biaya Investasi Alternatif 3 Sistem Pelindungan Rokok

| No           | Uraian Kebutuhan      | Satuan/<br>Unit | Harga        |              | Jumlah              |
|--------------|-----------------------|-----------------|--------------|--------------|---------------------|
|              |                       |                 | Satuan       | Jumlah       |                     |
| I.           | Alat/Mesin            |                 |              |              |                     |
| 1.           | Pembelian Alat Sensor | 1 Set           | 2.500.000,00 | 2.500.000,00 | 2.500.000,00        |
| II.          | Tenaga Kerja          |                 |              |              |                     |
| 1.           | Instalasi Alat        | 1 OH            | 250.000,00   | 250.000,00   | 250.000,00          |
| <b>Total</b> |                       |                 |              |              | <b>2.750.000,00</b> |

#### 4.3.5.1.3 Biaya Investasi Alternatif Solusi Sistem Perajangan Tembakau

Permasalahan produktivitas pada sistem perajangan disebabkan adanya limbah gagang dan debu tembakau. Dalam menangani permasalahan tersebut, terdapat dua alternatif solusi yang telah disusun. Berikut merupakan perhitungan nilai investasi yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dalam merealisasikan alternatif solusi pada sistem perajangan tembakau.

##### 1. Alternatif 1

Terdapat beberapa hal yang dilakukan pada Alternatif pertama yaitu menjual gagang tembakau, menggunakan alat *Sieve Complex* untuk mengurangi limbah debu yang dihasilkan dan mengolah limbah debu tembakau menjadi pupuk organik. Biaya investasi yang harus dikeluarkan pada alternatif ini adalah pembelian alat *Sieve Complex* yaitu sebesar Rp. 52.350.000,00.

##### 2. Alternatif 2

Untuk mengatasi limbah gagang dan debu tembakau, alternatif selanjutnya yang disusun yaitu melakukan pengolahan terhadap limbah debu dan gagang tembakau untuk bahan campuran rokok. Biaya investasi dalam pengadaan mesin dan alat pengolahan yaitu sebesar Rp. 651.000.000,00. Rincian biaya-biaya kebutuhan untuk merelisasasikan alternatif kedua pada sistem perajangan cengkeh ini ditunjukkan pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Rincian Biaya Investasi Alternatif 2 Sistem Perajangan Tembakau

| No           | Uraian Kebutuhan                                                                                                                       | Satuan/ Unit | Harga          |                | Jumlah                |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|----------------|-----------------------|
|              |                                                                                                                                        |              | Satuan         | Jumlah         |                       |
| I            | Mesin/Alat                                                                                                                             |              |                |                |                       |
| 1.           | <i>Hammer Mill</i>                                                                                                                     | 1 Unit       | 85.000.000,00  | 85.000.000,00  | 85.000.000,00         |
| 2.           | <i>Grinder</i>                                                                                                                         | 1 Unit       | 55.000.000,00  | 55.000.000,00  | 55.000.000,00         |
| 3.           | <i>Roller Mill</i>                                                                                                                     | 1 Unit       | 132.000.000,00 | 132.000.000,00 | 132.000.000,00        |
| 4.           | <i>Screen</i>                                                                                                                          | 1 Unit       | 20.000.000,00  | 20.000.000,00  | 20.000.000,00         |
| 5.           | <i>Mixer With Heater</i><br>Kapasitas: Max 5000 liter                                                                                  | 1 Unit       | 88.000.000,00  | 88.000.000,00  | 88.000.000,00         |
| 6.           | <i>Mix Tank</i>                                                                                                                        | 1 Unit       | 42.000.000,00  | 42.000.000,00  | 42.000.000,00         |
| 7.           | <i>Condensor</i>                                                                                                                       | 1 Unit       | 2.000.000,00   | 2.000.000,00   | 2.000.000,00          |
| 8.           | <i>Belt Conveyor</i><br>Spesifikasi:<br>a. <i>Conveyor Length</i> : 2500mm<br>b. <i>Belt width</i> : 280mm<br>c. <i>Height</i> : 300mm | 1 Unit       | 24.000.000,00  | 24.000.000,00  | 24.000.000,00         |
| 9.           | <i>Silo</i>                                                                                                                            | 1 Unit       | 35.000.000,00  | 35.000.000,00  | 35.000.000,00         |
| 10.          | <i>Stainless steel drying belt</i>                                                                                                     | 1 Unit       | 120.000.000,00 | 120.000.000,00 | 120.000.000,00        |
| 11.          | <i>Cutting Machine</i>                                                                                                                 | 1 Unit       | 45.000.000,00  | 45.000.000,00  | 45.000.000,00         |
| II.          | Tenaga Kerja                                                                                                                           |              |                |                |                       |
| 1.           | Instalasi mesin                                                                                                                        | 6 OH         | 500.000,00     | 3.000.000,00   | 3.000.000,00          |
| <b>Total</b> |                                                                                                                                        |              |                |                | <b>651.000.000,00</b> |

#### 4.3.5.2 Pemilihan Alternatif Berdasarkan *Feasibility Analysis Matrix*

Pemilihan alternatif selanjutnya yaitu menggunakan *Feasibility Analysis Matrix*. Analisa dengan metode ini berfokus pada mengidentifikasi dan menganalisis pilihan solusi potensial untuk menentukan solusi yang paling layak. Suatu program yang dijadikan sebagai solusi dikatakan *feasible* ketika secara logis ada kecenderungan untuk dapat memenuhi tujuan yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Analisa dilakukan berdasarkan beberapa kriteria yaitu, *operational feasibility*, *technical feasibility*, *sustainability*, *resource feasibility*, dan *schedule feasibility*. Setelah melakukan analisa kemudian pemberian bobot (*weight*) di setiap kriteria dan *score* pada tiap alternatif di setiap kriteria. Nilai keduanya didapatkan dari hasil diskusi dengan manajer produksi sehingga sesuai dengan keinginan dan kebutuhan perusahaan.

#### 4.3.5.2.1 Feasibility Analysis Matrix Sistem Perendaman Cengkeh

Berikut merupakan *Feasibility Analysis Matrix* yang dilakukan pada sistem perendaman cengkeh. Analisa kelayakan dilakukan berdasarkan beberapa kriteria yang berpengaruh pada pelaksanaan alternatif. *Feasibility analysis matrix* sistem perendaman cengkeh berdasarkan kriteria teknis ditunjukkan pada Tabel 4.26.

Tabel 4.26 *Technical Feasibility Analysis Matrix* Sistem Perendaman Cengkeh

| Feasibility Criteria         | Weight | Alternatif 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Alternatif 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              |        | Menggunakan <i>Biofilter</i> untuk mengolah dan mentralisasi kandungan limbah rendaman cengkeh.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Menggunakan mesin <i>Admoist</i> dan alat penyulingan sebagai pengganti perendaman.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <i>Technical Feasibility</i> | 30%    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menghasilkan air yang dapat digunakan untuk proses perendaman kembali maupun untuk aktivitas prouksi lainnya.</li> <li>▪ Tersedia area untuk pembangunan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) atau <i>Biofilter</i>.</li> <li>▪ Alat penyusun <i>Biofilter</i> yang dibutuhkan cukup sederhana yaitu pompa dan <i>blower</i>.</li> <li>▪ Untuk perawatan, diperlukan pembersihan rutin terhadap bak minimal satu hari sekali, pengurasan lumpur minimal 6 bulan sekali dan perawatan atau <i>maintenance</i> terhadap <i>blower</i> dan pompa minimal 3 bulan sekali.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mesin <i>Admoist</i> dapat meningkatkan tingkat kelembaban dari cengkeh kering sebesar 11% menjadi 50% sesuai dengan standar yang ditetapkan perusahaan.</li> <li>▪ Alat penyulingan dapat menghasilkan minyak cengkeh.</li> <li>▪ Proses penyulingan memanfaatkan uap air pada proses pelunakan cengkeh dari mesin <i>Admoist</i>.</li> <li>▪ Dengan sistem penyulingan yang digunakan, kerusakan minyak lebih kecil dibandingkan dengan penyulingan secara langsung.</li> <li>▪ Namun, dibutuhkan uji kandungan minyak yang dihasilkan setiap kali produksi.</li> <li>▪ Memerlukan pembersihan dan pencucian mesin serta alat setelah digunakan.</li> <li>▪ Membutuhkan pelatihan untuk operator dalam menjalankan mesin dan alat.</li> <li>▪ Memerlukan perawatan terhadap mesin secara berkala.</li> </ul> |
|                              |        | Score: 90                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Score: 80                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

*Feasibility analysis matrix* sistem perendaman cengkeh berdasarkan kriteria operasional ditunjukkan pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 *Operational Feasibility Analysis Matrix* Sistem Perendaman Cengkeh

| Feasibility Criteria           | Weight | Alternatif 1                                                                                                                                                                                                                               | Alternatif 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Operational Feasibility</i> | 30%    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menangani permasalahan limbah perendaman cengkeh.</li> <li>▪ Menghemat konsumsi air dengan menggunakan air hasil pengolahan limbah.</li> </ul> <p style="text-align: center;">Score: 90</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menangani permasalahan limbah perendaman cengkeh.</li> <li>▪ Tidak perlu melakukan proses perendaman sehingga volume penggunaan air dalam jumlah kecil.</li> <li>▪ Menghasilkan produk berupa minyak cengkeh yang dapat dijual.</li> </ul> <p style="text-align: center;">Score: 100</p> |

*Feasibility analysis matrix* sistem perendaman cengkeh berdasarkan kriteria *sustainability* ditunjukkan pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 *Sustainability Feasibility Analysis Matrix* Sistem Perendaman Cengkeh

| Feasibility Criteria  | Weight | Alternatif 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Alternatif 2                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Sustainability</i> | 20%    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Instalasi <i>Biofilter</i> dibutuhkan untuk pengolahan limbah cair sehingga mengurangi limbah yang terbuang ke lingkungan.</li> <li>▪ Diperlukan pengawasan terhadap kualitas atau baku mutu dari air olahan.</li> </ul> <p style="text-align: center;">Score: 90</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menghasilkan limbah cair berupa air kondensat dan limbah pencucian mesin sehingga dapat memberikan dampak yang buruk bagi lingkungan.</li> </ul> <p style="text-align: center;">Score: 80</p> |

*Feasibility analysis matrix* sistem perendaman cengkeh berdasarkan kriteria ketersediaan sumber daya ditunjukkan pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29 *Resource Feasibility Analysis Matrix* Sistem Perendaman Cengkeh

| Feasibility Criteria        | Weight | Alternatif 1                                                                                                                                                                                                   | Alternatif 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Resource Feasibility</i> | 10%    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hanya dibutuhkan satu pekerja tambahan sebagai penanggung jawab pada pengolahan dan pengemasan pupuk organik.</li> </ul> <p style="text-align: center;">Score: 90</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Memerlukan dua pekerja tambahan dikarenakan tahap <i>preparation</i> gagang dan debu tembakau dilakukan bersamaan.</li> <li>▪ Memerlukan tenaga ahli dalam proses penyulingan dan menguji kandungan minyak.</li> </ul> <p style="text-align: center;">Score: 80</p> |

*Feasibility analysis matrix* sistem perendaman cengkeh berdasarkan kriteria waktu yang dibutuhkan dalam merealisasikan alternatif ditunjukkan pada Tabel 4.30

Tabel 4.30 *Schedule Feasibility Analysis Matrix* Sistem Perendaman Cengkeh

| Feasibility Criteria        | Weight | Alternatif 1                                                                                                                                                                                                         | Alternatif 2                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Schedule Feasibility</i> | 10%    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Dalam merealisasikan alternatif ini hanya membutuhkan waktu 1 bulan untuk pembangunan dan instalasi <i>biofilter</i>.</li> </ul> <p style="text-align: center;">Score: 90</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Dalam merealisasikan alternatif ini membutuhkan waktu <math>\pm</math> 5 bulan untuk persiapan ruang, pemesanan &amp; pengiriman mesin, instalasi alat serta pelatihan operator.</li> </ul> <p style="text-align: center;">Score: 80</p> |

Selanjutnya, setelah menganalisa kelayakan tiap alternatif berdasarkan beberapa kriteria dilakukan perhitungan nilai pada tiap alternatif. Nilai didapatkan dari hasil kali bobot (*weight*) dengan *score* pada tiap kriteria. Selanjutnya, nilai pada tiap kriteria tersebut dijumlah. Hasil penjumlahan dari nilai ini kemudian akan menentukan *rank* atau peringkat dari alternatif yang akan diprioritaskan untuk dipilih. Perhitungan nilai *feasibility analysis matrix* sistem perendaman cengkeh dapat dilihat pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31 Perhitungan Nilai *Feasibility Analysis Matrix* Sistem Perendaman Cengkeh

| Feasibility Criteria           | Weight      | Alternatif 1 |                       | Alternatif 2 |                       |
|--------------------------------|-------------|--------------|-----------------------|--------------|-----------------------|
|                                |             | Score        | Score $\times$ Weight | Score        | Score $\times$ Weight |
| <i>Operational Feasibility</i> | 30%         | 90           | 27                    | 80           | 24                    |
| <i>Technical Feasibility</i>   | 30%         | 90           | 27                    | 100          | 30                    |
| <i>Sustainability</i>          | 20%         | 90           | 18                    | 80           | 16                    |
| <i>Resource Feasibility</i>    | 10%         | 90           | 9                     | 80           | 8                     |
| <i>Schedule Feasibility</i>    | 10%         | 90           | 9                     | 80           | 8                     |
| <b>Rank</b>                    | <b>100%</b> |              | <b>90</b>             |              | <b>86</b>             |

Berdasarkan Tabel 4.31, dengan nilai 90 maka alternatif 1 layak dijadikan sebagai solusi dalam menyelesaikan permasalahan pada sistem perendaman cengkeh menurut analisa kelayakan berdasarkan beberapa kriteria yang telah disusun. Solusi terbaik yang dipilih berdasarkan *Feasibility Analysis Matrix* yaitu menggunakan *Biofilter* untuk mengolah dan mentralisasi kandungan limbah rendaman cengkeh.

#### 4.3.5.2.2 *Feasibility Analysis Matrix* Sistem Pelintangan Rokok

Berikut merupakan *Feasibility Analysis Matrix* yang dilakukan pada sistem pelintangan rokok. Analisa kelayakan dilakukan berdasarkan beberapa kriteria yang berpengaruh pada pelaksanaan alternatif solusi yang telah disusun untuk mengatasi permasalahan produktivitas dan kinerja lingkungan pada sistem pelintangan rokok.

*Feasibility analysis matrix* sistem pelintingan rokok berdasarkan kriteria teknis ditunjukkan pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32 *Technical Feasibility Analysis Matrix* Sistem Pelintingan Rokok

| Feasibility Criteria         | Weight | Alternatif 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Alternatif 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Alternatif 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              |        | Mengganti pisau pemotong pada mesin <i>maker</i> dan mengganti karet ( <i>vacuum/suction ped</i> ) dan baling-baling ( <i>vacuum fan</i> ) penghisap.                                                                                                                                                                                                                                   | Melakukan pembersihan, pemberian pelumas dan pengecekan terhadap letak pisau pemotong setiap dilakukan <i>input</i> material, serta mengganti <i>supplier</i> bahan pendukung.                                                                                                                                                                                                                                          | Menggunakan sensor untuk mendeteksi <i>glue skips</i> dan mengganti <i>supplier</i> bahan pendukung.                                                                                                                                                                                                                           |
| <i>Technical Feasibility</i> | 30%    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Penggunaan pisau yang baru pada mesin <i>maker</i> akan menghasilkan potongan yang presisi dan seragam.</li> <li>▪ Penggantian karet (<i>vacuum/suction ped</i>) dan baling-baling (<i>vacuum fan</i>) menghasilkan proses penghisapan yang optimal sehingga tidak terjadi penyumbatan.</li> </ul> <p style="text-align: right;">Score: 90</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pembersihan pisau pada mesin <i>maker</i> akan menghasilkan pemotongan yang lebih baik.</li> <li>▪ Pemberian pelumas dan pengecekan terhadap letak pisau dilakukan setiap <i>input</i> material/pemakanan</li> <li>▪ Penggantian <i>supplier</i> digunakan untuk mendapatkan bahan pendukung dengan kualitas yang baik.</li> </ul> <p style="text-align: right;">Score: 80</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sensor yang dipasang dapat mendeteksi adanya <i>glue skips</i> (<i>tobacco rod</i> tidak terpasang pada filter).</li> <li>▪ Penggantian <i>supplier</i> digunakan untuk mendapatkan bahan pendukung dengan kualitas yang baik.</li> </ul> <p style="text-align: right;">Score: 90</p> |

*Feasibility analysis matrix* sistem pelintingan rokok berdasarkan kriteria operasional ditunjukkan pada Tabel 4.33.

Tabel 4.33 *Operational Feasibility Analysis Matrix* Sistem Pelintingan Rokok

| Feasibility Criteria           | Weight | Alternatif 1                                                                                                                                                                                                         | Alternatif 2                                                                                                                                               | Alternatif 3                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Operational Feasibility</i> | 30%    | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat mengurangi timbulnya rokok <i>defect</i> atau cacat.</li> <li>▪ Dapat mengurangi bahan pendukung yang terbuang</li> </ul> <p style="text-align: right;">Score: 90</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat mengurangi timbulnya rokok <i>defect</i> atau cacat.</li> </ul> <p style="text-align: right;">Score: 70</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat mengurangi timbulnya rokok <i>defect</i> atau cacat.</li> <li>▪ Dapat mengurangi bahan pendukung yang terbuang.</li> </ul> <p style="text-align: right;">Score: 80</p> |

*Feasibility analysis matrix* sistem pelintingan rokok berdasarkan kriteria *sustainability* ditunjukkan pada Tabel 4.34.

Tabel 4.34 *Sustainability Feasibility Analysis Matrix* Sistem Pelintingan Rokok

| Feasibility Criteria  | Weight | Alternatif 1                                                                                                                                                          | Alternatif 2                                                                                                                                                                            | Alternatif 3                                                                                                                                                                            |
|-----------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Sustainability</i> | 20%    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Pembelian <i>part</i> yang sering dilakukan tanpa dilakukan perawatan akan menyebabkan pemborosan.</li> </ul> <p>Score: 90</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Penggantian <i>supplier</i> dengan jarak yang jauh akan menghasilkan emisi gas dari media pengiriman yang digunakan.</li> </ul> <p>Score: 70</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Penggantian <i>supplier</i> dengan jarak yang jauh akan menghasilkan emisi gas dari media pengiriman yang digunakan.</li> </ul> <p>Score: 70</p> |

*Feasibility analysis matrix* sistem pelintingan rokok berdasarkan kriteria ketersediaan sumber daya ditunjukkan pada Tabel 4.35.

Tabel 4.35 *Resource Feasibility Analysis Matrix* Sistem Pelintingan Rokok

| Feasibility Criteria        | Weight | Alternatif 1                                                                                          | Alternatif 2                                                                                                                                                                                     | Alternatif 3                                                                                                        |
|-----------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Resource Feasibility</i> | 10%    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Tidak memerlukan pekerja tambahan.</li> </ul> <p>Score: 90</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Memerlukan satu pekerja tambahan yang mengecek dan memberikan pelumas pada pisau setiap kali dilakukan <i>input material</i>.</li> </ul> <p>Score: 80</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Memerlukan tenaga mekanik dalam memasang sensor.</li> </ul> <p>Score: 80</p> |

*Feasibility analysis matrix* sistem pelintingan rokok berdasarkan kriteria waktu yang dibutuhkan dalam merealisasikan alternatif ditunjukkan pada Tabel 4.36.

Tabel 4.36 *Schedule Feasibility Analysis Matrix* Sistem Pelintingan Rokok

| Feasibility Criteria        | Weight | Alternatif 1                                                                                                                                                                              | Alternatif 2                                                                                                   | Alternatif 3                                                                                                                                                   |
|-----------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Schedule Feasibility</i> | 10%    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mebutuhkan waktu <math>\pm 2</math> bulan untuk proses pemesanan dan pengiriman <i>part</i> (pisau dan baling-baling).</li> </ul> <p>Score: 80</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mebutuhkan waktu <math>&lt; 1</math> bulan.</li> </ul> <p>Score: 90</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mebutuhkan waktu <math>&lt; 1</math> bulan untuk pemasangan sensor pada mesin <i>maker</i>.</li> </ul> <p>Score: 90</p> |

Selanjutnya, setelah menganalisa kelayakan tiap alternatif berdasarkan beberapa kriteria dilakukan perhitungan nilai pada tiap alternatif pada sistem pelintingan rokok. Nilai didapatkan dari hasil kali bobot (*weight*) dengan *score* pada tiap kriteria. Selanjutnya, nilai pada tiap kriteria tersebut dijumlah. Hasil penjumlahan dari nilai ini kemudian akan menentukan *rank* atau peringkat dari alternatif yang akan diprioritaskan untuk dipilih. Perhitungan nilai *feasibility analysis matrix* sistem pelintingan rokok dapat dilihat pada Tabel 4.37.

Tabel 4.37 Perhitungan Nilai *Feasibility Analysis Matrix* Sistem Pelinting Rokok

| Feasibility Criteria           | Weight      | Alternatif 1 |                | Alternatif 2 |                | Alternatif 3 |                |
|--------------------------------|-------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|----------------|
|                                |             | Score        | Score × Weight | Score        | Score × Weight | Score        | Score × Weight |
| <i>Operational Feasibility</i> | 30%         | 90           | 27             | 80           | 24             | 90           | 27             |
| <i>Technical Feasibility</i>   | 30%         | 90           | 27             | 70           | 21             | 80           | 24             |
| <i>Sustainability</i>          | 20%         | 90           | 18             | 70           | 14             | 70           | 14             |
| <i>Resource Feasibility</i>    | 10%         | 90           | 9              | 80           | 8              | 80           | 8              |
| <i>Schedule Feasibility</i>    | 10%         | 80           | 8              | 90           | 9              | 90           | 9              |
| <b>Rank</b>                    | <b>100%</b> |              | <b>89</b>      |              | <b>76</b>      |              | <b>82</b>      |

Berdasarkan Tabel 4.37, alternatif 1 dinyatakan layak dijadikan sebagai solusi dalam menyelesaikan permasalahan pada sistem perendaman cengkeh menurut analisa kelayakan berdasarkan beberapa kriteria yang telah disusun. Dengan nilai 89 yang merupakan nilai tertinggi dibandingkan kedua alternatif lainnya, maka solusi terbaik dalam mereduksi produk rokok yang cacat yaitu dengan mengganti pisau pemotong pada mesin *maker* dan mengganti karet (*vacuum/suction ped*) dan baling-baling (*vacuum fan*) penghisap.

#### 4.3.5.2.3 *Feasibility Analysis Matrix* Sistem Perajangan Tembakau

Berikut merupakan *Feasibility Analysis Matrix* yang dilakukan pada sistem perajangan tembakau. Analisa kelayakan dilakukan berdasarkan beberapa kriteria yang berpengaruh pada pelaksanaan alternatif. *Feasibility analysis matrix* sistem perajangan tembakau berdasarkan kriteria operasional ditunjukkan pada Tabel 4.38.

Tabel 4.38 *Operational Feasibility Analysis Matrix* Sistem Perajangan Tembakau

| Feasibility Criteria           | Weight     | Alternatif 1                                                                                                                                                                                                                                                  | Alternatif 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                |            | Menjual gagang tembakau, menggunakan alat <i>Sieve Complex</i> untuk mengurangi limbah debu yang dihasilkan dan mengolah limbah debu tembakau menjadi pupuk organik.                                                                                          | Mengolah limbah debu dan gagang tembakau untuk bahan campuran rokok.                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <i>Operational Feasibility</i> | <b>30%</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menangani permasalahan limbah gagang dan debu tembakau.</li> <li>▪ Menghasilkan dua produk yang dapat dijual yaitu gagang tembakau dan pupuk organik.</li> </ul> <p style="text-align: center;">Score: 100</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dapat menangani permasalahan limbah gagang dan debu tembakau.</li> <li>▪ Menghemat pembelian atau penggunaan material (tembakau) sebesar 5%.</li> <li>▪ Kandungan berbahaya pada tembakau (nikotin) dapat direduksi ± 23,6%.</li> </ul> <p style="text-align: center;">Score: 90</p> |

*Feasibility analysis matrix* sistem perajangan tembakau berdasarkan kriteria teknis ditunjukkan pada Tabel 4.39.

Tabel 4.39 *Technical Feasibility Analysis Matrix* Sistem Perajangan Tembakau

| Feasibility Criteria         | Weight     | Alternatif 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Alternatif 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Technical Feasibility</i> | <b>30%</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Sieve Complex</i> dapat menurunkan jumlah debu tembakau dengan menyaring daun tembakau yang berukuran &lt;math&gt;&lt;1/4''&lt;/math&gt; sebelum masuk proses perajangan.</li> <li>▪ Dalam melakukan penyaringan, <i>Sieve Complex</i> juga menyaring daun tembakau dari kotoran seperti batu kecil, dll.</li> <li>▪ Perawatan <i>Sieve Complex</i> mudah dikarenakan terbuat dari bahan <i>carbon steel</i> maka memiliki umur pemakaian yang cukup lama. Alat ini <i>low noise</i> sehingga tidak menimbulkan polusi suara.</li> <li>▪ Tidak memerlukan mesin dan alat khusus dalam pembuatan pupuk organik.</li> <li>▪ Pengolahan pupuk membutuhkan beberapa hari untuk proses verikompos.</li> </ul> <p style="text-align: center;">Score: 90</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pengolahan menghasilkan <i>reconstituted tobacco sheets</i> yang menyerupai daun tembakau rajangan sehingga dapat dijadikan sebagai bahan campuran rokok.</li> <li>▪ Pada proses pengolahan diberi penambahan <i>Flavors</i> atau aroma rasa sehingga <i>reconstituted tobacco sheets</i> yang dihasilkan sesuai dengan rasa campuran bahan rokok jadi.</li> <li>▪ Untuk pengolahan diperlukan beberapa mesin dan alat untuk pengolahan sehingga memerlukan <i>space</i> yang cukup besar untuk meletakkan mesin dan alat tersebut dan memerlukan tahapan pengolahan yang cukup kompleks.</li> <li>▪ Dibutuhkan pelatihan dalam menjalankan mesin dan alat</li> </ul> <p style="text-align: center;">Score: 70</p> |

*Feasibility analysis matrix* sistem perajangan tembakau berdasarkan kriteria *sustainability* ditunjukkan pada Tabel 4.40.

Tabel 4.40 *Sustainability Feasibility Analysis Matrix* Sistem Perajangan Tembakau

| Feasibility Criteria  | Weight     | Alternatif 1                                                                                                                                                                                                                       | Alternatif 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Sustainability</i> | <b>20%</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Tidak membutuhkan sumber daya (material, konsumsi listrik, dll) sehingga dapat menghemat penggunaan sumber daya untuk masa depan.</li> </ul> <p style="text-align: center;">Score: 90</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dengan penggunaan limbah untuk diolah dan dimanfaatkan kembali maka dapat mengurangi jumlah limbah yang terbuang dan berdampak buruk pada lingkungan.</li> <li>▪ Namun, proses pengolahan membutuhkan konsumsi listrik yang cukup besar, menghasilkan limbah cair pencucian mesin dan alat.</li> <li>▪ Hasil pengolahan memiliki kandungan nikotin yang dapat direduksi sehingga dapat mengurangi resiko terhadap kesehatan.</li> </ul> <p style="text-align: center;">Score: 70</p> |

*Feasibility analysis matrix* sistem perendaman cengkeh berdasarkan kriteria ketersediaan sumber daya ditunjukkan pada Tabel 4.41.

Tabel 4.41 *Resource Feasibility Analysis Matrix* Sistem Perajangan Tembakau

| Feasibility Criteria        | Weight | Alternatif 1                                                                                                                                                                                                 | Alternatif 2                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-----------------------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Resource Feasibility</i> | 10%    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Hanya diperlukan satu pekerja tambahan sebagai penanggung jawab pada pengolahan dan pengemasan pupuk organik.</li> </ul> <p style="text-align: center;">Score: 90</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Memerlukan dua pekerja tambahan dengan dilakukan pelatihan sebelumnya (<i>trained operator</i>) dikarenakan tahap <i>preparation</i> gagang dan debu tembakau dilakukan bersamaan.</li> </ul> <p style="text-align: center;">Score: 80</p> |

*Feasibility analysis matrix* sistem perajangan tembakau berdasarkan kriteria waktu yang dibutuhkan dalam merealisasikan alternatif ditunjukkan pada Tabel 4.42.

Tabel 4.42 *Schedule Feasibility Analysis Matrix* Sistem Perajangan Tembakau

| Feasibility Criteria        | Weight | Alternatif 1                                                                                                                                                            | Alternatif 2                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Schedule Feasibility</i> | 10%    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Dalam merealisasikan alternatif ini hanya membutuhkan waktu &lt;1 bulan.</li> </ul> <p style="text-align: center;">Score: 90</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Dalam merealisasikan alternatif ini membutuhkan waktu <math>\pm</math> 9-12 bulan untuk persiapan ruang, pemesanan &amp; pengiriman mesin, serta pelatihan operator.</li> </ul> <p style="text-align: center;">Score: 60</p> |

Selanjutnya, setelah menganalisa kelayakan tiap alternatif berdasarkan beberapa kriteria dilakukan perhitungan nilai pada tiap alternatif yang telah disusun untuk menyelesaikan permasalahan produktivitas pada sistem perajangan tembakau. Nilai didapatkan dari hasil kali bobot (*weight*) dengan *score* pada tiap kriteria. Selanjutnya, nilai pada tiap kriteria tersebut dijumlah. Hasil penjumlahan dari nilai ini kemudian akan menentukan *rank* atau peringkat dari alternatif yang akan diprioritaskan untuk dipilih. Perhitungan nilai *feasibility analysis matrix* sistem perajangan tembakau dapat dilihat pada Tabel 4.43.

Tabel 4.43 Perhitungan Nilai *Feasibility Analysis Matrix* Sistem Perajangan Tembakau

| Feasibility Criteria           | Weight      | Alternatif 1 |                       | Alternatif 2 |                       |
|--------------------------------|-------------|--------------|-----------------------|--------------|-----------------------|
|                                |             | Score        | Score $\times$ Weight | Score        | Score $\times$ Weight |
| <i>Operational Feasibility</i> | 30%         | 100          | 30                    | 90           | 27                    |
| <i>Technical Feasibility</i>   | 30%         | 90           | 27                    | 70           | 21                    |
| <i>Sustainability</i>          | 20%         | 90           | 18                    | 70           | 14                    |
| <i>Resource Feasibility</i>    | 10%         | 90           | 9                     | 80           | 8                     |
| <i>Schedule Feasibility</i>    | 10%         | 90           | 9                     | 60           | 6                     |
| <b>Rank</b>                    | <b>100%</b> |              | <b>93</b>             |              | <b>76</b>             |

Berdasarkan Tabel 4.43, Alternatif 1 layak dijadikan sebagai solusi dalam menyelesaikan permasalahan pada sistem perendaman cengkeh menurut analisa kelayakan berdasarkan beberapa kriteria yang telah disusun. Dengan nilai yang lebih tinggi dibandingkan alternatif kedua, maka solusi terbaik yaitu menjual gagang tembakau, menggunakan alat *Sieve Complex* untuk mengurangi limbah debu yang dihasilkan dan mengolah limbah debu tembakau menjadi pupuk organik.

#### 4.3.5.3 Pemilihan Alternatif Dengan *Benefit Cost Ratio*

Tahap selanjutnya dilakukan analisis dengan metode *Benefit Cost Ratio* untuk mengetahui apakah tiap alternatif solusi yang telah disusun memiliki keuntungan secara finansial bagi perusahaan. Nilai (*value*) diperoleh dari manfaat (*benefit*) yang didapatkan berbanding dengan biaya (*cost*) yang dikeluarkan, maka nilai (*value*) dapat menjadi pendekatan *Benefit Cost Ratio* (BCR) sebagai rasio antara manfaat dan biaya (*cost*). Perhitungan BCR secara keseluruhan berdasarkan total manfaat (*total benefit*) dan total biaya (*total cost*) dengan satuan besaran yang sama, misalnya satuan mata uang dianalisa dengan membandingkan terhadap angka 1 (satu) (Pujawan, 2003). Dalam penelitian ini, manfaat yang didapatkan perusahaan berupa penghematan yang diperoleh dalam merealisasikan alternatif yang disusun. Berikut merupakan perhitungan BCR dari tiap alternatif solusi yang telah disusun.

##### 4.3.5.3.1 *Benefit Cost Ratio* Sistem Perendaman Cengkeh

Pada sistem ini terdapat dua alternatif solusi yang telah disusun. Berikut merupakan perhitungan *Benefit Cost Ratio* (BCR) pada kedua alternatif yang telah disusun pada sistem perendaman cengkeh.

##### 1. Alternatif 1

Dalam merealisasikan Alternatif 1 yaitu pengadaan *biofilter* sebagai alat pengolahan air limbah, biaya-biaya yang dibutuhkan yaitu sebagai berikut:

- a. Biaya pembangunan *biofilter* sebesar Rp. 50.457.000,00 dan ditambahkan 10% untuk biaya tak terduga (Zakaria, 2005:10). Sehingga biaya yang harus dikeluarkan oleh perusahaan apabila Alternatif 1 dilakukan yaitu sebesar Rp. 55.502.700,00. Biaya tersebut terdiri dari beberapa kebutuhan dalam pengadaan *biofilter* yang dapat dilihat pada lampiran 1.
- b. Biaya Operasi dan Pemeliharaan *Biofilter* meliputi biaya konsumsi listrik, pembelian zat kimia untuk proses khlorinasi dan perawatan (*maintenance*).

Tabel 4.44 Biaya Operasi dan Pemeliharaan Pengadaan *Biofilter*

| Komponen Biaya                                     | Daya     | Jam Operasi | Jumlah       | Biaya       |                       |
|----------------------------------------------------|----------|-------------|--------------|-------------|-----------------------|
|                                                    |          |             |              | Hari        | Bulan                 |
| Operasi                                            |          |             |              |             |                       |
| Konsumsi Listrik:<br>• Pompa Sirkulasi<br>• Blower | 75 Watt  | 8 jam       | 0,6 kWh/hari | Rp. 667,00  | Rp. 16.008,00         |
|                                                    | 200 Watt | 8 jam       | 1,6 kWh/hari | Rp. 1780,00 | Rp. 42.720,00         |
| Zat Kimia                                          |          |             |              |             | Rp. 50.000,00         |
| Pemeliharaan                                       |          |             |              |             | Rp. 200.000,00        |
| <b>Total</b>                                       |          |             |              |             | <b>Rp. 308.728,00</b> |

Keterangan: 1 kWh = Rp. 1.112,00 (Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2014 Tarif Tenaga Listrik Untuk Industri per tanggal 1 Januari 2015)

c. Biaya penghematan

Dalam sehari perusahaan menggunakan  $\pm$  5000 liter air untuk perendaman cengkeh, dengan menggunakan *biofilter* maka air limbah rendaman cengkeh yang telah digunakan dapat diolah dan dimanfaatkan kembali dalam proses perendaman selanjutnya. Air olahan yang dihasilkan yaitu sebesar 75% dari air limbah yang diolah. Sehingga keuntungan yang dapat diperoleh dengan menghemat penggunaan air rendaman cengkeh adalah sebesar:

$3,5 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 17.700,00 = \text{Rp. } 61.950,00 \times 312 \text{ hari}$  (Diasumsikan dalam satu bulan terdapat 26 hari kerja) = Rp. 19.328.400,00/Tahun

Keterangan: Tarif Penggunaan air berdasarkan Peraturan Walikota Malang No. 39 Tahun 2014 Untuk Tarif Penggunaan Air Kota Malang Periode Januari 2016.

Data-data biaya-biaya investasi dalam merealisasikan Alternatif 1 dapat dilihat pada Tabel 4.45.

Tabel 4.45 Biaya Investasi dan Penghematan Pengadaan *Biofilter*

| Biaya                           | Penggunaan                                 | Total/Tahun       |
|---------------------------------|--------------------------------------------|-------------------|
| Investasi                       | Pembuatan <i>Biofilter</i>                 | Rp. 55.502.700,00 |
| Biaya Operasional & Maintenance | Konsumsi Listrik                           | Rp. 704.736,00    |
|                                 | Zat Kimia larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ | Rp. 600.000,00    |
|                                 | Perawatan                                  | Rp. 2.400.000,00  |
| Penghematan                     | Penghematan penggunaan air                 | Rp. 19.328.400,00 |

Analisa *Benefit-Cost* diperoleh dengan membandingkan penghematan yang diperoleh dan pengeluaran yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dalam merealisasikan pengadaan *biofilter*. Umur ekonomis (N) dari alat *biofilter* yang direncanakan adalah 20 tahun pemakaian. Dalam perhitungan, tingkat suku bunga (i%) sesuai dengan tingkat suku bunga Bank Indonesia saat ini yaitu sebesar 7,5%.

$$\begin{aligned}
 \text{➤ } \textit{Benefit} &= \text{Penghematan} \left[ \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right] \\
 &= \text{Rp. } 19.328.400,00 \left[ \frac{(1+0,075)^{20} - 1}{0,075(1+0,075)^{20}} \right] \\
 &= \text{Rp. } 19.328.400,00 (10,1944) \\
 &= \text{Rp. } 197.041.441,00 \\
 \text{➤ } \textit{Cost} &= \text{Investasi} + \text{Biaya } \textit{Operational \& Maintenance} \left[ \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right] \\
 &= \text{Rp. } 55.502.700,00 + \text{Rp. } 3.704.736,00 \left[ \frac{(1+0,075)^{20} - 1}{0,075(1+0,075)^{20}} \right] \\
 &= \text{Rp. } 55.502.700,00 + \text{Rp. } 3.704.736,00 (10,1944) \\
 &= \text{Rp. } 55.502.700,00 + 37.767.899,14 \\
 &= \text{Rp. } 93.270.559,14
 \end{aligned}$$

## 2. Alternatif 2

Dalam merealisasikan Alternatif 2 yaitu pengadaan mesin *Admoist* sebagai pengganti proses perendaman dan pengadaan alat penyulingan minyak cengkeh, biaya-biaya yang dibutuhkan yaitu sebagai berikut:

- Biaya pembelian mesin *Admoist* Rp. 125.000.000,00 dan biaya investasi untuk pengadaan alat penyulingan minyak cengkeh yaitu sebesar Rp. 15.500.000,00.
- Biaya Operasi dan Pemeliharaan mesin *admoist* dan alat penyulingan meliputi biaya konsumsi listrik dan perawatan (*maintenance*).

Tabel 4.46 Biaya Operasi dan Pemeliharaan Pengadaan Mesin *Admoist* dan Alat Penyulingan Cengkeh

| Komponen Biaya             | Biaya                                                                                       |                                          |             |               |                  |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------|---------------|------------------|
|                            | Kebutuhan                                                                                   |                                          |             | Hari          | Bulan            |
| <i>Operational:</i><br>Air | 2000 liter                                                                                  | Volume = 2m <sup>3</sup> x Rp. 17.700,00 |             | Rp. 35.400,00 | Rp. 920.400,00   |
| <i>Machine Operator</i>    | Waktu Kerja : 26 Hari/Bulan                                                                 |                                          |             | Rp. 70.000,00 | Rp. 1.820.000,00 |
| <i>Chemist Operator</i>    | Waktu Kerja : 26 Hari/Bulan                                                                 |                                          |             | Rp. 90.000,00 | Rp. 2.340.000,00 |
| Konsumsi Listrik:          | Daya                                                                                        | Jam Operasi                              | Jumlah      | Hari          | Bulan            |
|                            | 6 kW                                                                                        | 3 jam                                    | 18 kWh/hari | Rp. 20.016,00 | Rp. 520.416,00   |
| <b>Total</b>               |                                                                                             |                                          |             |               | Rp. 4.650.816,00 |
| Pemeliharaan               | 2% x Biaya Investasi Mesin dan peralatan = 2% x Rp. 140.500.000,00 = Rp. 2.810.000,00/Tahun |                                          |             |               |                  |

Keterangan: 1 kWh = Rp. 1.112,00 (Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2014 Tarif Tenaga Listrik Untuk Industri per tanggal 1 Januari 2015)

c. Biaya penghematan

Apabila alternatif 2 direalisasikan maka terdapat dua macam penghematan yang didapatkan oleh perusahaan, yaitu penghematan penggunaan air rendaman dan keuntungan dari penjualan minyak cengkeh. Dalam sehari perusahaan menggunakan  $\pm$  5000 liter air untuk perendaman cengkeh, namun dengan mengganti proses perendaman dengan penggunaan mesin *Admoist* untuk pelunakan cengkeh maka volume air yang digunakan tidak sebanyak proses perendaman. Sehingga keuntungan yang dapat diperoleh dengan merealisasikan alternatif 2 adalah:

➤ Penggunaan air:

$$3\text{m}^3 \times \text{Rp. } 17.700,00 = \text{Rp. } 53.100,00 \times 312 \text{ hari (Diasumsikan dalam satu bulan terdapat 26 hari kerja)} = \text{Rp. } 16.567.200,00/\text{Tahun}$$

Keterangan: Tarif Penggunaan air berdasarkan Peraturan Walikota Malang No. 39 Tahun 2014 Untuk Tarif Penggunaan Air Kota Malang Periode Januari 2016.

➤ Penjualan Minyak Cengkeh:

Diasumsikan rendemen rata-rata penyulingan sebesar 2% dari bahan baku dan harga jual minyak cengkeh sebesar Rp. 30.000,00/liter (Yuliani dan Satuhu, 2012:190). Setiap kali produksi, cengkeh yang diproses sebanyak 1500 kg. Maka minyak cengkeh yang dihasilkan adalah:

$$2\% \times 1500 \text{ kg} = 30 \text{ kg}$$

Setiap kali pengolahan cengkeh rata-rata menghasilkan 45 kg minyak cengkeh.

$$30 \text{ kg} \times \text{Rp. } 30.000 = \text{Rp. } 900.000,00/\text{hari} \times 312 \text{ hari} = \text{Rp. } 280.800.000,00$$

Data-data biaya-biaya investasi dalam merealisasikan Alternatif 2 dapat dilihat pada Tabel 4.47.

Tabel 4.47 Biaya Investasi dan Penghematan Pengadaan Mesin *Admoist* dan Alat Penyulingan

| Biaya                           | Penggunaan                     | Total/Tahun        |
|---------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| Investasi                       | Pembelian Mesin <i>Admoist</i> | Rp. 175.000.000,00 |
|                                 | Pengadaan Alat Penyulingan     | Rp. 15.500.000,00  |
| Biaya Operasional & Maintenance | Air                            | Rp. 11.044.800,00  |
|                                 | Operator                       | Rp. 49.920.000,00  |
|                                 | Konsumsi Listrik               | Rp. 6.244.992,00   |
|                                 | Perawatan                      | Rp. 2.810.000,00   |
| Penghematan                     | Penghematan penggunaan air     | Rp. 16.567.200,00  |
|                                 | Penjualan minyak cengkeh       | Rp. 280.800.000,00 |

Analisa *Benefit-Cost* diperoleh dengan membandingkan penghematan yang diperoleh dan pengeluaran yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dalam merealisasikan pengadaan *biofilter*. Umur ekonomis (N) dari alat mesin *Admoist* yang direncanakan adalah 30 tahun

pemakaian. Dalam perhitungan, tingkat suku bunga ( $i$ %) sesuai dengan tingkat suku bunga Bank Indonesia saat ini yaitu sebesar 7,5%.

$$\begin{aligned}
 \text{➤ } \textit{Benefit} &= \text{Penghematan/Keuntungan} \cdot \left[ \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right] \\
 &= \text{Rp. } 297.367.200,00 \left[ \frac{(1+0,075)^{30} - 1}{0,075(1+0,075)^{30}} \right] \\
 &= \text{Rp. } 297.367.200,00 (11,8103) \\
 &= \text{Rp. } 3.511.995.842,00 \\
 \text{➤ } \textit{Cost} &= \text{Investasi} + \text{Biaya } \textit{Operational \& Maintenance} \left[ \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right] \\
 &= \text{Rp. } 190.500.000,00 + \text{Rp. } 70.019.792,00 \left[ \frac{(1+0,075)^{30} - 1}{0,075(1+0,075)^{30}} \right] \\
 &= \text{Rp. } 190.500.000,00 + \text{Rp. } 70.019.792,00 (11,8103) \\
 &= \text{Rp. } 190.500.000,00 + \text{Rp. } 826.960.789,8 \\
 &= \text{Rp. } 1.017.460.790,00
 \end{aligned}$$

Perhitungan *Benefit Cost Ratio* (BCR) secara keseluruhan berdasarkan total manfaat (*total benefit*) dan total biaya (*total cost*). Berikut merupakan perhitungan BCR dari tiap alternatif solusi yang telah disusun pada sistem perendaman cengkeh yang dapat dilihat pada Tabel 4.48.

$$\text{BCR} = \frac{\text{Manfaat yang diperoleh}}{\text{Biaya yang dikeluarkan}}$$

Tabel 4.48 *Benefit Cost Ratio* Sistem Perendaman Cengkeh

| Alternatif Solusi | Perhitungan BCR                                                                                                     | Hasil |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Alternatif 1      | $\frac{\textit{Benefit}}{\textit{Cost}} = \frac{\text{Rp. } 197.041.441,00}{\text{Rp. } 93.270.559,14} = 2,11$      | 2,11  |
| Alternatif 2      | $\frac{\textit{Benefit}}{\textit{Cost}} = \frac{\text{Rp. } 3.511.995.842,00}{\text{Rp. } 1.017.460.790,00} = 3,45$ | 3,45  |

#### 4.3.5.3.2 *Benefit Cost Ratio* Sistem Pelintangan Rokok

Terdapat tiga alternatif yang disusun untuk menyelesaikan permasalahan produktivitas pada sistem pelintangan rokok. Berikut merupakan perhitungan *Benefit Cost Ratio* (BCR) pada alternatif-alternatif sistem pelintangan rokok.

##### 1. Alternatif 1

Alternatif pertama yang disusun sebagai solusi pada sistem pelintangan rokok yaitu mengganti pisau pemotong pada mesin *maker* serta mengganti karet (*vacuum/suction ped*) dan baling-baling (*vacuum fan*) penghisap agar tidak terjadi penyumbatan. Pembelian

beberapa *part* tersebut dilakukan secara berkala setiap tahun agar terjadi perbaikan secara berkelanjutan. Biaya-biaya yang dibutuhkan pada alternatif ini yaitu:

a. Biaya Operasional

Penggantian *part* dilakukan secara rutin yaitu setahun sekali sehingga biaya operasional yang dilakukan yaitu pembelian pisau pemotong, karet (*vacuum/suction ped*) dan baling-baling (*vacuum fan*). Rincian biaya dalam pembelian *part* tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.49.

Tabel 4.49 Biaya Operasional Alternatif 1 Sistem Pelinting Rokok

| No           | Uraian Kebutuhan                                      | Satuan/<br>Unit | Harga      |            | Biaya/Tahun           |
|--------------|-------------------------------------------------------|-----------------|------------|------------|-----------------------|
|              |                                                       |                 | Satuan     | Jumlah     |                       |
| 1.           | Pembelian Pisau<br>( <i>Replacement Knife Plate</i> ) | 1 Unit          | 250.000,00 | 250.000,00 | 250.000,00            |
| 2.           | Pembelian Karet<br>( <i>Vacuum Pad</i> )              | 1 Unit          | 70.000,00  | 70.000,00  | 70.000,00             |
| 3.           | Pembelian Baling-baling<br>( <i>Vacuum fan</i> )      | 1 Unit          | 350.000,00 | 350.000,00 | 350.000,00            |
| <b>Total</b> |                                                       |                 |            |            | <b>Rp. 670.000,00</b> |

b. Biaya penghematan

Apabila alternatif 1 direalisasikan maka penghematan yang didapatkan oleh perusahaan yaitu berupa penurunan *product defect* atau cacat. Dengan alternatif 1, maka perkiraan penurunan produk cacat yaitu sebesar 2%. Sehingga keuntungan yang dapat diperoleh dengan merealisasikan alternatif 2 adalah:

Pengurangan produk cacat:

2% x 300.000 batang/hari = 6000 batang x Rp. 250,00 (Harga rokok per batang) =  
Rp. 1.500.000,00 x 312 hari (Diasumsikan dalam satu bulan terdapat 26 hari kerja) =  
Rp. 468.000.000,00/Tahun.

Analisa *Benefit-Cost* diperoleh dengan membandingkan penghematan yang diperoleh dan pengeluaran yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dalam merealisasikan alternatif ini. Dalam perhitungan, tingkat suku bunga (*i*%) sesuai dengan tingkat suku bunga Bank Indonesia saat ini yaitu sebesar 7,5%.

$$\begin{aligned}
 \text{➤ } \textit{Benefit} &= \text{Penghematan/Keuntungan} \left[ \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right] \\
 &= \text{Rp. } 468.000.000,00 \cdot \left[ \frac{(1+0,075)^1 - 1}{0,075(1+0,075)^1} \right] \\
 &= \text{Rp. } 468.000.000,00 (0,9302) \\
 &= \text{Rp. } 435.348.837,20
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{➤ Cost} &= \text{Biaya Operational \& Maintenance} \left[ \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right] \\
 &= \text{Rp. 670.000,00} \left[ \frac{(1+0,075)^{20} - 1}{0,075(1+0,075)^{20}} \right] \\
 &= \text{Rp. 670.000,00} (0,9302) \\
 &= \text{Rp. 620.353,00}
 \end{aligned}$$

## 2. Alternatif 2

Alternatif kedua yang disusun untuk mengurangi jumlah produk rokok yang *defect* pada sistem pelinting yaitu dengan melakukan pembersihan, pemberian pelumas dan pengecekan terhadap letak pisau pemotong setiap dilakukan *input* material, serta mengganti *supplier* bahan pendukung. Biaya-biaya yang dibutuhkan pada alternatif ini yaitu:

### a. Biaya Operasional

Biaya Pembersihan & pemberian pelumas = Rp. 25.000,00/hari × 312 hari = Rp. 7.800.000,00.

### b. Biaya penghematan

Apabila alternatif 2 direalisasikan maka penghematan yang didapatkan oleh perusahaan yaitu berupa penurunan produk *defect* atau cacat. Penurunan rokok yang diperkirakan dengan merealisasikan Alternatif 2 adalah sebesar 1%. Sehingga keuntungan yang dapat diperoleh dengan merealisasikan alternatif 2 adalah:

Pengurangan produk cacat:

1% x 300.000 batang/hari = 3000 batang x Rp. 250,00 (Harga rokok per batang) = Rp. 750.000,00 x 312 hari (Diasumsikan dalam satu bulan terdapat 26 hari kerja) = Rp. 234.000.000,00/Tahun.

Analisa *Benefit-Cost* diperoleh dengan membandingkan penghematan yang diperoleh dan pengeluaran yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dalam merealisasikan alternatif ini. Dalam perhitungan, tingkat suku bunga (*i*%) sesuai dengan tingkat suku bunga Bank Indonesia saat ini yaitu sebesar 7,5%.

$$\begin{aligned}
 \text{➤ Benefit} &= \text{Penghematan/Keuntungan} \left[ \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right] \\
 &= \text{Rp. 234.000.000,00} \left[ \frac{(1+0,075)^1 - 1}{0,075(1+0,075)^1} \right] \\
 &= \text{Rp. 234.000.000,00} (0,9302) \\
 &= \text{Rp. 217.666.800,00}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{➤ Cost} &= \text{Biaya Operational \& Maintenance} \left[ \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right] \\
 &= \text{Rp. 7.800.000,00} \left[ \frac{(1+0,075)^1 - 1}{0,075(1+0,075)^1} \right] \\
 &= \text{Rp. 7.800.000,00} (0,9302) \\
 &= \text{Rp. 7.255.813,95}
 \end{aligned}$$

c. Alternatif 3

Untuk mengurangi jumlah produk rokok yang *defect* serta bahan pendukung yang terbang, maka alternatif solusi selanjutnya yang disusun yaitu menggunakan sensor untuk mendeteksi *glue skips* dan mengganti *supplier* bahan pendukung. Biaya-biaya yang dibutuhkan pada alternatif ini yaitu:

- Biaya investasi untuk pengadaan alat sensor sebesar Rp. 2.750.000,00.
- Biaya Pemeliharaan untuk alat sensor sebesar  $2\% \times$  biaya pengadaan alat =  $2\% \times$  Rp. 2.750.000,00 = Rp. 55.000,00/Tahun.
- Biaya penghematan

Apabila alternatif 3 direalisasikan maka penghematan yang didapatkan oleh perusahaan yaitu berupa penurunan product *defect* atau cacat. Dengan alternatif 3, maka perkiraan penurunan produk cacat yaitu sebesar 1,5%. Sehingga keuntungan yang dapat diperoleh dengan merealisasikan alternatif 2 adalah:

Pengurangan produk cacat:

$$\begin{aligned}
 1,5\% \times 300.000 \text{ batang/hari} &= 4500 \text{ batang} \times \text{Rp. 250,00} \text{ (Harga rokok per batang)} = \\
 \text{Rp. 1.125.000,00} \times 312 \text{ hari} \text{ (Diasumsikan dalam satu bulan terdapat 26 hari kerja)} &= \\
 \text{Rp 351.000.000,00/Tahun.}
 \end{aligned}$$

Data-data biaya-biaya investasi dalam merealisasikan Alternatif 3 dapat dilihat pada Tabel 4.50.

Tabel 4.50 Biaya Investasi dan Penghematan Alternatif 3 Sistem Pelintingan Rokok

| Biaya       | Penggunaan                            | Total/Tahun        |
|-------------|---------------------------------------|--------------------|
| Investasi   | Pengadaan Alat sensor                 | Rp. 2.750.000,00   |
| Perawatan   | Pemeliharaan Alat                     | Rp. 55.000,00      |
| Penghematan | Penurunan produk cacat/ <i>defect</i> | Rp. 351.000.000,00 |

Analisa *Benefit-Cost* diperoleh dengan membandingkan penghematan yang diperoleh dan pengeluaran yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dalam merealisasikan alternatif ini. Umur ekonomis (N) dari alat yang direncanakan adalah 5 tahun pemakaian sesuai

dengan spesifikasi pada mesin. Dalam perhitungan, tingkat suku bunga ( $i\%$ ) sesuai dengan tingkat suku bunga Bank Indonesia saat ini yaitu sebesar 7,5%.

$$\begin{aligned}
 \text{➤ } \textit{Benefit} &= \text{Penghematan/Keuntungan} \left[ \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right] \\
 &= \text{Rp. } 351.000.000,00 \left[ \frac{(1+0,075)^5 - 1}{0,075(1+0,075)^5} \right] \\
 &= \text{Rp. } 351.000.000,00 (4,0458) \\
 &= \text{Rp. } 1.420.105.601,00 \\
 \text{➤ } \textit{Cost} &= \text{Investasi} + \text{Biaya } \textit{Operational \& Maintenance} \left[ \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right] \\
 &= \text{Rp. } 2.750.000,00 + \text{Rp. } 55.000,00 \left[ \frac{(1+0,075)^5 - 1}{0,075(1+0,075)^5} \right] \\
 &= \text{Rp. } 2.750.000,00 + \text{Rp. } 55.000,00 (4,0458) \\
 &= \text{Rp. } 2.750.000,00 + \text{Rp. } 222.519,00 \\
 &= \text{Rp. } 2.972.519,00
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan, ketiga alternatif yang disusun sebagai solusi untuk sistem pelindungan rokok sama-sama memiliki keuntungan atau penghematan yang cukup besar untuk perusahaan dengan biaya (*cost*) untuk pelaksanaan alternatif yang kecil.

#### 4.3.5.3.3 *Benefit Cost Ratio* Sistem Perajangan Tembakau

Pada sistem ini terdapat dua alternatif solusi yang telah disusun. Berikut merupakan perhitungan *Benefit Cost Ratio* (BCR) pada alternatif sistem perajangan tembakau.

##### 1. Alternatif 1

Pada sistem perajangan tembakau, alternatif pertama yang direncanakan yaitu menjual gagang tembakau, menggunakan alat *Sieve Complex* dan mengolah limbah debu tembakau menjadi pupuk organik. Dalam pelaksanaan alternatif ini, biaya-biaya yang dibutuhkan yaitu:

- a. Biaya pengadaan alat *Sieve Complex* sebesar Rp. 52.350.000,00.
- b. Biaya Operasional dan Pemeliharaan pada alternatif ini meliputi biaya penggunaan listrik untuk alat *Sieve Complex* dan bahan pembuatan pupuk.

Tabel 4.51 Biaya Operasi dan Pemeliharaan Penggunaan *Sieve Complex*

| Komponen Biaya                            | Kebutuhan |             |              | Biaya         |                  |
|-------------------------------------------|-----------|-------------|--------------|---------------|------------------|
|                                           | Daya      | Jam Operasi | Jumlah       | Hari          | Bulan            |
| Konsumsi Listrik:<br><i>Sieve Complex</i> | 550 Watt  | 2 jam       | 1.1 kWh/hari | Rp. 1.223,20  | Rp. 31.803,20    |
| Bahan Pembuatan Pupuk Organik             |           |             |              | Rp. 50.000,00 | Rp. 1.300.000,00 |
| Operator                                  |           |             |              | Rp. 70.000,00 | Rp. 1.820.000,00 |
| Pemeliharaan/<br><i>Maintenance</i>       |           |             |              |               | Rp. 200.000,00   |
| <b>Total</b>                              |           |             |              |               | Rp. 3.351.803,20 |

Keterangan: 1 kWh = Rp. 1.112,00 (Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2014 Tarif Tenaga Listrik Untuk Industri per tanggal 1 Januari 2015)

c. Keuntungan (*Benefit*)

Dengan melaksanakan alternatif ini terdapat dua keuntungan yang akan diperoleh perusahaan yaitu dari penjualan gagang tembakau dan pupuk organik.

- Perhitungan keuntungan (*benefit*) dari penjualan gagang tembakau adalah:

Rata-rata gagang tembakau yang dihasilkan tiap kali produksi = 480 kg/hari atau 8 karung/hari  $\times$  Rp. 12.000 = Rp. 96.000,00  $\times$  312 hari = Rp. 29.952.000,00/tahun.

- Perhitungan keuntungan (*benefit*) dari penjualan pupuk organik adalah:

Rata-rata pupuk yang dihasilkan tiap kali produksi = 115 kg/hari atau 5 karung per hari  $\times$  Rp. 20.000,00 = Rp. 100.000,00  $\times$  312 hari = Rp. 31.200.000,00/tahun

Data-data biaya-biaya investasi dalam merealisasikan Alternatif 1 dapat dilihat pada Tabel 4.52.

Tabel 4.52 Biaya Investasi dan Penghematan Alternatif 1 Sistem Perajangan Tembakau

| Biaya                                  | Penggunaan                           | Total/Tahun       |
|----------------------------------------|--------------------------------------|-------------------|
| Investasi                              | Pembelian Mesin <i>Sieve Complex</i> | Rp. 52.350.000,00 |
| Biaya Operasional & <i>Maintenance</i> | Bahan pembuatan pupuk organik        | Rp. 15.600.000,00 |
|                                        | Operator                             | Rp. 21.840.000,00 |
|                                        | Konsumsi Listrik                     | Rp. 381.638,00    |
|                                        | Perawatan                            | Rp. 2.400.000,00  |
| Penghematan                            | Penjualan gagang tembakau            | Rp. 29.952.000,00 |
|                                        | Penjualan pupuk organik              | Rp. 31.200.000,00 |

Analisa *Benefit-Cost* diperoleh dengan membandingkan penghematan yang diperoleh dan pengeluaran yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dalam merealisasikan alternatif ini. Umur ekonomis (N) dari alat *Sieve Complex* yang direncanakan adalah 20 tahun

pemakaian. Dalam perhitungan, tingkat suku bunga ( $i$ ) sesuai dengan tingkat suku bunga Bank Indonesia saat ini yaitu sebesar 7,5%.

$$\begin{aligned}
 \text{➤ } \textit{Benefit} &= \text{Penghematan/Keuntungan} \left[ \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right] \\
 &= \text{Rp. } 61.152.000,00 \left[ \frac{(1+0,075)^{20} - 1}{0,075(1+0,075)^{20}} \right] \\
 &= \text{Rp. } 61.152.000,00 (9,8181) \\
 &= \text{Rp. } 600.396.541,2 \\
 \text{➤ } \textit{Cost} &= \text{Investasi} + \text{Biaya } \textit{Operational \& Maintenance} \left[ \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right] \\
 &= \text{Rp. } 52.350.000,00 + \text{Rp. } 40.221.638,00 \left[ \frac{(1+0,075)^{20} - 1}{0,075(1+0,075)^{20}} \right] \\
 &= \text{Rp. } 52.350.000,00 + \text{Rp. } 40.221.638,00 (9,8181) \\
 &= \text{Rp. } 52.350.000,00 + \text{Rp. } 394.900.064,00 \\
 &= \text{Rp. } 447.250.064,05
 \end{aligned}$$

## 2. Alternatif 2

Alternatif kedua yang disusun untuk menyelesaikan permasalahan produktivitas pada sistem perajangan tembakau adalah pengolahan limbah debu dan gagang tembakau untuk dijadikan bahan campuran rokok. Dalam melakukan pengolahan tersebut dibutuhkan beberapa biaya untuk pengadaan mesin dan alat serta biaya operasional yang dijalankan selama melaksanakan alternatif tersebut. Biaya-biaya yang dibutuhkan yaitu sebagai berikut:

- a. Biaya investasi untuk pengadaan mesin dan alat pengolahan sebesar Rp. 651.000.000,00.
- b. Biaya Operasi dan Pemeliharaan pengolahan debu tembakau meliputi biaya konsumsi listrik dan perawatan (*maintenance*) mesin. Kebutuhan air yang digunakan pada proses pencampuran dengan debu tembakau menggunakan perbandingan 1:1.

Tabel 4.53 Biaya Operasional dan Pemeliharaan Pengolahan Debu Tembakau

| Komponen Biaya              | Kebutuhan                                                                                      |                                           |         | Biaya          |                   |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------|----------------|-------------------|
|                             |                                                                                                |                                           |         | Hari           | Bulan             |
| Operasional                 |                                                                                                |                                           |         |                |                   |
| Air                         | 100 liter                                                                                      | Volume = $0,1m^3 \times$<br>Rp. 17.700,00 |         | Rp. 1.770,00   | Rp. 46.020,00     |
| Zat Kimia                   |                                                                                                |                                           |         | Rp. 100.000,00 | Rp. 1.000.000,00  |
| Skilled Operator<br>3 Orang | Waktu Kerja : 26 Hari/Bulan                                                                    |                                           |         | Rp. 210.000,00 | Rp. 5.460.000,00  |
| Konsumsi Listrik            | Daya                                                                                           | Jam Operasi                               | Jumlah  | Hari           | Bulan             |
| Mesin dan Alat              | 180 kW                                                                                         | 3 Jam                                     | 540 kWh | Rp. 600.480,00 | Rp. 15.612.480,00 |
| Total Operasional           |                                                                                                |                                           |         |                | Rp. 22.118.500,00 |
| Pemeliharaan                |                                                                                                |                                           |         |                |                   |
| Mesin dan Peralatan         | 2% x Biaya Investasi Mesin dan peralatan = 2% x Rp 651.000.000,00 =<br>Rp. 13.020.000,00/Tahun |                                           |         |                |                   |

Keterangan: 1 kWh = Rp. 1.112,00 (Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia Nomor 31 Tahun 2014 Tarif Tenaga Listrik Untuk Industri per tanggal 1 Januari 2015)

c. Biaya penghematan

Apabila alternatif 2 direalisasikan maka penghematan yang didapatkan oleh perusahaan yaitu berupa penghematan penggunaan bahan baku yang digunakan dalam proses produksi. Dalam sehari perusahaan menggunakan 3000 kg tembakau untuk dicampurkan dengan cengkeh, saos, serta *flavor* dalam proses *blending*. Dengan menggunakan debu dan gagang tembakau yang diolah untuk menjadi bahan campuran dalam proses *blending* dapat menghemat jumlah *input* material yang digunakan yaitu sekitar 5% dari jumlah tembakau. Sehingga keuntungan yang dapat diperoleh dengan merealisasikan alternatif 2 adalah:

Penggunaan tembakau:

$5\% \times 3000 = 150 \text{ kg} \times \text{Rp. } 20.000,00 = \text{Rp. } 3.000.000,00 \times 312 \text{ hari}$  (Diasumsikan dalam satu bulan terdapat 26 hari kerja) = Rp. 936.000.000,00/Tahun.

Data-data biaya-biaya investasi dalam merealisasikan Alternatif 2 dapat dilihat pada

Tabel 4.54.

Tabel 4.54 Biaya Investasi dan Penghematan Alternatif 2 Sistem Perajangan Tembakau

| Biaya       | Penggunaan                                                    | Total/Tahun        |
|-------------|---------------------------------------------------------------|--------------------|
| Investasi   | Pengadaan Mesin dan Alat                                      | Rp. 651.000.000,00 |
| Operasional | Penggunaan air, zat kimia, gaji operator dan konsumsi listrik | Rp. 265.422.000,00 |
| Perawatan   | Pemeliharaan Mesin dan Alat                                   | Rp. 13.020.000,00  |
| Penghematan | Penghematan penggunaan material tembakau                      | Rp. 936.000.000,00 |

Analisa *Benefit-Cost* diperoleh dengan membandingkan penghematan yang diperoleh dan pengeluaran yang harus dikeluarkan oleh perusahaan dalam merealisasikan alternatif ini. Umur ekonomis ( $N$ ) dari alat dan mesin pengolahan debu tembakau yang direncanakan adalah 15 tahun pemakaian sesuai dengan spesifikasi pada mesin. Dalam perhitungan, tingkat suku bunga ( $i\%$ ) sesuai dengan tingkat suku bunga Bank Indonesia saat ini yaitu sebesar 7,5%.

$$\begin{aligned}
 \text{➤ } \textit{Benefit} &= \text{Penghematan/Keuntungan} \left[ \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right] \\
 &= \text{Rp. } 936.000.000,00 \cdot \left[ \frac{(1+0,075)^{15} - 1}{0,075(1+0,075)^{15}} \right] \\
 &= \text{Rp. } 936.000.000,00 (8,8271) \\
 &= \text{Rp. } 8.262.184.081,00 \\
 \text{➤ } \textit{Cost} &= \text{Investasi} + \text{Biaya } \textit{Operational \& Maintenance} \left[ \frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right] \\
 &= \text{Rp. } 651.000.000,00 + \text{Rp. } 278.442.000,00 \left[ \frac{(1+0,075)^{15} - 1}{0,075(1+0,075)^{15}} \right] \\
 &= \text{Rp. } 651.000.000,00 + \text{Rp. } 278.442.000,00 (8,8271) \\
 &= \text{Rp. } 651.000.000,00 + \text{Rp. } 2.457.835.378,00 \\
 &= \text{Rp. } 3.108.835.378,00
 \end{aligned}$$

Perhitungan *Benefit Cost Ratio* (BCR) secara keseluruhan berdasarkan total manfaat (*total benefit*) dan total biaya (*total cost*). Berikut merupakan perhitungan BCR dari tiap alternatif solusi yang telah disusun pada sistem perajangan tembakau yang dapat dilihat pada Tabel 4.55.

$$\text{BCR} = \frac{\text{Manfaat yang diperoleh}}{\text{Biaya yang dikeluarkan}}$$

Tabel 4.55 *Benefit Cost Ratio* Sistem Perajangan Tembakau

| Alternatif Solusi | Perhitungan BCR                                                                                                    | Hasil |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Alternatif 1      | $\frac{\textit{Benefit}}{\textit{Cost}} = \frac{\text{Rp. } 600.396.541,2}{\text{Rp. } 447.250.064,05} = 1,3$      | 1,3   |
| Alternatif 2      | $\frac{\textit{Benefit}}{\textit{Cost}} = \frac{\text{Rp. } 8.262.184.081,00}{\text{Rp. } 3.108.835.378,00} = 2,6$ | 2,6   |

#### 4.4 Analisa Dan Pembahasan

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai analisa serta pembahasan terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan. Analisa yang akan dilakukan berdasarkan neraca massa dan tingkat produktivitas perusahaan. Selain itu, dalam subbab ini juga akan dilakukan analisa pemilihan alternatif berdasarkan beberapa metode pemilihan yang telah

dilakukan, yaitu nilai investasi, hasil *feasibility analysis matrix* dan *benefit cost ratio*. Selanjutnya dilakukan analisa terhadap alternatif yang terpilih sebagai solusi pada penelitian yang dilakukan.

#### 4.4.1 Analisa Neraca Massa

Perhitungan neraca massa yang dilakukan untuk menunjukkan kesetimbangan massa material yang masuk dan keluar selama proses produksi berlangsung. Berdasarkan perhitungan neraca massa untuk tiap sistem produksi yang telah dilakukan, sebagian besar *output* yang dihasilkan lebih kecil daripada *input* yang digunakan. Sistem penimbangan dan pencampuran tembakau merupakan satu-satunya sistem yang tidak memiliki perbedaan antara massa yang masuk dan keluar.

Pada proses *primary* cengkeh terdapat beberapa tahap pengolahan dimana sistem perendaman cengkeh merupakan sistem yang memiliki perbedaan massa terbesar, jumlah *input* material cengkeh dan air yang digunakan yaitu 275,21 kg/jam namun produk cengkeh siap rajang yang dihasilkan sebesar 76,98 kg/jam. Perbedaan ini menunjukkan bahwa pada sistem tersebut terjadi *water loss*. Massa yang hilang pada sistem perendaman cengkeh yaitu berupa *waste* atau limbah cair rendaman cengkeh dengan volume yang cukup besar yaitu 188,3 kg/jam.

Pada proses *primary* tembakau juga terdapat selisih massa dimana tembakau kering yang digunakan sebesar 123,41 kg/jam namun setelah mengalami proses pengolahan dari pencampuran hingga pengeringan massa produk yaitu tembakau rajangan kering hanya sebesar 85,83 kg/jam. Selanjutnya pada proses *blending*, massa tembakau bertambah dikarenakan terdapat penambahan saos *casings* dan *flavor* yaitu menghasilkan produk *finished blend tobacco* sebesar 123,08 kg/jam. Pada proses pelintigan rokok massa *input* material yaitu sebesar 28,52 kg/jam namun hanya menghasilkan produk rokok batangan sebesar 22,75 kg/jam. Adanya perbedaan massa pada tiap sistem ini dikarenakan terdapat limbah yang dihasilkan pada saat proses produksi.

#### 4.4.2 Analisa Produktivitas Perusahaan

Perhitungan nilai produktivitas bertujuan untuk mengetahui tingkat produktivitas perusahaan. Dalam hal ini, perhitungan nilai produktivitas mengacu pada neraca massa tiap sistem produksi yang telah dilakukan sebelumnya. Berdasarkan perhitungan persentase nilai produktivitas, tingkat produktivitas tertinggi yaitu pada sistem penimbangan dan pencampuran tembakau yang memiliki nilai produktivitas sebesar 100%. Hal ini

dikarenakan pada sistem penimbangan dan pencampuran tembakau tidak terdapat perbedaan massa antara yang masuk dan keluar.

Pada Tabel 4.15 ditunjukkan bahwa sistem perendaman cengkeh merupakan sistem yang memiliki tingkat produktivitas paling rendah. Produktivitas pada sistem ini hanya sebesar 27,97% yang disebabkan oleh adanya perbedaan massa material yang digunakan dengan massa produk yang dihasilkan. Pada sistem ini massa yang hilang berupa limbah air rendaman cengkeh dengan volume yang cukup besar. Tingkat produktivitas terendah kedua yaitu pada sistem pelinting rokok di *secondary process*. Produktivitas pada sistem ini sebesar 79,76% yang disebabkan oleh adanya *waste* berupa produk cacat (*defect*) yang dihasilkan mesin *maker* dan bahan yang terbuang selama proses berlangsung. Selanjutnya, tingkat produktivitas terendah ketiga yaitu pada sistem perajangan tembakau dimana sistem ini memiliki nilai produktivitas sebesar 80,13%. Sistem perajangan tembakau masih belum cukup produktif dikarenakan adanya *mass loss* berupa gagang dan debu tembakau yang dihasilkan selama proses perajangan berlangsung.

Beberapa sistem yang memiliki tingkat produktivitas terendah dari sistem-sistem lainnya pada proses produksi PT. Ongkowidjojo disebabkan perbedaan massa *input* dan *output*. Perbedaan tersebut berupa *mass loss* dan *water loss* yang terjadi selama proses produksi. Untuk itu perlu dilakukan pemanfaatan terhadap limbah tersebut untuk dijadikan produk atau material yang dapat digunakan untuk kegiatan produksi. Dengan efisiensi material dan pemanfaatan limbah yang dilakukan akan meningkatkan nilai produktivitas pada tiap sistem produksi yang akan berdampak pada produktivitas perusahaan. Dalam menyelesaikan permasalahan pada ketiga sistem yang memiliki nilai produktivitas terendah akan dipilih solusi penyelesaian untuk masing-masing sistem.

#### 4.4.3 Analisa Pilihan Alternatif Solusi Berdasarkan Nilai Investasi

Dalam pemilihan alternatif dilakukan menggunakan beberapa metode, yang pertama yaitu alternatif akan dipilih berdasarkan nilai investasi. Pemilihan alternatif dilakukan pada masing-masing sistem yang memiliki tingkat produktivitas terendah yaitu sistem perendaman cengkeh, perajangan tembakau dan pelinting rokok. Nilai investasi yang dimaksud adalah total biaya yang harus disiapkan oleh perusahaan saat alternatif tersebut akan direalisasikan. Biaya investasi meliputi pembelian mesin dan alat, biaya pembangunan, dan biaya-biaya lain yang dibutuhkan.

Pada sistem perendaman cengkeh, nilai investasi yang harus dikeluarkan untuk alternatif 1 yaitu pembangunan instalasi pengolahan air limbah berupa *Biofilter* adalah

sebesar Rp. 62.714.960,00. Nilai tersebut merupakan total biaya dari biaya pembangunan dan pengadaan alat dalam pembangunan *Biofilter*. Sedangkan untuk alternatif 2 biaya investasinya yaitu sebesar Rp. 140.500.000,00. Biaya ini meliputi pengadaan mesin *Admoist* dan alat penyulingan minyak cengkeh.

Pada sistem pelintingan rokok terdapat tiga alternatif yang disusun. Dalam merealisasikan Alternatif 1 dan 2 pada sistem pelintingan rokok tidak memerlukan biaya investasi. Hal ini disebabkan pada alternatif 1 dilakukan penggantian *part* pada mesin *maker* secara berkala yaitu setiap setiap tahun sekali. Selanjutnya untuk alternatif 2 hanya dilakukan pembersihan dan pemberian pelumas serta penggantian *supplier* sehingga kedua alternatif tidak memerlukan biaya untuk investasi melainkan hanya biaya selama pelaksanaan alternatif. Sedangkan untuk alternatif 3, dilakukan pengadaan alat sensor yaitu sebesar Rp. 2.750.000,00.

Untuk sistem perajangan tembakau, terdapat dua alternatif yang dianalisa. Alternatif pertama dalam sistem ini memiliki nilai investasi sebesar Rp. 52.350.000,00 untuk pembelian *Sieve Complex*. Sedangkan pada alternatif 2, biaya investasi yang dibutuhkan yaitu sebesar Rp. 651.000.000,00. Nilai investasi ini digunakan untuk pengadaan beberapa mesin dan alat pengolahan limbah gagang dan debu tembakau untuk menghasilkan *reconstituted tobacco sheets* sebagai bahan campuran tembakau.

Pemilihan alternatif berdasarkan nilai investasi yang paling rendah. Sehingga berdasarkan perhitungan nilai investasi yang telah dilakukan, maka untuk sistem perendaman cengkeh Alternatif 1 yaitu pembangunan instalasi pengolahan air limbah berupa *Biofilter* dipilih sebagai solusi menyelesaikan permasalahan pada sistem tersebut. Untuk sistem perajangan tembakau, Alternatif 1 terpilih dikarenakan memiliki nilai investasi dalam pembelian *Sieve Complex* yang lebih rendah dibandingkan pengadaan mesin dan alat untuk pengolahan limbah gagang dan debu tembakau. Sedangkan untuk mengatasi permasalahan produktivitas pada sistem pelintingan rokok, Alternatif 1 dan 2 terpilih dikarenakan tidak diperlukan biaya investasi yang harus dikeluarkan. Alternatif terpilih berdasarkan nilai investasi pada tiap sistem dapat dilihat pada Tabel 4.56.

Tabel 4.56 Alternatif Terpilih Berdasarkan Nilai Investasi

| Sistem              | Alternatif Terpilih |
|---------------------|---------------------|
| Perendaman Cengkeh  | Alternatif 1        |
| Pelintingan Rokok   | Alternatif 1 dan 2  |
| Perajangan Tembakau | Alternatif 1        |

#### 4.4.4 Analisa Pilihan Alternatif Solusi Berdasarkan *Feasibility Analysis Matrix*

*Feasibility Analysis Matrix* digunakan untuk menentukan solusi berdasarkan beberapa kriteria. Hasil dari *Feasibility Analysis Matrix* yang telah dilakukan yaitu *score* atau nilai yang didapatkan untuk tiap alternatif pada tiap sistem tidak memiliki selisih nilai yang terlalu jauh. *Score* didapatkan dari penjumlahan nilai tiap-tiap kriteria dimana *score* pada tiap kriteria dikalikan dengan bobot (*weight*). Selanjutnya nilai-nilai pada tiap kriteria itu dijumlah untuk mengetahui alternatif mana yang memiliki peringkat tertinggi.

Pemilihan dilakukan berdasarkan alternatif yang memiliki *score* tertinggi. Pada sistem perendaman cengkeh Alternatif 1 yaitu yaitu pembangunan instalasi pengolahan air limbah berupa *Biofilter* dengan *score* 90 terpilih sebagai solusi dalam mengatasi limbah cair dan permasalahan produktivitas pada sistem ini. Selanjutnya, untuk sistem perajangan cengkeh Alternatif 1 yaitu penjualan cengkeh dan penambahan alat *Sieve Complex* dengan *score* 93 terpilih untuk mengatasi permasalahan produktivitas pada sistem tersebut. Sedangkan untuk sistem pelintingan rokok Alternatif 1 yaitu penggantian *part* mesin yang menimbulkan produk cacat secara berkala dengan *score* 89 terpilih sebagai solusi untuk mengurangi *waste* berupa produk cacat dan mengatasi permasalahan pada sistem tersebut. Alternatif terpilih berdasarkan *feasibility analysis matrix* pada tiap sistem dapat dilihat pada Tabel 4.57.

Tabel 4.57 Alternatif Terpilih Berdasarkan *Feasibility Analysis Matrix*

| Sistem              | Alternatif Terpilih |
|---------------------|---------------------|
| Perendaman Cengkeh  | Alternatif 1        |
| Pelintingan Rokok   | Alternatif 1        |
| Perajangan Tembakau | Alternatif 1        |

#### 4.4.5 Analisa Pilihan Alternatif Solusi Berdasarkan *Benefit Cost Ratio*

Metode pemilihan selanjutnya yaitu berdasarkan nilai *Benefit Cost Ratio*. yang bertujuan untuk mengetahui apakah tiap alternatif solusi yang telah disusun memiliki keuntungan secara finansial bagi perusahaan. *Benefit* merupakan keuntungan atau penghematan yang didapatkan oleh perusahaan ketika merealisasikan alternatif. Sedangkan *cost* merupakan total biaya investasi dan biaya operasional saat pelaksanaan alternatif. Alternatif dikatakan layak saat nilai BCR lebih dari 1. Dalam hal ini, pemilihan alternatif berdasarkan nilai BCR tertinggi.

Untuk sistem perendaman cengkeh, Alternatif 2 yaitu penggunaan mesin Admoist dan alat penyulingan terpilih sebagai solusi dikarenakan memiliki nilai BCR yang lebih tinggi yaitu sebesar 3,4. Selanjutnya, pada sistem pelintingan rokok tidak dilakukan perhitungan

BCR, sehingga pemilihan alternatif solusi berdasarkan *benefit* atau biaya keuntungan bagi perusahaan saat alternatif tersebut dilaksanakan. Alternatif 3 yaitu pemasangan alat sensor dan penggantian *supplier* terpilih dikarenakan memiliki nilai *benefit* atau keuntungan terbesar. Untuk untuk sistem perajangan tembakau, Alternatif 2 terpilih sebagai solusi dalam menyelesaikan permasalahan produktivitas pada sisitem ini dengan nilai BCR sebesar 2,6. Alternatif terpilih berdasarkan nilai *Benefit Cost Ratio* (BCR) pada tiap sistem dapat dilihat pada Tabel 4.58.

Tabel 4.58 A lternatif Terpilih Berdasarkan *Benefit Cost Ratio*

| Sistem              | Alternatif Terpilih |
|---------------------|---------------------|
| Perendaman Cengkeh  | Alternatif 2        |
| Pelintingank Rokok  | Alternatif 3        |
| Perajangan Tembakau | Alternatif 2        |

#### 4.4.6 Analisa Alternatif Terpilih

Dalam melakukan pemilihan alternatif yang terbaik pada tiap sistem dilakukan dengan beberapa pertimbangan yaitu berdasarkan nilai *Benefit Cost Ratio* (BCR) apakah alternatif yang dipilih memiliki keuntungan bagi perusahaan. Selanjutnya, apakah alternatif tersebut layak berdasarkan beberapa kriteria yang telah ditetapkan perusahaan. Dan untuk merealisasikannya nilai inestvasi yang dibutuhkan harus disesuaikan dengan kemampuan finansial perusahaan. Pemilihan alternatif juga disesuaikan dengan tujuan dari konsep *Green Productivity* yaitu melakukan efisiensi sumber daya dengan mereduksi jumlah material yang digunakan dan mengurangi limbah produksi yang terbuang ke lingkungan.

Berdasarkan beberapa pertimbangan yang telah dijelaskan sebelumnya maka untuk sistem perendaman tembakau, Alternatif 1 terpilih sebagai solusi dalam mengatasi permasalahan limbah cair dan produktivitas pada sistem tersebut. Meskipun Alternatif 1 yaitu pembangunan instalasi pengolahan air limbah (IPAL) berupa *biofilter* memiliki nilai BCR yang lebih kecil namun alternatif ini lebih layak berdasarkan hasil analisa *feasibility analysis matrix* dan membutuhkan nilai investasi yang lebih kecil dalam merealisasikannya.

Pada sistem pelintingank rokok, Alternatif 1 terpilih untuk mengatasi permasalahan produktivitas dengan mereduksi jumlah produk cacat (*defect*) yang dihasilkan. Pemilihan berdasarkan *score feasibility analysis matrix* yang tinggi sehingga dikatakan layak berdasarkan beberapa kriteria yang ditetapkan oleh perusahaan. Selain itu penggantian *part* secara berkala akan menghasilkan perbaikan secara berkelanjutan. Dengan alternatif ini

produk cacat yang dapat direduksi sekitar 2% sehingga menghasilkan *benefit* berupa penghematan bagi perusahaan.

Untuk mengatasi permasalahan limbah gagang dan debu tembakau dalam proses perajangan tembakau, Alternatif yang terpilih yaitu Alternatif 2 diakrenakan memiliki nilai BCR yang tinggi sehingga dapat menguntungkan perusahaan. Meskipun *score feasibility analysis matrix* lebih kecil dan membutuhkan nilai investasi yang cukup banyak. Namun, untuk keberlanjutan jalannya produksi alternatif ini dapat membantu peningkatan produktivitas perusahaan dengan menghemat material dan mengurangi limbah yang terbang ke lingkungan. Alternatif terpilih pada tiap sistem dapat dilihat pada Tabel 4.59.

Tabel 4.59 Alternatif Terpilih

| Sistem              | Alternatif Terpilih |
|---------------------|---------------------|
| Perendaman Cengkeh  | Alternatif 1        |
| Pelintingank Rokok  | Alternatif 1        |
| Perajangan Tembakau | Alternatif 2        |

#### 4.5 Estimasi Tingkat Produktivitas Alternatif Terpilih

Estimasi perhitungan tingkat produktivitas dilakukan pada alternatif terpilih untuk tiap sistem berdasarkan neraca massa. Pada sistem perendaman cengkeh, dengan alternatif terpilih yaitu penggunaan *biofilter* untuk mengolah air limbah rendaman cengkeh maka dapat dilakukan efisiensi dengan menggunakan air olahan untuk proses perendaman selanjutnya. Air olahan yang dihasilkan untuk tiap kali pengolahan yaitu sebesar 3568,14 liter. Dengan kebutuhan untuk perendaman sebesar 5000 liter maka air tambahan yang dibutuhkan untuk perendaman selanjutnya yaitu hanya sebesar 1431,86 liter. Sehingga *input* yang dibutuhkan dalam proses perendaman yaitu cengkeh kering sebesar 66,91 kg/jam dan tambahan air sejumlah 59,66 kg/jam. Sedangkan pada sistem pelintingank rokok, dengan menggunakan alternatif terpilih yaitu penggantian *part* berupa pisau pemotong, *vacuum fan* dan *vacuum pad* pada mesin *maker* secara rutin maka estimasi jumlah *output* yang dihasilkan bertambah sebanyak 2% sehingga estimasi *output* yang dihasilkan yaitu sebesar 23,20 kg/jam. Penambahan ini dikarenakan dengan mengganti *part* secara rutin dapat menurunkan jumlah produk *defect* sehingga jumlah produk yang dihasilkan dapat bertambah dari sebelum dilakukan perbaikan.

Untuk sistem perajangan tembakau, alternatif terpilih yaitu pengolahan gagang dan debu tembakau menjadi bahan campuran pada tembakau berupa *reconstituted tobacco sheets*. Dengan menggunakan alternatif ini, diestimasi terjadi pengurangan *input* yang sebanyak 5% dari jumlah tembakau yang biasa digunakan sehingga estimasi *input*

tembakau yang akan digunakan sebesar 117,23 kg/jam. Hal ini dikarenakan pada proses perajangan akan digunakan *reconstituted tobacco sheets* yaitu hasil dari pengolahan gagang dan debu tembakau sebagai bahan campuran tembakau yaitu sebanyak 5%. Estimasi jumlah *input* yang digunakan dengan merealisasikan alternatif terpilih pada tiap sistem dapat dilihat pada Tabel 4.60.

Tabel 4.60 Estimasi Jumlah *Input* Yang Digunakan

| No. | Sistem              | Estimasi Jumlah <i>Input</i> (kg/jam) |
|-----|---------------------|---------------------------------------|
| 1.  | Perendaman Cengkeh  | 126,57                                |
| 2.  | Pelintingan Rokok   | 28,52                                 |
| 3.  | Perajangan Tembakau | 117,23                                |

Untuk estimasi jumlah *output* yang dihasilkan dengan merealisasikan alternatif terpilih pada tiap sistem dapat dilihat pada Tabel 4.61.

Tabel 4.61 Estimasi Jumlah *Output* Yang Digunakan

| No. | Sistem              | Jumlah Estimasi <i>Output</i> (kg/jam) |
|-----|---------------------|----------------------------------------|
| 1.  | Perendaman Cengkeh  | 76,98                                  |
| 2.  | Pelintingan Rokok   | 23,20                                  |
| 3.  | Perajangan Tembakau | 99,05                                  |

Selanjutnya tingkat produktivitas dapat dihitung dengan membagi estimasi jumlah *output* dengan *input* sesuai dengan jumlah yang ditunjukkan pada Tabel 4.60 dan Tabel 4.61. Hasil perhitungan estimasi tingkat produktivitas pada tiap sistem dapat dilihat pada Tabel 4.62.

Tabel 4.62 Estimasi Tingkat Produktivitas Pada Tiap Sistem

| No. | Sistem              | Tingkat Produktivitas |
|-----|---------------------|-----------------------|
| 1.  | Perendaman Cengkeh  | 60,82%                |
| 2.  | Pelintingan Rokok   | 81,34%                |
| 3.  | Perajangan Tembakau | 84,49%                |

Sedangkan perbedaan tingkat produktivitas sebelum dan sesudah dilakukan perbaikan dengan merealisasikan alternatif terpilih pada tiap sistem dapat dilihat pada Tabel 4.63.

Tabel 4.63 Perbedaan Tingkat Produktivitas Sebelum dan Sesudah Perbaikan

| No. | Sistem              | Tingkat Produktivitas Sebelum Perbaikan | Estimasi Produktivitas Setelah Perbaikan |
|-----|---------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|
| 1.  | Perendaman Cengkeh  | 27,97%                                  | 60,82%                                   |
| 2.  | Pelintingan Rokok   | 79,76%                                  | 81,34%                                   |
| 3.  | Perajangan Tembakau | 80,13%                                  | 84,49%                                   |

Berdasarkan informasi pada Tabel 4.63 dapat dilihat bahwa dengan menggunakan alternatif terpilih pada tiap sistem akan memberikan peningkatan produktivitas. Pada sistem perendaman cengkeh penerapan alternatif terpilih memberikan peningkatan

produktivitas yang cukup besar dimana estimasi tingkat produktivitas dengan menggunakan alternatif tersebut yaitu sebesar 60,82% dengan peningkatan produktivitas dari sebelum perbaikan yaitu sebesar 32,85%. Hal ini dikarenakan pada proses perendaman terdapat efisiensi material dengan menggunakan air olahan hasil dari pengolahan limbah cair dengan menggunakan *biofilter*. Untuk sistem pelintingan rokok estimasi tingkat produktivitas dengan merealisasikan alternatif terpilih yaitu sebesar 81,34% sehingga peningkatan produktivitas yang dihasilkan sebesar 1,58%. Sedangkan pada sistem perajangan tembakau, estimasi tingkat produktivitas dengan menggunakan alternatif terpilih yaitu sebesar 84,49% sehingga peningkatan produktivitas yang diperkirakan yaitu sebesar 4,36%. Estimasi peningkatan produktivitas yang terjadi pada tiap sistem ini menunjukkan adanya efisiensi sumber daya material (*input*) yang digunakan serta peningkatan jumlah *output* yang dihasilkan apabila alternatif yang terpilih akan diterapkan.





c. Analisa Deret Seragam (*Annual Worth*)

Perhitungan dengan metode deret seragam dilakukan untuk mengetahui apakah alternatif yang dibandingkan layak untuk dipilih dalam menyelesaikan permasalahan produktivitas perusahaan. Untuk menghitung deret seragam dilakukan dengan mengurangi penghematan yang diperoleh dengan biaya tahunan yang harus dikeluarkan dalam merealisasikan alternatif. Rumus yang digunakan dalam menghitung deret seragam adalah:

$$A(i) = P(i) (A/P, i\%, N)$$

- Penghematan : Rp. 27.709.344,00
- Pengeluaran : Investasi (A/P, 8%, 20) + Biaya Operasional dan Perawatan  
Rp. 39.256.976,00 (0,1019) + Rp. 3.704.736,00  
Rp. 4.000.285,8 + Rp. 3.704.736,00  
Rp. 7.705.021,8

Keterangan: Tingkat suku bunga  $i\%$  sesuai dengan tingkat suku bunga Bank Indonesia saat ini yaitu sebesar 7,5% namun dibulatkan ke atas menjadi 8%.

- Nilai deret seragam (*Annual Worth*) untuk alternatif pengadaan *Biofilter*

A : Penghematan – Pengeluaran

: Rp. 27.709.344,00 - Rp. 7.705.021,8

: Rp. 20.004.322,2

d. *Payback Period*

*Internal Rate of Return (IRR)*

1) Menggunakan mesin *tobacco vibrator* sebagai alat pemisah tembakau dan debu dengan penampungan tertutup sehingga tidak tercampur dengan gas dan menjadi polusi udara bagi pekerja.

|                                         |               |                                                                            |                                                                 |
|-----------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Mengurangi partikel debu pada gas buang | <i>Reduce</i> | Menggunakan alat pemisah debu untuk memisahkan debu dari aliran gas buang. | 1. Manajer Produksi<br>2. Manajer Keuangan<br>3. Manajer Teknik |
|-----------------------------------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|

GFP dan weighcon digunakan untuk memberikan pasokan seragam untuk menyesuaikan. Batang masuk melalui ujung pakan terkena semprotan uap dari pipa besar pusat. Semprotan uap menambahkan kelembaban oleh kondensasi dan juga meningkatkan suhu produk. Air dikabutkan disemprotkan dari atas memungkinkan pengendapan partikel air di bergulingnya batang. Karena

batang sedang terus jatuh di uap dan air, penyerapan terjadi terutama karena aksi kapiler dari ujung.

The Admoist terdiri dari palung menurun dari bagian 'U', di mana rotor multi-berbilah ternyata. Rendah uap tekanan diperkenalkan melalui beberapa semprotan uap di poros pusat rotor, dan uap ini memanaskan dan melembutkan produk seperti yang diangkat dan jatuh oleh rotor. Sebagai rotor berubah, produk terus terkena aksi semprotan uap dari atas dan bawah.

Uap semprotan air atomised terletak di berbagai posisi di sepanjang bagian atas mesin. Ini semakin meningkatkan kelembaban produk ketika bergerak bersama mesin dari infeed untuk debit. Karena penambahan air secara bertahap dan progresif, produk ini mampu menyerap tanpa kelebihan air yang tersisa dalam mesin atau pada permukaan produk.

Produk tetap dalam proses biasanya antara 4 dan 5 menit, memberikan waktu yang cukup untuk kelembaban untuk menembus baik ke pusat-pusat batang atau cengkeh. Setelah proses Admoist, GARBUIO Dickinson merekomendasikan waktu sebagian besar 2-3 jam sebelum pemotongan.

Casing dapat diterapkan dalam Admoist jika diperlukan, dan nozzle terletak setengah jalan sepanjang mesin memastikan bahwa casing diterapkan untuk produk yang dipanaskan dan menerima penambahan casing. Setelah produk melewati semprot casing, waktu tinggal tersisa memungkinkan untuk casing yang akan diserap, sedangkan pencampuran dan jatuh aksi memastikan proses keseragaman.

The Admoist dasarnya membersihkan diri, sebagai produk itu sendiri slide atas permukaan internal palung U dan rotor. Bersih-di-tempat semprotan dimasukkan untuk digunakan pada akhir pengolahan setiap hari. Counter-skor akses pintu memungkinkan mudah pemeriksaan internal mesin. Karena palung U statis, tidak ada segel diameter besar untuk mempertahankan.

**Admoist Stem Conditioner** telah dikembangkan untuk meningkatkan baik kelembaban dan suhu produk, sementara mencapai penetrasi lengkap pendingin di seluruh penampang partikel individu.

Teknik Admoist begitu efektif sehingga telah memungkinkan untuk kondisi batang dari 11% menjadi 50% kelembaban dalam single pass, tanpa kelembaban permukaan jelas pada produk.

Aplikasi lain untuk Admoist termasuk pemanasan batang sebelum bergulir, dan penambahan 'casing' atau aditif lainnya yang dikombinasikan dengan proses pengkondisian.

Mayoritas berasal sistem pendingin dapat menjadi kotor, dan perlu dibersihkan sering untuk mempertahankan efisiensi. Admoist tidak menderita dari kesulitan ini, karena prosesnya secara inheren membersihkan diri.

The jatuh dan pencampuran tindakan rotor memastikan bahwa semua permukaan produk yang terkena pembasahan itu, mengukus dan jika dipasang semprotan casing.

Conditioning

<http://www.google.com/patents/US7387128>

Beberapa bentuk peralatan uap-memproduksi telah digunakan untuk pengkondisian tembakau sembuah selama bertahun-tahun. Berbagai jenis mesin uap diselamatkan, boiler dan peralatan lainnya telah disesuaikan untuk menghasilkan suhu tinggi, uap lembab yang akan melunakkan tembakau kering dengan jumlah yang cukup dari *output* dan waktu paparan.

Faktor-faktor penting dalam memilih dan menggunakan peralatan tersebut meliputi:

1. kuantitas *output* uap untuk kebutuhan tembakau,
2. bagaimana menerapkan uap
3. air dan bahan bakar sumber,
4. fitur keselamatan peralatan

Peralatan 'diselamatkan' tidak tersedia lagi dan selalu tunduk pada masalah keselamatan dan kerusakan. Dengan demikian, peralatan baru adalah pertimbangan yang lebih baik dan merupakan satu-satunya peralatan yang disetujui untuk hibah FIIF.

Sebuah pencarian untuk 'steam memproduksi' peralatan yang sesuai sekarang tersedia dan memiliki beberapa potensi dan penerapan untuk pengkondisian tembakau telah menghasilkan dua sumber perusahaan yang ditampilkan di Nat baru-baru ini. Mesin Pertanian Show. Ini akan tercantum di bawah ini setelah beberapa diskusi fitur umum dan pertimbangan untuk 'mengepul' tembakau.

The 'steam' unit saat ini adalah versi umumnya khusus pencuci air panas dengan pembakar bertenaga super untuk menghasilkan uap dan telah menambahkan fitur keselamatan. Suhu sampai 300 derajat. F disediakan oleh benar 'uap' unit pembangkit.

Unit yang lebih besar mengkonversi 4-6 galon air per menit menjadi uap. Jumlah tembakau ini akan 'kasus' atau 'order' tergantung pada suhu udara sekitar, kelembaban, kadar air titik awal dari tembakau dan gerakan udara di sekitar tembakau.

Unit uap menghasilkan yang baik gas propana atau minyak dipecat. (Minyak untuk portabilitas yang lebih baik) bahan bakar diesel adalah bahan bakar utama untuk minyak dipecat. Pembakar besar menghasilkan lebih dari 800.000 menjadi 1 juta BTU per jam mengkonsumsi 4-5 galon bahan bakar diesel per jam. Sebuah tekanan tinggi tipe piston pompa digunakan untuk menyediakan 100 sampai lebih dari 1000-2000 psi untuk aliran air. Pompa ini didukung oleh 3-5 hp motor listrik atau 8-12 hp twin-silinder mesin bensin. Air bersih yang dibutuhkan untuk operasi diandalkan jangka panjang. Kontrol dan perlindungan tekanan keselamatan ditampilkan pada peralatan dan bervariasi tergantung model dan produsen. Harga bervariasi dari sekitar \$ 2800 untuk \$ 8.000.

menerapkan uap yang berlebihan langsung ke tembakau dapat menyebabkan kelembaban kental pada tembakau dan menghasilkan garis-garis air dan potensi kerusakan tembakau di massal, tangan terikat bundel atau bale. Pekerja tembakau mengalami harus mudah mendeteksi kondisi ini dan menghindari kerusakan kualitas tembakau yang baik.

Peralatan pelembab menggunakan air untuk menghasilkan kabut atau uap halus melalui nozel tekanan tinggi, berputar disk atau bantalan dibasahi. *Output* bervariasi dengan jenis peralatan dan suhu lingkungan.

Perangkat yang menggunakan nozzle tekanan tinggi atau berputar teknik disk yang bergantung pada energi panas di udara untuk menguapkan kabut halus atau tetesan sebelum mereka menghubungi permukaan dalam ruang. Hangat udara, semakin cepat tetesan akan menguap dan menjadi uap lembab. Dalam 70 deg. F atau kondisi yang lebih tinggi, tetesan dapat menguap dalam jarak 5-10 kaki. Untuk kondisi dingin, tetesan dapat mengapung untuk 10-30 kaki sebelum sepenuhnya menguap. Jika tetesan menghubungi setiap permukaan (dinding, lantai, produk, dll), maka air terakumulasi untuk menghasilkan kondisi basah. Pengoperasian perangkat ini biasanya dikontrol oleh humidistat yang merasakan kelembaban relatif udara dan kekuatan perangkat kabut-memproduksi dan mematikan seperti yang diperlukan untuk membangun dan memelihara kelembaban relatif yang diinginkan.

Desain terbesar dapat menyediakan hingga 24-30 pound (sekitar. 3-4 galon) uap air per jam. Harga berkisar dari \$ 700- \$ 1500. Humidistats untuk mengoperasikan unit otomatis berkisar dari \$ 55 untuk unit rumah berkualitas hingga \$ 200 atau lebih untuk unit kualitas industri memiliki kemampuan untuk menyalakan motor tenaga kuda lebih besar dari humidifier.

Penggunaan yang paling mungkin dari jenis humidifier untuk pengkondisian tembakau akan berada dalam ruang pendingin. Frame atau trailer rel portabel / gerobak menggantung tembakau akan ditempatkan dalam ruang dan humidifier dioperasikan selama beberapa jam untuk kondisi tembakau untuk menanganinya. Panas tambahan harus menjadi bagian dari sistem seperti air menguap akan membutuhkan energi termal untuk mempertahankan penguapan. Lebih hangat lingkungan, semakin cepat tembakau akan menyerap kelembaban. Data dari studi sebelumnya telah menunjukkan waktu khas berikut untuk kondisi tembakau dimulai dengan tembakau sangat kering (kadar air 12%, basis basah) dan pelembab untuk kondisi penanganan yang baik (20% mc, db). Beberapa unit mungkin diperlukan di ruang besar.

#### Admoist

Product is conveyed through the admoist by the action of a three-bladed rotor, supported with in "U" shaped trough. The centre of the rotor is a perforated tube containing 26 holes in between two paddles, supplied with low pressure steam via a rotary union. This tube has three paddles attached to it at 160° interval. This tube is also known as the spurge pipe.

The admoist has 3 nozzles, out of which only the first two are kept in action while the third one has been closed. The first nozzle is used to spray water to increase moisture while the second one is used to spray casing. The nozzle design of the water nozzle is semi-circular to ensure maximum spray area on the stem. The tumbling action of the admoist is carried out by rotating at 5 rpm.

Thorough mixing is achieved by means of gentle tumbling action, which ensures that fresh faces of all particles are continually being presented to the steam and water sprays.

#### **Airlift**

Conditioned tobacco from bins is discharged into VOV (vibrating over vibrating) which transfers it to the air leg of the airlift.

*Reasons for Airlifting* to separate foreign material stone metal present in the leaf before feeding to cutter.

#### **Sieve Complex**

It is used to separate small lamina particles (through  $< \frac{1}{4}$ " ). These small particles are separated to reduce dust formation in cutter as it is already small and need not to be cut. The particles coming through  $\frac{1}{4}$  sieve is added back to lamina after cutter

#### **JET FILTERS**

is used to separate the dust-air emission which comes from the process. it is guaranteed that the certain value of polluted air, which is released back to the atmosphere is under certain levels when MSF used .

MSF is designed to filter 10000-6500m<sup>3</sup>/hour air. With cleaning system used, maximum bag chasing is provided. Cleaning process is used to two ways. The system can be designed for high air valves on demand. Replacement of the cages can easily be done since the cages are located vertically. For the occupational safety, accident and risk factors are very low. The system can be accessorized with sprinkler system, grounding, explosion doors and level sensors in dust bunkers on demand.

3. Pada proses perajangan di PT. Ongkowidjojo dihasilkan limbah gas. Selain pada proses *primary*, limbah gas juga dihasilkan pada proses pembuatan saos atau *assembling flavor*. Limbah gas tersebut berupa partikel debu (*dust particulate*) tembakau saat pengolahan. Limbah gas dapat menyebabkan penurunan kualitas udara di area produksi yang dapat membahayakan pekerja. Untuk mengatasinya dapat digunakan alat pemisah debu yang bertujuan untuk memisahkan debu dari aliran gas buang. Debu dapat ditemui dalam berbagai ukuran, bentuk, komposisi kimia, densitas, daya kohesi, dan sifat higroskopik yang berbeda. Alat pemisah debu yang dapat digunakan yaitu penapisan. Deretan penapis atau *filter bag* akan dapat menghilangkan debu hingga 0,1 mikron. Susunan penapis ini dapat digunakan untuk gas buang yang mengandung minyak atau debu higroskopik.

- Minimisasi timbulan debu seperti mengganti proses pembersihan dengan sistem sedot/ isap debu sebagai pengganti sistem penyemprotan dengan udara tekan.
- Pada sistem perajangan tembakau, alternatif terakhir untuk mengatasi limbah debu tembakau yaitu dengan penggunaan *dust collector* pada proses perajangan dengan sistem *closed collection system* yang memastikan debu yang terkandung tidak akan lolos ke atmosfer. Dengan pengumpulan debu dengan sistem ini, udara di lingkungan kerja tidak akan bercampur dengan pertikel debu (*dust particulate*) yang dihasilkan selama proses perajangan.

This production line has the advantages of small investment, environment protection without pollution during manufacturing, reducing cigarette production cost greatly and producing great economic profit. (recon)

