

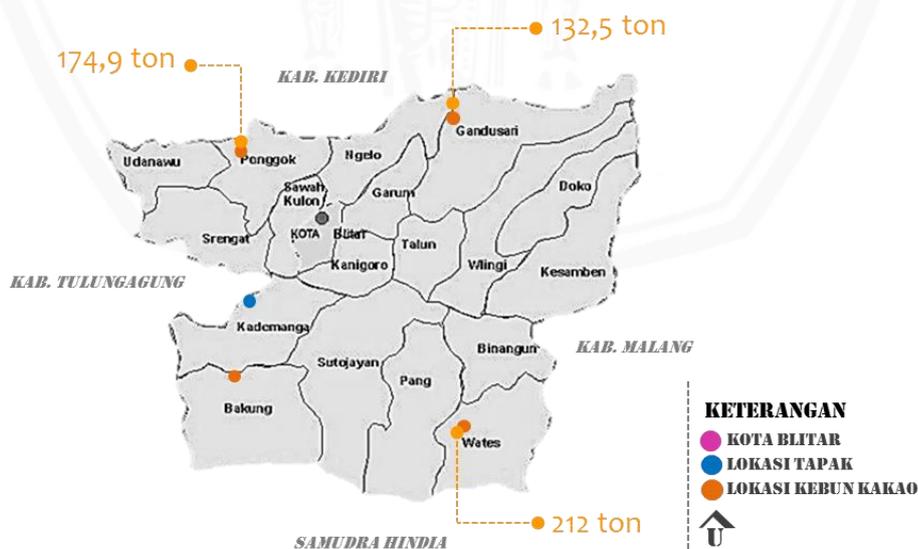
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tinjauan Umum Lokasi

4.1.1. Tinjauan umum Kabupaten Blitar

Kabupaten Blitar yang terletak di kaki Gunung Kelud mengakibatkan jenis tanahnya vulkanik mengandung pasir dan batu kapur tercampur tanah liat. Dengan suhu dan kondisi tanah yang baik menjadikan kabupaten Blitar memiliki bermacam sumber daya alam seperti hasil hutan, perkebunan, peternakan dan perikanan. Salah satunya pengembangan komoditi kakao oleh Pemerintah Provinsi Jawa Timur telah menambah area penanaman seluas 5.000 ha. Pengembangan tersebut difokuskan di wilayah selatan Jawa Timur termasuk Kabupaten Blitar untuk meningkatkan jumlah produksi komoditas kakao.

Perkebunan kakao di Kabupaten Blitar sudah dikembangkan dengan total produktifitas kakao pada tahun 2013 sebesar 1.450 kg/ha/th dengan luas lahan 4.610 ha. Kecamatan dengan produksi tertinggi adalah Kecamatan Wates dengan jumlah produksi kakao tertinggi yaitu 212 ton, diikuti Kecamatan Ponggok sebesar 174,9 ton, dan Kecamatan Gandusari sebesar 132,5 ton, dan selalu meningkat setiap tahunnya (Blitar Dalam Angka, 2014: 365).



Gambar 4. 1 Peta Kabupaten Blitar

Kabupaten Blitar merupakan salah satu kabupaten di Jawa Timur, terletak pada $111^{\circ}40'$ - $112^{\circ}10'$ BT dan $7^{\circ}58'$ - $8^{\circ}9'51''$ LS, dan terletak di kaki gunung Kelud. Ketinggian rata-rata 167 mdpl dan suhu rata-rata 29°C .

Batas wilayah Kabupaten Blitar :

- Sebelah Utara : Kabupaten Kediri
- Sebelah Timur : Kabupaten Malang
- Sebelah Selatan : Samudera Indonesia
- Sebelah Barat : Kabupaten Tulungagung

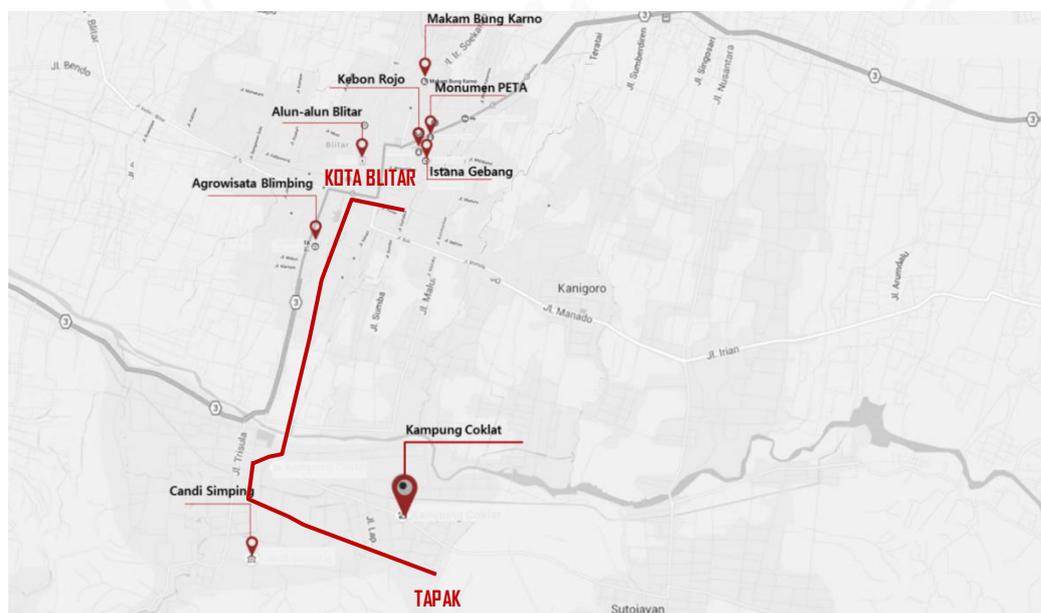
4.1.2. Tinjauan umum Kecamatan Kademangan

Tapak berada di Desa Plosorejo, Kecamatan Kademangan, Kabupaten Blitar. Kondisi topografis Kecamatan Kademangan, Blitar bagian tengah adalah dataran dengan ketinggian wilayah +246 meter di atas permukaan air laut. Memiliki morfologi terbentuk oleh batuan gamping atau kapur, untuk jenis tanahnya adalah tanah alluvial bahan induk endapan tanah liat dan pasir serta topografinya dataran.

Termasuk dalam wilayah Blitar bagian barat serta dilewati jalur wisata yaitu wisata goa, mata air, pantai dan beberapa arca candi. Jarak dari Kota Blitar sekitar 30 km ke arah selatan, dengan waktu tempuh 15-20 menit.

Batas wilayah Kecamatan Kademangan

- Sebelah Utara : Kecamatan Sanankulon, Kanigoro dan Kab. Tulungagung
- Sebelah Timur : Kecamatan Sutojayan dan Kecamatan Wonotirto
- Sebelah Selatan : Kecamatan Bakung
- Sebelah Barat : Kabupaten Tulungagung



Gambar 4. 2 Lokasi tapak dari Kota Blitar

Budidaya kakao terdapat pada 21 kecamatan di Kabupaten Blitar termasuk Kecamatan Kademangan. Kecamatan Kademangan juga termasuk dalam wilayah pengembangan industri besar dan industri kue dan makanan. Sektor Industri Pengolahan masih didominasi oleh industri kecil dan kerajinan rumah tangga, yang jangkauan pemasarannya sebagian besar untuk memenuhi kebutuhan pangsa pasar lokal dan regional serta sedikit ekspor.

4.2. Tinjauan Khusus Tapak

4.2.1. Kondisi eksiting kampung coklat

A. Batas-batas tapak



Gambar 4.3 Batas-batas tapak

Tapak dikelilingi oleh area persawahan dan dekat dengan permukiman penduduk. Tapak dilewati Jalan Banteng Blorok disisi selatan yang menjadi akses utama untuk pengunjung, serta jalan lingkungan disisi timur tapak untuk akses penerimaan dan pengiriman biji kakao, dan akses untuk karyawan.

Batas-batas tapak

1. Utara : Persawahan
2. Timur : Jalan lingkungan

3. Selatan : Jalan Banteng Blorok
4. Barat : Permukiman penduduk

B. Kajian bangunan eksisting di dalam tapak

Wisata Edukasi Kampung Coklat memiliki bangunan atau area yang dapat dibagi menjadi 3 fungsi yaitu, fungsi primer (pengolahan kakao serta fungsi wisata edukasi), fungsi sekunder (pengelola dan penunjang wisata), dan fungsi tersier (servis).

Lokasi telah dilengkapi dengan prasarana seperti akses jaringan jalan, jaringan penerangan dan listrik, jaringan drainase, jaringan telepon, jaringan air bersih, STP kawasan, sistem pembuangan sampah sebagai sarana penunjang bangunan industri.

Kajian bangunan eksisting adalah deskripsi eksisting dan permasalahan yang mungkin ditemukan pada bangunan di dalam tapak, untuk selanjutnya dapat diberikan rekomendasi sesuai dengan persyaratan atau peraturan yang sesuai. Aspek yang dikaji pada bangunan eksisting adalah aspek yang termasuk dalam ruang lingkup bangunan industri makanan berdasarkan Kementerian Perindustrian dan SNI serta standar lain yang berlaku.



Gambar 4.4 Bangunan eksisting dalam tapak

1. Kajian tata letak dan pemisahan ruang

Tata letak bangunan industri pengolahan makanan dipengaruhi oleh alur produksi yang bertujuan mempermudah aktivitas/proses produksi. Pemisahan ruang produksi

dipengaruhi oleh karakteristik proses produksi, tuntutan higienis, dan keterkaitan antar aktivitas yang berpengaruh terhadap kemudahan/kenyamanan produksi.

Tabel 4.1 *Kajian tata letak dan pemisahan ruang*

Kondisi eksisting	Kajian
<i>Tata letak</i>	
- Tata letak tidak sesuai dengan alur produksi (adanya aliran balik)	<ul style="list-style-type: none"> - Memperbaiki tata letak yang sesuai dengan alur produksi, standar hygiene dan mempermudah aktivitas produksi - Memperhatikan agar tidak terjadi aliran balik pada proses produksi
<i>Pemisahan ruang</i>	
- Tidak ada pemisahan ruang untuk area pencetakan dan pengemasan (masih dalam satu ruang)	<ul style="list-style-type: none"> - Diperlukan pemisahan antara ruang pencetakan, ruang pengemasan, karena pada proses pengemasan tenaga pekerja cukup banyak dan terdapat penumpukan sisa bahan yang dapat menjadi sumber kontaminasi - Pemisahan ruang disesuaikan dengan tingkat higienis produk
- Gudang penyimpanan biji kakao menjadi satu dengan area entrance penerimaan pengunjung	<ul style="list-style-type: none"> - Pemisahan gudang/area penerimaan dengan area entrance pengunjung, untuk menjaga higienis dan kenyamanan aktivitas, tanpa membatasi pengunjung untuk mengamati/melihat - Gudang penyimpanan membutuhkan kondisi yang bersih, kering, serta bebas dari hama

2. Kajian material selubung bangunan



Gambar 4.5 Material dinding eksisting

Tabel 4. 2 *Kajian dinding bangunan*

Kondisi Material	Kajian
<i>Ruang produksi</i>	
- Material dinding dalah kayu, triplek dengan pelapis dan triplek tanpa pelapis	<ul style="list-style-type: none"> - Material dinding triplek tanpa pelapis kurang sesuai karena sifatnya yang tidak anti air, sulit dibersihkan (dapat menimbulkan kontaminasi), kurang tahan lama, tidak tahan api, kemungkinan penumpukan bahan pada sambungan - Dinding berbahan triplek dapat diganti dengan material lebih kuat dan tahan lama dengan sifat halus dan mudah dibersihkan dan didesinfeksi
<i>Gudang biji kakao</i>	
- Dinding bata dengan lapisan finishing cat tembok	<ul style="list-style-type: none"> - lapisan cat tembok pada dinding kurang tepat diaplikasikan, karena sifatnya yang tidak mudah dibersihkan (meninggalkan noda) dan didesinfeksi - menggunakan bahan lain untuk lapisan dinding, yang mempunyai sifat mudah dibersihkan
<i>Ruang pengemasan dan cooking class</i>	
- Dinding bata dengan lapisan finishing cat tembok dan dinding sekat triplek	<ul style="list-style-type: none"> - Dinding berbahan triplek tidak tahan lama, sulit dibersihkan, dapat diganti dengan material lebih kuat, tahan lama dengan sifat halus, mudah dibersihkan dan didesinfeksi



Gambar 4.6 Material lantai eksisting

Tabel 4. 3 *Kajian lantai bangunan*

Kondisi Material	Kajian
<i>Ruang produksi</i>	
- Material penutup lantai ruang produksi berupa keramik putih ukuran 30x30	<ul style="list-style-type: none"> - Sifat keramik yang licin dapat memungkinkan terjadi kecelakaan seperti tergelincir/terpeleset - Dimensi keramik mempengaruhi kondisi nat

lantai yang berdampak pada penumpukan sisa produk dan debu

- Material lantai untuk ruang produksi sebaiknya kuat, halus (tanpa nat), mudah dibersihkan, anti licin dan tahan lama

Gudang

- Pada gudang biji kakao lantai berupa plester semen, dan beberapa bagian lantai ada yang rusak/retak
- Aktivitas dan jenis perabot (mesin) pada area produksi dapat mempengaruhi kekuatan lantai (seperti benturan, tergores atau pecah)
- Dibutuhkan material lantai kuat dan tahan lama



Gambar 4.7 Material langit-langit eksisting

Tabel 4. 4 *Kajian langit-langit bangunan*

Kondisi Material	Kajian
Ruang produksi	
<ul style="list-style-type: none"> - Ruang pencetakan dan pendinginan: atap asbes gelombang, dan langit-langit plafon eternit - Ruang pencampuran dan ruang pengemasan , genteng tanah liat dengan langit-langit plafon eternit - Bangunan galeri coklat : atap limasan, genteng tanah liat, langit-langit plafon triplek 	<ul style="list-style-type: none"> - Asbes gelombang kurang tepat diterapkan karena bahannya dapat memberi efek bagi kesehatan, kurang tahan lama, dan isolator yang kurang baik - Langit-langit asbes maupun triplek memiliki sifat yang tidak tahan terhadap api, air dan asap, kurang sesuai jika diaplikasikan pada ruang produksi - Langit-langit dapat diganti dengan material yang tahan panas/asap, tahan air, mudah dibersihkan dan halus
Gudang	
Gudang atap asbes gelombang, dengan ekspos rangka atap	- Menutup langit-langit gudang agar hama tidak mudah masuk

3. Kajian penghawaan dalam ruang

Tabel 4. 5 *Kajian penghawaan dalam ruang*

Kondisi eksisting	Kajian
<i>Ventilasi dan penghawaan alami</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - Penggunaan jendela sebagai sarana masuknya penghawaan alami masih digunakan pada ruang produksi kecuali ruang pencampuran - Dimensi bukaan pada dinding untuk menangani asap dan kelebihan asap belum dipertimbangkan - Tidak terdapat bukaan pada atap maupun langit-langit untuk menangani asap atau kelebihan panas 	<ul style="list-style-type: none"> - Menentukan dimensi bukaan yang dapat menangani asap dan kelebihan panas - Bukaan untuk ventilasi sebaiknya dilengkapi dengan pelindung (screen) untuk menghindari masuknya hama - Dibutuhkan tambahan ventilasi pasif maupun mekanik untuk ruang-ruang produksi yang menghasilkan asap dan panas terutama pada ruang yang menghasilkan panas seperti ruang sangrai, ruang refining (pencampuran), dan ruang fermentasi
<i>Penghawaan buatan</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - penghawaan buatan pada ruang produksi menggunakan AC split 	<ul style="list-style-type: none"> - penghawaan buatan pada area produksi (pencampuran, pencetakan, penyimpanan) perlu dipertimbangkan sesuai dengan sistem HVAC untuk menjaga kualitas produk dan kenyamanan pekerja khususnya pada ruang produksi antara dan produksi coklat.

4. Kajian pencahayaan dalam ruang

Tabel 4. 6 *Kajian pencahayaan dalam ruang*

Kondisi eksisting	Kajian
<i>Pencahayaan alami</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - Pencahayaan alami pada ruang produksi belum maksimal, karena sinar matahari terhalangi pohon kakao yang cukup rimbun 	<ul style="list-style-type: none"> - Jika memungkinkan penggunaan cahaya alami maka diperlukan bukaan yang memadai agar cahaya alami dapat masuk.
<i>Pencahayaan buatan</i>	
<ul style="list-style-type: none"> - pencahayaan buatan pada ruang 	<ul style="list-style-type: none"> - lampu yang digunakan sebaiknya

produksi juga belum merata, jenis lampu adalah fluorecent yang belum mendukung kriteria higienis dan keamanan (tidak memiliki pelindung)

memenuhi standar higienis dan memenuhi kebutuhan pencahayaan untuk aktivitas produksi.

5. Sarana sanitasi dan pengolahan limbah

Tabel 4.7 *Kajian sanitasi dan pengolahan limbah*

Kondisi eksisting	Kajian
<i>Sarana pembersihan</i>	
- Sarana cuci tangan pekerja tidak disediakan dekat dengan ruang produksi	- Sarana cuci tangan sebaiknya tersedia didekat ruang produksi, dilengkapi dengan lap/handuk, tempat sampah
<i>Sarana pembuangan limbah</i>	
- Sarana pembuangan dan pengolahan limbah belum dilakukan secara mandiri	- Perusahaan sebaiknya dapat mengolah limbah secara mandiri mengingat meningkatnya jumlah limbah khususnya limbah organik, sehingga meminimalisir sampah keluar
- Saluran sanitasi pada setiap ruang produksi tidak tersedia	- Menambahkan saluran sanitasi pada ruang produksi untuk memudahkan pembersihan

4.2.2. Rencana Pengembangan Perancangan

Pengembangan produk pada perusahaan adalah penambahan proses produksi kakao pasta (liquor) sebagai bahan baku pembuat makanan berbasis coklat, selama ini pabrik mendatangkan bahan baku dari pabrik lain. Hal ini didasari pada rencana pengembangan jangka panjang CV. Guyub Santosa pada tahun 2010 dengan pengembangan produksi kakao pasta 1,800 ton per tahun. Pengembangan produk juga didasari adanya minat pengunjung Kampung Coklat yang semakin bertambah.

Pengembangan produk akan merubah pola aliran material semula, begitu juga fasilitas produksi atau fungsi bangunan juga akan bertambah. Pengembangan pada bangunan pabrik dapat diartikan dengan redesign atau replanning. Salah satu alasan dari redesign atau replanning menurut Wignosoebroto adalah adanya perubahan/penambahan

volume produk dan adanya perbaikan terhadap tata letak maupun fasilitas bangunan pabrik.

Pengembangan perancangan sekaligus memberikan rekomendasi sesuai permasalahan yang telah dikaji pada bangunan eksisting maupun kemungkinan permasalahan yang ditimbulkan dalam pengembangan perancangan. Setiap aspek akan disesuaikan/dikolerasikan dengan standar Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik (*Good Manufacturing Practice*) yang dikeluarkan oleh Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia No.75/M-IND/PER/7/2010 serta konsep arsitektur ekologi yang mengacu pada GBCI (*Green Building Council Indonesia*).

Tabel 4. 8 *Evaluasi bangunan industri pengolahan kakao dan implementasi pada desain*

Permasalahan	Sintesa	Implementasi desain
1. Tata letak dan pengembangan fungsi		
<ul style="list-style-type: none"> - <i>Tata letak bangunan disesuaikan dengan alur produksi dan memenuhi standar higienis</i> - <i>Adanya pengembangan produk akan mempengaruhi penambahan fungsi/fasilitas bangunan industri</i> 		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adanya <i>back tracking</i> dan penggunaan fungsi ruang yang sama dengan aktivitas produksi yang berbeda ▪ Pengembangan produk akan menyebabkan penambahan fungsi/fasilitas produksi 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dapat menimbulkan kontaminasi silang ▪ Maka perlu adanya penataan letak dan pemisahan ruang sesuai dengan tuntutan higienis ▪ Pengembangan fungsi ruang disesuaikan dengan alur produksi yang baru 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Penambahan fungsi/fasilitas produksi (untuk pengolahan produk antara) ▪ Memperbaiki tata letak dan pemisahan ruang menurut zona higienis
2. Pencahayaan alami dan penghawaan alami		
<p><i>Penghematan energi operasional bangunan dengan teknik pasif pada sistem ventilasi dan penerangan alami</i></p>		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adanya pengembangan dan semakin meningkatnya skala produksi, mengakibatkan peningkatan penggunaan energi listrik pada bangunan industri 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Penggunaan teknik pasif pada sistem ventilasi dapat mereduksi kebutuhan energi listrik ▪ Pemanfaatan penerangan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Alternatif menggunakan teknik pasif dengan bukaan cahaya berupa jendela, <i>clerestory window</i>, <i>sawtooth roof</i> dan pemilihan material interior

- | | | |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ Antisipasi ketidaknyamanan termal pada bangunan eksisting yang menghadap barat-timur ▪ Antisipasi kontaminasi lewat pergerakan udara di dalam bangunan dan di luar bangunan | <p>alami pada siang hari, maka energi listrik untuk pencahayaan buatan dapat direduksi hingga 20%</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Penghawaan alami tetap mempertimbangkan aspek higienis | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mengantisipasi ketidaknyamanan termal dan silau pada sisi barat-timur bangunan dengan <i>shading device</i> dan <i>transitional space</i> sekaligus dapat dimanfaatkan sebagai sirkulasi pengunjung ▪ Mengantisipasi kontaminasi (proses produksi biji kakao) lewat udara dengan penataan massa sesuai zonasi higienis, dan letak inlet outlet ▪ Penataan vegetasi untuk mendukung kenyamanan termal di sekitar bangunan |
|--|--|--|

3. Aspek konstruksi dan material selubung bangunan

Penggunaan material selubung bangunan mempertimbangkan aspek higienis dan ekologi

- | | | |
|--|---|---|
| <p>Beberapa material selubung bangunan pada ruang produksi eksisting kurang sesuai dengan</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ standar higienis ▪ sulit dibersihkan ▪ sifat material tidak tahan lama ▪ tidak tahan terhadap air | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Penggunaan material yang tidak tahan air dan lembab dapat menimbulkan kontaminasi (timbulnya jamur/kapang pada biji kakao maupun coklat) ▪ Penggunaan material dengan tekstur kasar akan menyulitkan pembersihan/perawatan ▪ Material yang tidak kuat/tahan lama akan menyebabkan perawatan yang lebih sering | <p>Pemilihan material dengan fungsi dan aktivitas produksi kakao</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tidak lembab dan tidak menyerap air ▪ Material kuat dan tahan lama ▪ Tidak mengeluarkan toksik ▪ Bertekstur halus dan mudah dibersihkan |
|--|---|---|

4. Konservasi air

Antisipasi kebutuhan air yang meningkat pada pengembangan dengan daur ulang air

- | | | |
|---|---|---|
| <p>Kebutuhan air yang cukup tinggi terutama untuk kebutuhan</p> | <p>Daur ulang air sisa bekas cuci atau grey water untuk</p> | <p>Tersedianya instalasi pengolahan grey water pada tapak</p> |
|---|---|---|

sanitasi, kebutuhan karyawan dan kegiatan penyiraman pengunjung. Timbulan limbah air tanaman bekas yang besar akan membebani

5. Pengolahan limbah

Pengolahan limbah yang dihasilkan bangunan industri untuk mengurangi dampak lingkungan

Adanya limbah yang dihasilkan pada bangunan industri pengolahan kakao dapat menimbulkan dampak terhadap lingkungan	Pengolahan limbah organik kakao	▪ Tersedianya instalasi pengolahan limbah pada tapak
--	---------------------------------	--

4.3. Analisis Fungsi dan Pelaku

4.3.1. Analisis Fungsi

Terdapat tiga fungsi pada eksisting kampung coklat yaitu, fungsi primer (pengolahan kakao serta fungsi wisata edukasi), fungsi sekunder (pengelola dan penunjang wisata), fungsi tersier (servis). Pada dasarnya rancangan memiliki dua fungsi utama yaitu bangunan untuk mengolah biji kakao menjadi coklat serta wisata edukasi proses pengolahan coklat.

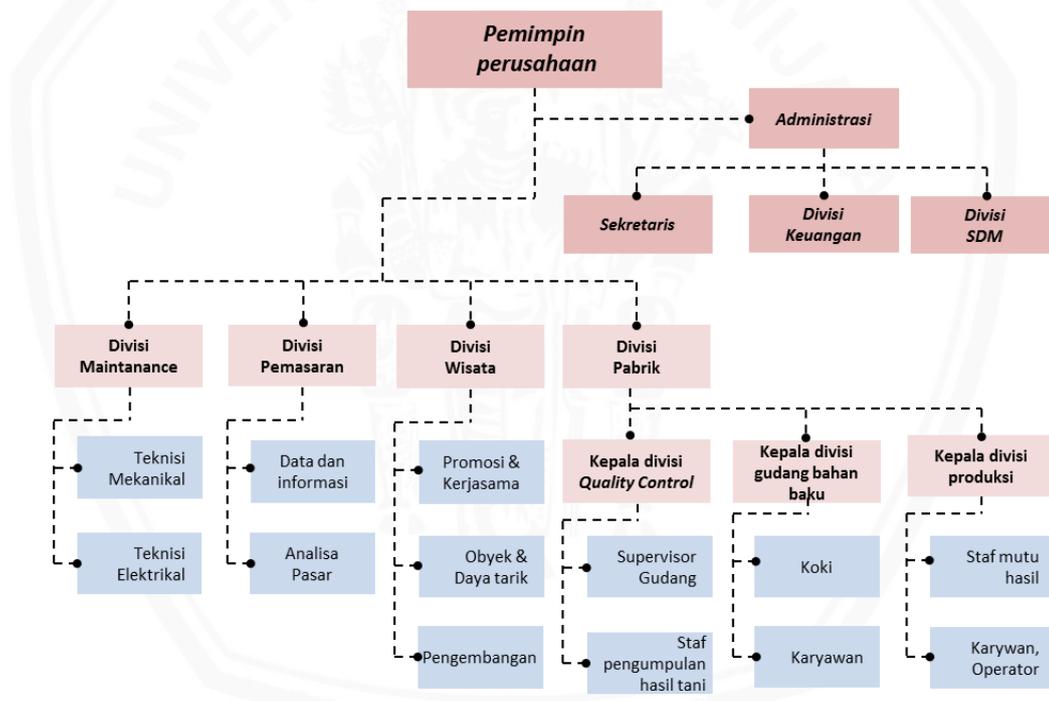
Selanjutnya dibentuk pembagian kelompok fungsi berdasarkan keutamaan fungsi bangunan, yaitu :

1. Fungsi Primer : fungsi utama pada bangunan industri pengolahan kakao
 - Ruang produksi mewadahi fungsi pengolahan produk
 - Gudang mewadahi fungsi penyimpanan bahan baku seperti biji kakao, bubuk kakao, bungkil kakao dan lemak kakao
 - Bangunan industri dapat dikunjungi sebagai tempat wisata edukasi dimana pengunjung dapat mengamati sebagian proses produksi
2. Fungsi sekunder : fungsi pendukung fungsi utama
 - Fasilitas pabrik, fungsi yang mewadahi fasilitas penunjang bagi proses produksi
 - Fasilitas penunjang wisata, fungsi yang mewadahi fasilitas penunjang dari wisata
 - Pengelolaan mewadahi fungsi yang berkaitan dengan manajemen dan administrasi industri
 - Pelayanan, fungsi pelayanan bagi pengunjung wisata edukasi
3. Fungsi Tersier : fungsi yang melengkapi dan menunjang fungsi primer dan sekunder

- Servis, fungsi yang mewadahi fasilitas yang mendukung seperti fasilitas parkir, ibadah, kantin dsb
- Utilitas adalah fungsi untuk mengontrol utilitas dalam bangunan

4.3.2. Analisis pelaku

Pelaku yang mengisi fungsi bangunan adalah seluruh karyawan yang menjalankan aktivitas di dalam pabrik, dalam proses produksi maupun manajemen serta para pengunjung yang memiliki tujuan wisata atau lain seperti kerjasama atau penelitian. Pegawai pabrik adalah orang yang bertugas dalam bidang administrasi maupun yang bekerja di dalam pabrik. Koki dalam hal ini adalah orang yang berkapasitas memasak/membuat produk olahan coklat. Pengunjung adalah orang yang dapat melihat dan mendapat informasi pengolahan kakao secara langsung, serta menikmati fasilitas wisata yang bersifat rekreatif.



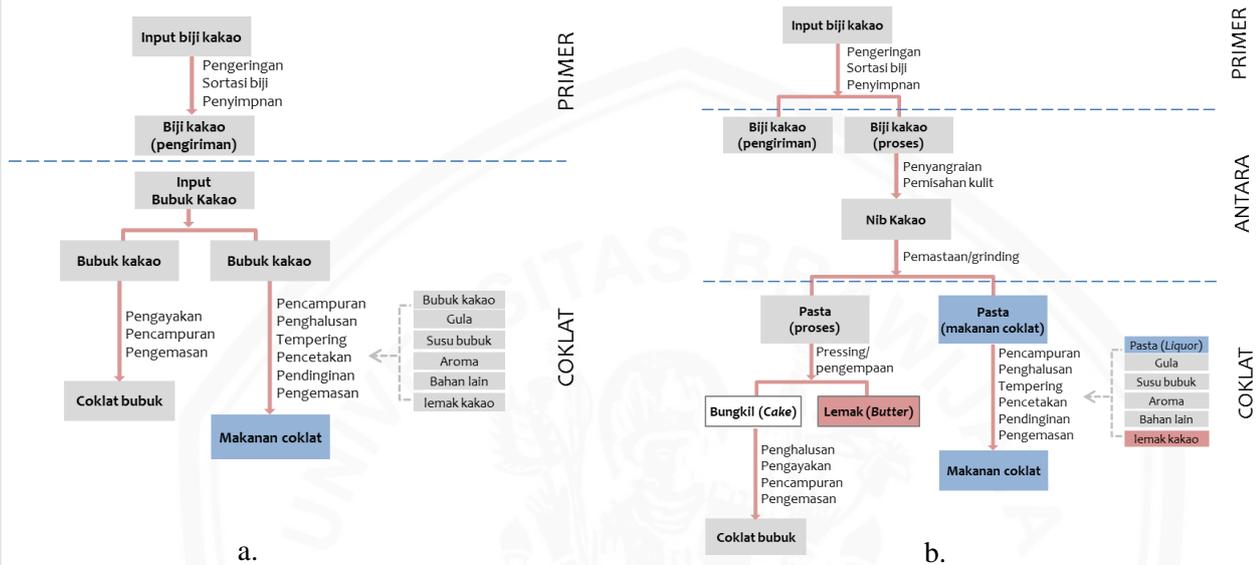
Gambar 4. 8 Struktur organisasi perusahaan

4.4. Analisis aktivitas produksi

A. Produk

Produk utama yang dihasilkan dalam pabrik adalah biji kakao kering dan makanan berbasis coklat. Bahan baku utama makanan berbasis coklat adalah kakao pasta

(liquor), namun selama ini pabrik mendapatkan bahan baku dari luar berupa kakao bubuk untuk diolah menjadi makanan coklat. Maka dari itu pengembangan dilakukan dengan penambahan proses produksi pasta kakao (liquor) sebagai bahan utama penghasil makanan berbasis coklat. Rencana pengembangan produksi yaitu sebesar 1.800 ton per tahun, dengan asumsi input produk 150.000 kg/bulan, 25 hari kerja, 8 jam/ hari.



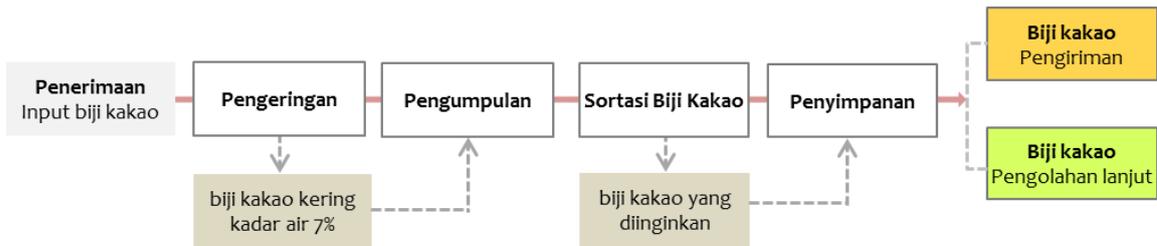
Gambar 4.9 a. Produksi eksisting, b. Produksi pengembangan

B. Proses produksi

Pada pengembangan, aktivitas produksi pengolahan kakao merupakan pengolahan hilir yaitu dengan penambahan proses produksi pasta untuk diolah sebagai makanan berbasis coklat. Aktivitas produksi dibagi menjadi tiga yaitu, pengolahan produk primer (biji kakao), pengolahan produk antara (pasta, lemak, dan bungkil) dan pengolahan produk coklat.

Tabel 4. 9 Analisis pengembangan aktivitas produksi primer

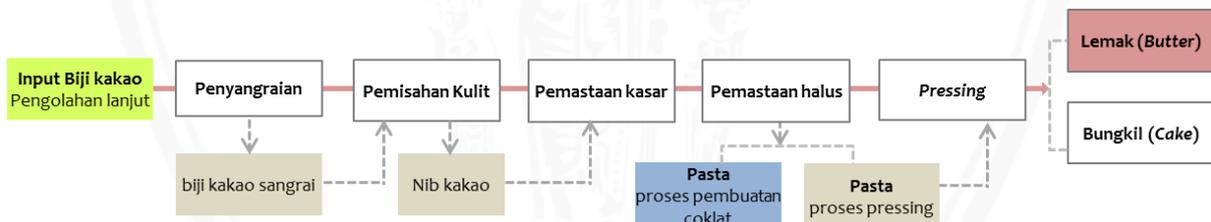
Aktivitas produksi eksisting	Aktivitas produksi pengembangan
<ul style="list-style-type: none"> • Pada eksisting, pengolahan produk primer berupa aktivitas penerimaan, penjemuran, sortasi, penyimpanan dan pengiriman. • Produk akhir dari pengolahan produk primer adalah biji kakao yang akan dikirim. 	<p>Pada pengembangan pengolahan produk primer, produk akhir biji kakao tidak hanya untuk dikirim keluar (dijual) , namun sebagian juga diolah lebih lanjut untuk proses pengolahan antara.</p>



Gambar 4. 10 Alur proses produksi primer

Tabel 4. 10 Analisis pengembangan aktivitas produksi antara

Aktivitas produksi eksisting	Aktivitas produksi pengembangan
<p>Pada eksisting, tidak terdapat pengolahan produk antara. Bahan baku pembuatan makanan berbasis coklat didapat/dibeli dari pabrik lain, bahan utama tidak menggunakan pasta kakao melainkan menggunakan bubuk kakao.</p>	<p>Pengolahan produk antara</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pengembangan bertujuan untuk menghasilkan pasta kakao (liquor) sebagai bahan baku dari makanan berbasis coklat. • Aktivitas yang ditambahkan adalah penyangraian, pemisahan kulit, pasting, pressing, dan penyimpanan. • Bahan baku yang dihasilkan dari pengolahan ini adalah pasta kakao dan lemak kakao (butter) untuk bahan baku coklat olahan, dan bungkil kakao (cake) untuk menghasilkan bubuk kakao (powder)

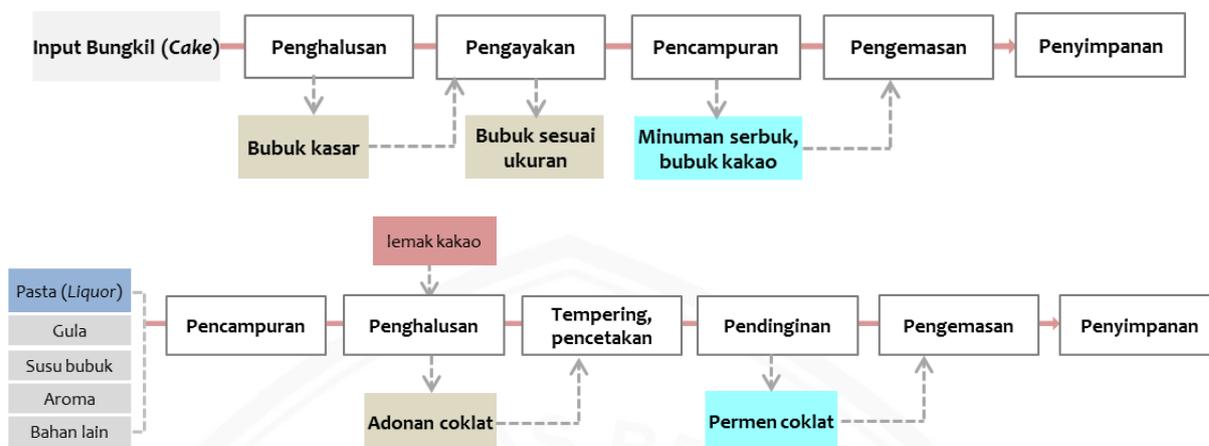


Gambar 4. 11 Alur proses produksi antara

Tabel 4. 11 Analisis pengembangan aktivitas produksi coklat

Aktivitas produksi eksisting	Aktivitas produksi pengembangan
<p>Pada eksisting pengolahan produk coklat adalah aktivitas mengolah bubuk kakao untuk menghasilkan produk berbasis coklat (permen coklat dan bubuk kakao)</p>	<p>Pengolahan produk coklat</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pengolahan produk coklat adalah lanjutan dari pengolahan produk antara. • Aktivitas pengolahan produk coklat sama seperti aktivitas eksisting, namun dengan bahan

baku pasta kakao dan lemak kakao dari hasil olahan sebelumnya.



Gambar 4. 12 Alur proses produksi coklat

Tabel 4. 12 Aktivitas produksi pengolahan kakao pada bangunan industri

Pelaku	Proses	Aktivitas proses produksi	
Pengolahan produk primer (biji kakao)			
Pegawai pabrik	Sortasi buah (*)	Buah dikumpulkan di area sorting dekat dengan kebun	disortasi secara manual
Pegawai pabrik	Penyimpanan/ pemeraman buah (*)	Buah kakao dimasukkan ke dalam keranjang rotan/ bambu/ karung yang dialasi dengan alas daun dan ditutup dengan daun2	Buah disimpan selama 5-7 hari dan ditempatkan ditempat yang teduh
Pegawai pabrik	Pengupasan kulit buah (*)	Buah yang matang dibawa dengan trolley ke area pengupasan	Buah dibelah secara mekanis dengan mesin <i>pod breaker</i> kapasitas 6-8 ribu buah/jam
Pegawai pabrik	Fermentasi (*)	Biji ditimbang, dikotak fermentasi biji dituangkan diatas daun pisang, dan ditutupi daun pisang/karung goni	dilakukan selama 2-6 hari, isi kotak dibalik tiap hari dengan memindahkannya ke kotak lain. Kapasitas kotak 750 kg biji kakao
Pegawai pabrik	Penerimaan bahan baku (biji kakao)	Biji kakao dalam karung datang dari petani	Truk masuk ke area loading dock, untuk menurunkan

		menggunakan truk	produk secara manual
Pegawai pabrik	Penyimpanan bahan baku biji kakao	Biji kakao dalam karung di turunkan dari truk dimasukkan ke dalam gudang penyimpanan	Biji kakao dalam karung ditimbang dan dicatat, selanjutnya dapat langsung dikeringkan
Pegawai pabrik	Penjemuran dan Pengeringan	Biji didalam karung dihamparkan di lantai penjemuran	dilanjutkan dengan pengeringan mekanis serta diukur kadar airnya
Pegawai pabrik	Mengumpulkan biji kakao kering	Biji dikumpulkan dan dikemas dengan karung lalu ditimbang	dimasukkan kedalam karung dan dipindahkan menggunakan troli/hand truck ke mesin sortasi
Pegawai pabrik	Mensortasi biji kakao	dimasukkan kedalam karung dan dipindahkan menggunakan troli/hand truck,	Biji kakao disortasi secara mekanik, dengan cara menuangkan biji ke dalam corong mesin
Pegawai pabrik	Penentuan mutu biji kakao	Sampel biji kakao dibawa kedalam laboratorium untuk diteliti	Biji kakao dipisahkan dan dikemas dengan berdasarkan mutu dan ukurannya
Pengolahan produk antara (pasta, lemak, bungkil)			
Pegawai pabrik	Penyangraian/ <i>roasting</i>	Biji kakao di angkut menggunakan wadah, dan dimasukkan dalam mesin sangrai	Biji kakao disangrai pada suhu 115 – 120 °C selama 20 sampai 30 menit
Pegawai pabrik	Pemisahan kulit biji/ <i>winnowing</i>	Biji kakao sangrai dipindahkan menggunakan wadah	Biji dimasukkan menggunakan <i>scoop</i> secara bertahap kedalam corong mesin <i>winnowing</i>
Pegawai pabrik	Pemastaan/ <i>grinding</i>	Mesin <i>winnowing</i> akan menghasilkan nib, nib yang sudah terkumpul dalam wadah, dimasukkan secara perlahan kedalam mesin <i>grinding</i>	Secara bertahap nib yang masih kasar dimasukkan menggunakan <i>scoop</i> kedalam mesin, diulang dua kali sampai membentuk pasta
Pegawai pabrik	Pengempaan/ <i>pressing</i>	Pasta dituangkan kedalam wadah silinder	Selanjutnya di press dan menghasilkan <i>cake</i> dan

butter

Pegawai pabrik	Pembubukan	<i>Cake</i> atau bungkil dimasukkan kedalam mesin silinder	Selanjutnya dihaluskan sampai membentuk bubuk
Pengolahan produk makanan coklat			
Koki	Pencampuran/ <i>refining</i>	Selanjutnya pasta coklat dituangkan ke dalam mesin ball mill dengan suhu terkontrol dengan menambahkan bahan tambahan	Coklat yang diproduksi dapat berupa <i>dark chocolate</i> , milk chocolate, <i>white chocolate</i> , atau coklat dengan rasa tertentu
Koki	Penghalusan/ <i>sifting</i>	Adonan coklat dituangkan kedalam <i>screen</i> mesin	Adonan di ratakan dan akan tersaring tanpa ada partikel kasar, menjadi coklat yg halus
Koki	Tempering	Adonan dituangkan kedalam mesin silinder, dan mengatur suhu	Adonan dipanaskan sampai suhu 48°C kemudian diturunkan 33°C
Koki	Pencetakan/ <i>molding</i>	Lubang pipa dapat dibuka untuk menuangkan adonan Dilanjutkan dengan pencetakan adonan	adonan akan mengalir kedalam cetakan langsung atau wadah
Koki	Pendinginan/ <i>demolding</i>	Cetakan lalu dimasukkan kedalam refrigerator	Setelah beku coklat dilepaskan dari cetakan dan dikumpulkan dalam satu wadah
Pegawai pabrik	Pengemasan	Coklat selanjutnya dibungkus satu per satu	Kemasan ditimbang dan dikumpulkan dalam wadah plastik atau kotak plastik sesuai jenis/macamnya
Pegawai pabrik	Penyimpanan produk	Coklat disimpan dalam lemari/rak penyimpanan sesuai dengan jenisnya	Selanjutnya coklat dipindahkan di butik/galeri coklat atau dikirim

C. Kapasitas mesin dan perlengkapan pengolahan

Kapasitas produksi dibutuhkan untuk mengetahui jenis mesin atau peralatan yang digunakan, dan kebutuhan besaran ruang. Data jumlah kapasitas yang didapat dari rencana pengembangan produksi yaitu sebesar 1.800 ton per tahun, dengan asumsi input produk 150.000 kg/bulan, 25 hari kerja, 8 jam/ hari.

Tabel 4. 13 *Kapasitas produksi per bulan*

Operasi mesin	Input (kg/bulan)	Ukuran batch	Scrap	Output (kg/bulan)	S (menit)	Q (batch)	E	H (menit)	R	F	P
Pengeringan	150.000	2.500	7%	139.500	320	60	0,98	12.000	0,98	1,66597 3	2
Sortasi	139.500	1.200	3%	135.315	60	116	0,98	12.000	0,98	0,60521 7	1
Penyangraian	135.315	1.000	2%	132.609	25	135	0,98	12.000	0,98	0,29353	1
Winnowing	132.609	400	13%	115.370	60	332	0,98	12.000	0,98	1,72595 7	2
Pemastaan kasar	115.370	200	0,50 %	114.793	60	577	0,98	12.000	0,98	3,00316 5	3
Pemastaan halus	114.793	200	0,50 %	114.219	60	574	0,98	12.000	0,98	2,98814 9	3
Pressing	114.219	150	0%	114.219	60	761	0,98	12.000	0,98	3,96427 7	4
Pencampuran	120.000	1.000	0%	120.000	60	120	0,98	12.000	0,98	0,62474	1
Homogenisasi	120.000	1.000	0%	120.000	60	120	0,98	12.000	0,98	0,62474	1
Penghalusan	120.000	1.000	0%	120.000	60	120	0,98	12.000	0,98	0,62474	1
Tempering	120.000	1.000	0%	120.000	60	120	0,98	12.000	0,98	0,62474	1
Pencetakan, pendinginan dan pengemasan	120.000	1.200	0%	120.000	60	100	0,98	12.000	0,98	0,52061 6	1

Keterangan :

Ukuran *batch* : kapasitas mesin dalam sekali proses

Scarp : sisa bahan

F : jumlah mesin yang dibutuhkan

- S : waktu standar per unit produksi (menit)
 Q : jumlah produk yang dapat diolah per periode (kg)
 E : performansi aktual (%)
 H : waktu yang tersedia untuk mesin (menit)
 R : *reliability factor* (%), presentase mesin tidak dalam keadaan *down*

Pemindahan barang atau *material handling* digunakan sebagai alat transportasi yang memiliki fungsi mengangkat, mengangkut, dan meletakkan produk untuk memudahkan pekerja. Pada proses produksi produk akan dipindahkan dari proses pertama kemudian berpindah ke proses selanjutnya.

Jenis *material handling* yang digunakan pada industri ini tergolong masih sederhana yaitu jenis *trucks* dan *conveyor*. Jenis *truck* digunakan untuk proses produk primer dan antara karena lebih fleksibel atau bebas bergerak, menangani beban yang tidak terlalu berat dan cukup dikendalikan oleh operator. Untuk jenis *conveyor* digunakan pada proses pencetakan, pendinginan, dan pengemasan. Karena kapasitas yang cukup banyak, dapat sekaligus dilakukan proses inspeksi produk jadi.

Tabel 4. 14 *Fasilitas pemindahan bahan pada ruang produksi*

Kode	Proses	Mesin	Komponen output	Proses (dari-ke)	Wadah komponen	Fasilitas pemindahan
A	Sortasi buah (*)	-	Buah kakao (*)	A-B	kontainer	<i>Hand trolley (mesh side)</i>
B	Pengupasan kulit buah (*)	<i>Pod breaker</i>	Biji kakao basah (*)	B-C	Ember/kontainer plastik	-
C	Pemerasan pulpa	Mesin pemeras pulpa	Biji kakao basah (*)	C-D	Ember/kontainer plastik	-
D	Fermentasi (*)	-	Biji kakao basah (*)	D-F	Ember/kontainer plastik	<i>Hand trolley (mesh side)</i>
E	Penerimaan bahan baku (biji kakao)	-	Biji kakao kering	E-F	Karung goni	<i>Hand pallet</i>
F	Penjemuran dan Pengeringan	-	Biji kakao kering	F-G	Karung goni	<i>Hand truck</i>
G	Mengumpulkan	Mesin	biji kakao	G-H	Karung goni	<i>Hand truck</i>

	biji kakao kering	pengering biji kakao	kering			
H	Mensortasi biji kakao	Mesin sortasi biji kakao	Biji kakao kering	H-J	Karung goni	<i>Hand truck</i>
I	Penentuan mutu biji kakao	-	Biji kakao kering	-	-	-
J	Penyimpanan biji kakao	-	Biji kakao kering	J-K	Karung goni	<i>Hand truck</i>
K	Penyangraian/ <i>roasting</i>	Mesin sangrai kakao kering (<i>roaster</i>)	Biji kakao kering	K-L	Ember stainless	<i>Trolley</i>
L	Pemisahan kulit biji/ <i>winnowing</i>	Mesin pemisah kulit kakao (<i>winnower</i>)	nib	L-M	Ember stainless	-
M	Pemastaaan/ <i>grinding</i>	Mesin pemasta kasar	Pasta kasar	M-N	Ember stainless	-
N	Pengempaan/ <i>pressing</i>	Mesin pressing	Lemak, bungkil	N-O N-P	Ember stainless	-
O	Pembubukan	Mesin penghalus bungkil / <i>conching</i>	Bubuk kakao	O-P	Ember stainless	-
P	Pengayakan	Mesin pengayak			Ember stainless	-
Q	Pencampuran	Mesin pencampur bubuk			Ember stainless	-
R	Pengemasan				Ember stainless	-
P	Pencampuran / <i>mixer</i>	Mesin pencampur (<i>mixer</i>)	Adonan coklat	P-Q	Ember stainless	<i>Hand trolley</i>
Q	Mesin penghalus /	Mesin	Adonan coklat	Q-R	Ember stainless	-

	<i>refiner</i> (rol bertingkat)	penghalus refiner (rol bertingkat)				
R	Pematangan / <i>conching</i>	Mesin penghalus adonan cokelat <i>conching</i>	Adonan coklat	R-S	Ember stainless	<i>Hand trolley</i>
S	Tempering	Mesin <i>Tempering</i>	Adonan coklat	S-T	Ember stainless	<i>Hand trolley</i>
T	Pencetakan/ <i>molding</i>	Mesin <i>tempering</i>	Adonan coklat	T-U	Cetakan	Pencetakan semi otomatis
U	Pendinginan/ <i>demolding</i>	refrigator	Adonan coklat	U-V	Cetakan	-
V	Pengemasan	Timbangan, pengemas	Makanan coklat	V-W	Kemasan	Pengemasan semi otomatis
W	Penyimpanan produk	-	Makanan coklat	W-X	<i>Box</i> karton	
X	Pengiriman/ galeri	-	Makanan coklat	-	-	-

D. Analisis kebutuhan ruang produksi

Aktivitas produksi melibatkan pelaku (karyawan), mesin atau perlatan, kebutuhan ruang, serta produk yang diolah. Pelaku dalam aktivitas produksi adalah orang yang bekerja dalam proses pengolahan kakao. Kebutuhan ruang dalam setiap proses meliputi area untuk meletakkan mesin, area untuk operator, area untuk meletakkan produk/material, area untuk pemindahan barang dan sirkulasi.

Tabel 4. 15 *Aktivitas produksi dan kebutuhan ruang produksi*

Pelaku	Proses	Aktivitas proses produksi
Pengolahan produk primer (biji kakao)		
Pegawai pabrik	Sortasi buah (*)	Ruang / area sortasi
Pegawai pabrik	Penyimpanan/ pemeraman buah (*)	Gudang penyimpanan buah

Pegawai pabrik	Pengupasan kulit buah (*)	Area pengupasan
Pegawai pabrik	Fermentasi (*)	Ruang fermentasi
Pegawai pabrik	Penerimaan bahan baku (biji kakao)	Area penerimaan (loading dock)
Pegawai pabrik	Penyimpanan bahan baku biji kakao	Gudang bahan baku (biji kakao) Area penimbangan
Pegawai pabrik	Penjemuran dan Pengeringan	Ruang penjemuran Ruang pengeringan
Pegawai pabrik	Mengumpulkan biji kakao kering	Area pengumpulan Area penimbangan
Pegawai pabrik	Mensortasi biji kakao	Ruang sortasi
Pegawai pabrik	Penentuan mutu biji kakao	Ruang <i>quality control</i>
Pengolahan produk antara (pasta, lemak, bungkil)		
Pegawai pabrik	Penyangraian/ <i>roasting</i>	Ruang sangrai
Pegawai pabrik	Pemisahan kulit biji/ <i>winnowing</i>	Ruang <i>winnowing</i>
Pegawai pabrik	Pemastaan/ <i>grinding</i>	Ruang produksi pasta Ruang <i>pressing</i>
Pegawai pabrik	Pengempaan/ <i>pressing</i>	Ruang penyimpanan cake dan butter
Pegawai pabrik	Pembubukan	Ruang pembubukan
Pengolahan produk makanan coklat		
Koki	Pencampuran/ <i>refining</i>	Ruang produksi coklat
Koki	Penghalusan/ <i>sifting</i>	Ruang produksi coklat
Koki	Tempering	Ruang produksi coklat
Koki	Pencetakan/ <i>molding</i>	Ruang produksi coklat
Koki	Pendinginan/ <i>demolding</i>	Ruang pendinginan
Pegawai pabrik	Pengemasan	Ruang pengemasan
Pegawai pabrik	Penyimpanan produk	Ruang penyimpanan/ gudang produk jadi

(*) Aktivitas hanya untuk pengolahan buah kakao yang berada didalam tapak

E. Analisis pelaku dan kebutuhan ruang non produksi

Aktivitas non produksi adalah aktivitas yang mewadahi fungsi sekunder dan tersier, antara lain aktivitas pelaku pada fungsi pengelola dan administrasi serta aktivitas pengunjung.

Tabel 4. 16 *Aktivitas dan kebutuhan ruang non produksi*

Pelaku	Spesifikasi Pelaku	Aktivitas	Ruang yang dibutuhkan	
Pemimpin perusahaan	Kepala perusahaan	- Masuk	- Tempat parkir	
		- Presensi	- Tempat presensi	
		- Memimpin rapat, mengontrol aktivitas pabrik, mengevaluasi, mengetik, menulis	- Ruang kerja	
		- Menerima tamu	- Ruang rapat	
		- Membersihkan diri	- Ruang tamu	
		- Ibadah	- KM	
		- Makan dan minum	- Mushola	
		- Istirahat	- Kantin	
				- Tempat istirahat
		Administrasi	Sekretaris	- Masuk
- Presensi	- Tempat presensi			
Divisi Keuangan	- mengikuti rapat, mengetik/ menulis		- Ruang kerja	
	- Membersihkan diri		- Ruang rapat	
Divisi SDM	- Ibadah		- KM	
	- Makan dan minum		- Mushola	
	- Istirahat	- Kantin		
		- Tempat istirahat		
Divisi pemasaran	Data dan informasi	- Masuk	- Tempat parkir	
		- Presensi	- Tempat presensi	
		- Mengikuti rapat, pertemuan, mengetik/ menulis	- Ruang kerja	
		- Membersihkan diri	- Ruang rapat	
	Analisa pasar	- Ibadah	- KM	
		- Makan dan minum	- Mushola	
		- Istirahat	- Kantin	
			- Tempat istirahat	

Divisi wisata	Promosi dan kerja sama	- Masuk - Presensi	- Tempat parkir - Tempat presensi		
	Obyek dan daya tarik	- Mengikuti rapat, pertemuan,mengetik/ menulis	- Ruang kerja - Ruang rapat		
	Pengembangan	- Membersihkan diri	- KM		
		- Ibadah - Makan dan minum - Istirahat	- Mushola - Kantin - Tempat istirahat		
Divisi Quality Control	Staf Mutu hasil	- Masuk - Presensi - Memeriksa/meneliti, menulis, mengetik - Membersihkan diri - Ibadah - Makan dan minum - Istirahat	- Tempat parkir - Tempat presensi - Laboratorium - KM - Mushola - Kantin - Tempat istirahat		
		Staf Tester	- Masuk - Presensi - Melakukan tester, menulis/mengetik - Membersihkan diri - Ibadah - Makan dan minum - Istirahat	- Tempat parkir - Tempat presensi - Ruang tester - KM - Mushola - Kantin - Tempat istirahat	
			Divisi Gudang	1. Kepala gudang	- Masuk - Tempat parkir
				2. Supervisor gudang	- Presensi - 1. Memimpin, mengontrol, mengevaluasi, menulis
	3. Staf pengumpulan hasil tani			- 2. Mengontrol, mengawasi keluar/masuk produk, menulis/mengetik	- Mushola - Kantin - Tempat istirahat
	4. Sopir			- 3. Mengontrol, mencatat produk masuk dari petani, mengorganisir produk - 4. Mengantar dan mendatangkan	

		produk	
		- Membersihkan diri	
		- Ibadah	
		- Makan dan minum	
		- Istirahat	
Divisi Maintenance	1. Staf Mekanikal	- Masuk	- Tempat parkir
	1. Staf Elektrikal	- Presensi	- Tempat presensi
		- 1. Mengontrol, memperbaiki peralatan elektrikal mekanikal	- Ruang Kerja
		- 2. Membersihkan dalam bangunan dan sekitar bangunan	- KM
		- Membersihkan diri	- Mushola
		- Ibadah	- Kantin
		- Makan dan minum	- Tempat istirahat
		- Istirahat	
		- Masuk	- Tempat parkir
		- Presensi	- Tempat presensi
Satpam		- Mengontrol dan menjaga keamanan di sekitar bangunan	- Ruang Kerja
		- Membersihkan diri	- KM
		- Ibadah	- Mushola
		- Makan dan minum	- Kantin
		- Istirahat	- Tempat istirahat
Divisi Produksi	1. Kepala divisi	- Masuk	- Tempat parkir
		- Presensi	- Tempat presensi
	2. Karyawan	- 1. Memimpin, mengawasi, menulis/mengetik	- Ruang ganti
		- Mengganti pakaian	- Ruang kerja
		- 2. Melakukan aktivitas produksi	- Pabrik
		- Membersihkan diri	- KM
	2. Koki	- Ibadah	- Mushola
	- Makan dan minum	- Kantin	
	- Istirahat	- Tempat istirahat	
Pelaku	Spesifikasi pelaku	Aktivitas	Ruang yang dibutuhkan

	Wistawan (rekreasi)	<ul style="list-style-type: none"> - Parkir - Masuk - Membeli tiket - Rekreasi - Membersihkan diri - Ibadah - Makan dan minum 	<ul style="list-style-type: none"> - Tempat parkir - Entrance - Loket - Fasilitas wisata - KM - Mushola - Kantin
	Pengunjung Pelajar/ akademisi	<ul style="list-style-type: none"> - Parkir - Masuk - Membeli tiket - Mengamati/meneliti, wawancara/diskusi, seminar - Rekreasi - Membersihkan diri - Ibadah - Makan dan minum 	<ul style="list-style-type: none"> - Tempat parkir - Entrance - Loket - Ruang Kerja, Lounge - Hall atau aula - Fasilitas wisata - KM - Mushola - Kantin

4.5. Analisis Besaran Ruang

Kebutuhan ruang untuk pabrik terdiri atas ruangan untuk proses produksi dan ruangan untuk non-produksi. Untuk menentukan kebutuhan ruang proses produksi digunakan aturan Apple (1997), yaitu : (1) kebutuhan luas ruangan untuk mesin adalah maksimal panjang mesin/alat dikalikan maksimal lebarnya, (2) kebutuhan luas ruangan untuk peralatan pembantu adalah maksimal panjang mesin/alat dikalikan maksimal lebarnya, (3) kebutuhan luas untuk operator adalah maksimal panjang mesin dikalikan 1.5 meter, (4) kebutuhan luas ruangan untuk bahan disesuaikan bentuk bahan/wadahnya, dan (5) kelonggaran yang dipakai adalah 200 persen. Kebutuhan luasan ruang produksi tergantung pada jumlah mesin / peralatan, tenaga kerja (operator) fasilitas produksi, serta jumlah dan jenis sarana lain yang mendukung kegiatan produksi yang bersangkutan.

Tabel 4. 17 *Besaran ruang produksi*

Nama ruang	Mesin atau peralatan kerja	Luas area yang dibutuhkan (m ²)			Subtotal x 150% 1,5	Jumlah mesin	Total luas area (m ²)
		Mesin atau perlengkapan	Ruang operator	Ruang material			

Area sortasi [*]	wadah (bambu,plastik)	-	$1.6 \times 1.6 = 2.56$	$0.6 \times 0.43 = 0.258$	4.227	-	4.227
Area pengupasan kulit buah [*]	<i>Pod breaker</i>	$3.1 \times 1.2 = 3.72$	$3.1 \times 1 = 3.1$	$0.74 \times 0.48 = 0.35$	10.75	1	10.75
Pemerasan pulpa	Mesin pemeras pulpa	$1.7 \times 0.7 = 1.19$	$1.7 \times 1 = 1.7$	$0.74 \times 0.48 = 0.35$	4.86	1	4.86
Ruang fermentasi [*]	Kotak fermentasi	$0.4 \times 0.4 = 0.16$	-	$0.74 \times 0.48 = 0.35$	0.765	10	7.65
Area penerimaan bahan baku	Truk barang	$3.4 \times 2 = 6.8$	$3.4 \times 1 = 3.4$	Karung goni/1ton $25 \times (1.2 \times 0.9) = 27$	55.8	-	55.8
Area penjemuran	Lantai jemur / terpal	-	$5 \times 1 = 5$	Terpal/2ton $5 \times 2 = 10$	22.5	3	67.5
Ruang pengeringan dan pengumpulan	Mesin pengering biji kakao	$8 \times 3 = 24$	$8 \times 1 = 8$	Karung goni/1ton $6 \times (1.2 \times 0.9) = 6.48$	57.72	2	115.44
R. sortasi	Mesin sortasi biji kakao	$2.6 \times 1.2 = 3.12$	$2.6 \times 1 = 2.6$	Karung goni/1ton $6 \times (1.2 \times 0.9) = 6.48$	18.3	1	18.3
R. <i>quality control</i> dan Laboratorium	Meja, kursi	Meja= 1.04 Kursi=0.56	$1.6 \times 1.6 = 2.56$	-	5.66	2	11.32
Gudang penyimpanan	-	-	$1.6 \times 1.6 = 2.56$	Karung goni/1ton $25 \times (1.2 \times 0.9) = 27$	44.34	-	44.34
Total area per departemen							340.187
R. penyangraian / <i>roasting</i>	Mesin sangrai kakao (<i>roaster</i>)	$2.9 \times 1.2 = 3.48$	$2.9 \times 1 = 2.9$	$0.74 \times 0.48 = 0.35$	10.1	1	10.1
R. pemisahan kulit biji/ <i>winnowing</i>	Mesin pemisah kulit kakao (<i>winnower</i>)	$1.1 \times 0.9 = 0.99$	$1.1 \times 1 = 1.1$	$0.74 \times 0.48 = 0.35$	3.66	2	7.32
R. pemastaan/ <i>grinding</i>	Mesin pemasta kasar	$0.8 \times 0.3 = 0.24$	$0.8 \times 1 = 0.8$	$0.74 \times 0.48 = 0.35$	2.1	3	6.3
R. pengempaan/ <i>pressing</i>	Mesin pressing	$1.5 \times 1.1 = 1.65$	$1.5 \times 1 = 1.5$	$0.74 \times 0.48 = 0.35$	5.25	4	21
R. Pembubukan	Mesin penghancur bungkil	$1 \times 0.8 = 0.8$	$1 \times 1 = 1$	$0.74 \times 0.48 = 0.35$	3.225	1	3.225

	Mesin pembubuk/ penghalus bungkil	$2 \times 2.75 = 5.5$	$2.75 \times 1 = 2.75$	$0.74 \times 0.48 = 0.35$	12.9	1	12.9
	Mesin pengayak	$1.8 \times 1 = 1.8$	$1.8 \times 1 = 1.8$	$0.74 \times 0.48 = 0.35$	5.925	1	5.925
	Mesin pencampur bubuk	$0.9 \times 1 = 0.9$	$1 \times 1 = 1$	$0.74 \times 0.48 = 0.35$	3.375	1	3.375
Total area per departemen							70.145
	Mesin pencampur (mixer)	$3.4 \times 2 = 6.8$	$3.4 \times 1 = 3.4$	$0.74 \times 0.48 = 0.35$	15.8	1	15.8
R.Pencampuran / refining	Mesin penghalus refiner (rol bertingkat)	$2.5 \times 2 = 5$	$2.5 \times 1 = 2.5$	$0.74 \times 0.48 = 0.35$	11.8	1	11.8
	Mesin penghalus adonan cokelat <i>conching</i>	$1 \times 1 = 1$	$1 \times 1 = 1$	$0.74 \times 0.48 = 0.35$	3.52	1	3.52
R.Tempering	<i>Tempering</i>	$1 \times 1 = 1$	$1 \times 1 = 1$	$0.74 \times 0.48 = 0.35$	3.52	1	3.52
pencetakan/ <i>molding</i>	Mesin pencetakan, pendinginan, dan pembungkus	$23 \times 1.2 = 27.6$	$1.6 \times 1.6 = 2.56$	$0.74 \times 0.48 = 0.35$	45.765	1	45.765
R. Pendinginan/ <i>demolding</i>							
R. Pengemasan	alat pengemas	$3 \times 1 = 3$	$3 \times 1 = 3$	$0.74 \times 0.48 = 0.35$	9.52	1	9.52
R. penyimpanan	Rak		-				
Total area per departemen							89.385

Keterangan :

Ruang mesin : panjang x lebar mesin atau perlengkapan yang dipakai untuk mengolah

Ruang operator : panjang atau lebar maksimum dari mesin yang digunakan dikalikan 1 meter

Ruang material : luas area untuk tempat meletakkan produk jadi, seperti kontainer, pallet dll

Subtotal x 150 % untuk memberikan area tambahan bagi keperluan pemindahan bahan, perawatan mesin, dan gerakan perpindahan yang cukup leluasa bagi operator.

Tabel 4. 18 *Besaran ruang produksi dan non produksi*

Fungsi	Kebutuhan Ruang	Jumlah	Besaran	Sub	Sumber
--------	-----------------	--------	---------	-----	--------

				Total	
				(m²)	
Fungsi Primer					
Ruang produksi	Ruang produksi	1		1746,12	Apple, Wignosoebr oto Puslitkoka,
	Sirkulasi pengunjung		20% x 1746,12	349,224	
Fungsi Sekunder					
Fasilitas Pabrik	Ruang kesehatan		Ruang periksa 2.1x2.7=5.67 m ² Ruang pengobatan 2.7x5.1=13.77 m ² Ruang tunggu 2.1x2.25=4.725 m ² Toilet 2(1.5x1) =3 m ²	25.665	Apple
	Kamar mandi	6	Toilet laki2 3x(0.85x1.5)m =3.825 Urinal 3 (2.2x1.1)m =7.26 Wastafel 1x(1.5x0.6)m= 0.9 Toilet wanita 3x(0.85x1.5)m=3.82 5 Wastafel 2x(1.5x0.6)m=1.8	17.61	Apple
	Ruang ganti	2	0.5m ² /employee <i>Working figure</i> 0.5m ² x50= 25m ² <i>Locker</i> 0.5m ² x50=25m ²	50	Data Arsitek
	Ruang istirahat	1	0.225x50	11.25	Apple
	Gudang peralatan	1		20	Analisis

	Kantin	1	1.5m ² /orang x50orang	75	Data Arsitek
Pelayanan administrasi	Ruang kerja	3	(3x4) m x 1=12 m ² (3x3) m x 5 =45 m ² (3.5x2) m x 4=32 m ²	89	Apple
	Ruang rapat		0.225 x10= 2.25 m ² Meja 1.2 m ² x10=12 m ² Kursi 0.56 m ² x 10=3.36 m ²	17.61	Apple
	Ruang presensi		0.225x3	0.675	Analisis
	Pantry				
Pelayanan wisata	Ruang informasi	1	15	15	Data Arsitek
	Loket tiket			12	
	Galeri/butik Coklat	1		64	
	<i>Outdoor café</i>	1	1.6m ² /seat x 50 = 80m ²		Data Arsitek
	<i>Cooking class</i>	1	R. kelas = 30m ² R. ganti dan persiapan=20m ²	50	Data Arsitek
	Aula/ruang seminar	1	Aula 15x8.5 m Display area 15x2 m	157.5	Data Arsitek
	Area pembibitan		45 m x 23 m	1440	Eksisting
Fungsi Tersier					
Servis	Lobby	1	0.225x100	22,5	Apple
	Ruang tamu	2	0.225 x10= 2.25 m ² Meja 1.04 m ² x1=1.04 m ² Kursi 0.56 m ² x 6=3.36 m ²	13.3	Apple
	Pos satpam	2	4.5m ² /orang x2	9	Data Arsitek
	Kamar mandi		Toilet laki2 3x(0.85x1.5)m =3.825	18.51	Apple

			Urinal 3 (2.2x1.1)m =7.26		
			Wastafel 2x(1.5x0.6)m= 1.8		
			Toilet wanita 5x(0.85x1.5)m=3.82		
			5		
			Wastafel 2x(1.5x0.6)m=1.8		
Mushola	1	Ruang shalat (1.0x0.6)m x50=30m ² KM (0.85x1.5)m x4=4.8m ² Tempat wudlu pria 0.6x0.4)m x10= 2.4m ² Tempat wudlu wanita (0.6x0.4)m x10= 2.4m ² Ruang transisi 12m ²	51.6	Analisis	
Utilitas	Kantin	2	1.5m ² /orang x50 orang	75	Data Arsitek
	Area parkir	1		494	Dishub
	Ruang instalasi air bersih	1	Mesin=12 R.Operator=24	36	Jurnal
	Ruang instalasi listrik	1	Mesin=16 R.Operator=18	34	Jurnal

4.6. Analisis pola aktivitas ruang

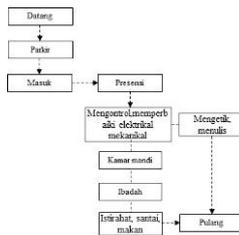
Tabel 4. 19 Analisis pola aktivitas pada ruang non produksi

Pelaku	Ruang	Pola aktivitas
--------	-------	----------------

<p>Pemimpin perusahaan</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tempat parkir - Tempat presensi - Ruang kerja - Ruang rapat - Ruang tamu - KM - Mushola - Kantin - Tempat istirahat 	
<p>Administrasi Divisi pemasaran</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tempat parkir - Tempat presensi - Ruang kerja - Ruang rapat - KM - Mushola - Kantin - Tempat istirahat 	
<p>Divisi wisata</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tempat parkir - Tempat presensi - Laboratorium - KM - Mushola - Kantin - Tempat istirahat 	
<p>Divisi Quality Control</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tempat parkir - Tempat presensi - Ruang kerja, gudang - KM - Mushola - Kantin - Tempat istirahat 	
<p>Divisi Gudang</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tempat parkir - Tempat presensi - Ruang kerja, gudang - KM - Mushola - Kantin - Tempat istirahat 	

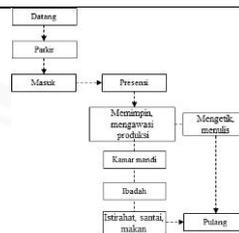
Divisi Maintenance

- Tempat parkir
- Tempat presensi
- Ruang Kerja
- KM
- Mushola
- Kantin
- Tempat istirahat



Divisi Produksi

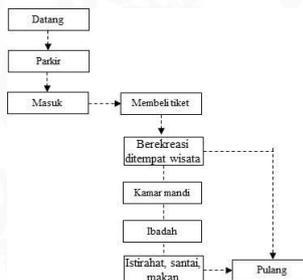
- Tempat parkir
- Tempat presensi
- Ruang ganti
- Ruang kerja
- Pabrik
- KM
- Mushola
- Kantin
- Tempat istirahat



Pengunjung

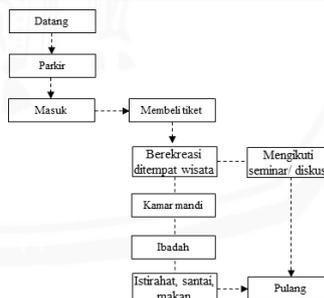
- Wistawan (rekreasi)

- Tempat parkir
- Entrance
- Loker
- Fasilitas wisata
- KM
- Mushola
- Kantin



- Pelajar/ akademisi

- Tempat parkir
- Entrance
- Loker
- Ruang Kerja, Lounge
- Hall atau aula
- Fasilitas wisata
- KM
- Mushola
- Kantin



4.7. Persyaratan kualitatif ruang

Setiap tahap produksi memiliki karakteristik proses yang berbeda yang mempengaruhi higienitas produk maupun kenyamanan pekerja. Untuk menjaga higienis produk dan menghambat kontaminasi diperlukan upaya penyekatan (*barrier*) serta pembagian zonasi ruang/area sesuai karakteristik proses. Zonasi ruang berdasarkan tingkat prioritas dan pengendalian higienis sesuai dengan standar Cara Produksi Pangan yang Baik secara berurutan yaitu Zona B (*basic*), Zona M (*medium*), dan Zona H (*high care*).

Tabel 4. 20 Analisis keterkaitan aktivitas dan karakteristik proses

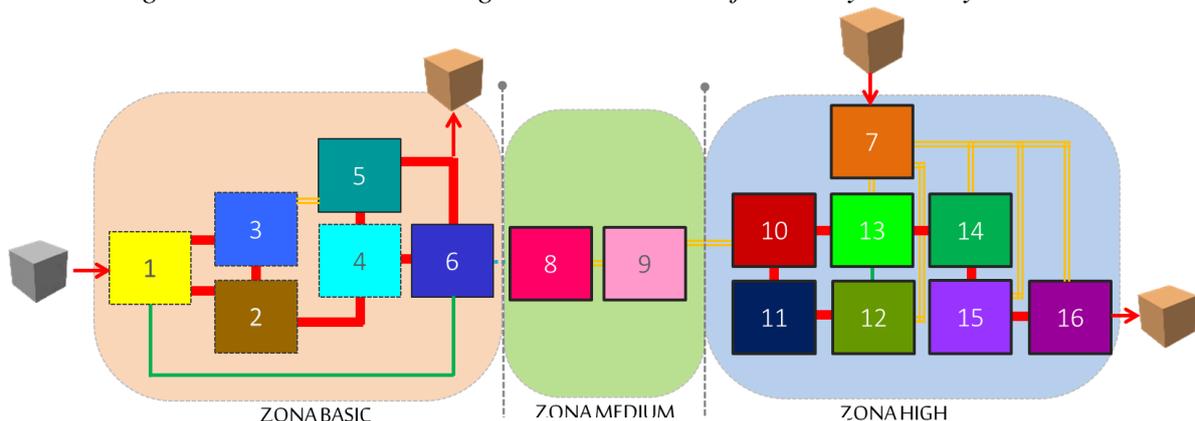
Produksi			
Nama Ruang	Keterkaitan aktivitas	Karakteristik proses	Zonasi (**)
R. Sortasi buah	jarak cukup jauh dengan zona H	- Terdapat debu, kotoran/ benda asing	B
R.Penyimpanan/ pemeraman buah	- terpisah	- Terdapat debu, kuman	B
Ruang Fermentasi	- terpisah	- lembab-basah	B
Gudang penerimaan bahan baku (biji kakao)	- dekat area pencucian - dekat area penjemuran	- Terdapat debu, biji kakao dalam keadaan kering/ basah - aktivitas menurunkan dan mengangkut produk yang intensif	B
Area Penjemuran	- terpisah - medapat panas optimal - dekat dengan area penerimaan - dekat dengan ruang sortasi	- panas - kontaminasi debu, benda asing/kotoran yang masih bercampur dengan biji kakao	B
Ruang Pengeringan mekanis	- terpisah - terdapat sirukalsi udara - dekat dengan area penjemuran	- panas - debu, benda asing/kotoran yang masih bercampur dengan biji kakao	B
Ruang sortasi	- dapat menyatu dengan ruang penjemuran/pengeringan - dekat dengan ruang penyimpanan	- debu, benda asing/kotoran yang masih bercampur dengan biji kakao	B
Ruang penyimpanan dan pengiriman biji kakao	- dekat ruang sortasi dan terpisah	- debu, kuman - aktivitas mengangkut dan memindahkan produk yang intensif	B
Gudang penyimpanan bahan tambahan dan penolong	- dekat dengan ruang pencampuran dan terpisah - dekat dengan ruang pembubukan dan terpisah	- terdapat kemungkinan sisa atau penumpukan sisa bahan	M
Ruang penyangraian	- terpisah	- menghasilkan sisa panas	M

Ruang <i>winnowing</i>	- dekat dengan ruang penyimpanan - dekat dengan ruang pemastaan dan terpisah	- berdebu, terdapat limbah kulit dalam ukuran kecil	M
Ruang produksi pasta	- dekat dengan ruang <i>winnowing</i> dan terpisah - dapat menyatu dengan ruang <i>pressing</i>	- terdapat kemungkinan percikan bahan - tingkat higienis lebih diperhatikan	H
Ruang <i>pressing</i>	- dapat menyatu dengan ruang pemastaan - dekat dengan ruang penyimpanan bungkil dan lemak kakao dan terpisah	- terdapat kemungkinan percikan bahan - tingkat higienis lebih diperhatikan	H
Ruang Pembubukan	- dekat dengan ruang <i>pressing</i> dan terpisah - dekat dengan ruang penyimpanan bungkil kakao dan terpisah	- terdapat kemungkinan sisa atau penumpukan sisa bahan - tingkat higienis lebih diperhatikan	H
R. Pencampuran (<i>refining</i>) dan penghalusan lanjut (<i>sifting</i>)	- dapat menyatu dengan ruang pemastaan - dekat dengan ruang <i>pressing</i> dan terpisah	- menjaga ruangan pada suhu kamar - terdapat kemungkinan percikan bahan - tingkat higienis lebih diperhatikan	H
R. <i>tempering</i>	- dapat menyatu dengan ruang pencampuran - dapat menyatu dengan ruang pencetakan	- menjaga ruangan pada suhu kamar - terdapat kemungkinan percikan bahan - tingkat higienis lebih diperhatikan	H
R. pencetakan, pendinginan, dan pengemasan	- dapat menyatu dengan ruang <i>tempering</i> - dapat menyatu dengan ruang pengemasan lanjut	- menjaga ruangan pada suhu kamar - terdapat kemungkinan percikan bahan - tingkat higienis lebih diperhatikan	H
Ruang penyimpanan produk jadi	- dekat dengan ruang pencetakan, pendinginan dan pengemasan	- menjaga ruangan pada suhu kamar	H

() Zonasi**

- Zona B (*basic*), area permulaan proses dimana tingkat pencemarannya tinggi
- Zona M (*medium*), area peralihan antara ruang kotor dan ruang bersih
- Zona H (*high care*), area inti pengolahan makanan yang tingkat pengendalian kontaminasi dan kebersihannya tertinggi

Sumber : Pengantar Pengolahan Pangan, www.sollich.com. *Recommendations for Air-Conditioning in Production and Storage Areas in the Confectionery Industry.*



Gambar 4. 13 Alur proses produksi



Pola aktivitas produksi sesuai dengan alur produksi, yaitu berbentuk linear. Setiap proses dipisahkan dengan ruang atau area yang berbeda serta mudah teridentifikasi.

Tabel 4. 21 *Analisis karakteristik dan persyaratan ruang non produksi*

Fasilitas pabrik	Keterangan	Persyaratan
Ruang presensi	Area untuk presensi bagi pegawai pabrik	- Mudah diakses - Dekat dengan area masuk
Ruang kesehatan	Fasilitas pelayanan kesehatan, dilengkapi dengan tempat tidur, kursi dan perlengkapan obat	- Mudah diakses
Kamar mandi	Fasilitas WC dan tempat cuci/pancuran	- Mudah diakses dan privat
Ruang ganti	Ruang untuk ganti pakaian seragam/kerja	- Mudah diakses dan privat - Terdapat ventilasi - Dekat dengan kamar mandi
Kantin	Tempat makan bagi pegawai pabrik dan pengelola	- Mudah diakses - Cukup luas
Gudang peralatan	Ruang untuk menyimpan alat-alat mendukung proses produksi	- Mudah dibersihkan - Terdapat ventilasi
Pengelola		
Ruang kerja	Ruang kerja bagi pengelola	- Privat/semi privat - Suasana tenang/konduktif
Ruang rapat	Ruang yang digunakan untuk rapat, briefing, evaluasi bagi divisi dan staff	- Privat
Ruang presensi	Area untuk presensi bagi pegawai	- Mudah diakses - Dekat dengan lobby
Lobby	area masuk dan penerimaan sebelum menuju ruang lain pada bangunan pengelola dan fasilitas wisata	- Luas untuk aktivitas sirkulasi - dilengkapi dengan tempat duduk/area tunggu
Ruang tamu	Ruang sebagai tempat diskusi pengelola dengan tamu	- Nyaman - bersifat semi privat
Pantry	Fasilitas untuk menyiapkan makanan bagi pengelola	- Privat dan nyaman
Kamar mandi	Fasilitas kamar mandi bagi	- Mudah diakses dan privat

	pengelola	
Pos satpam	Area/pos yang digunakan para satpam untuk melakukan tugas keamanan	- Dapat memantau lingkungan sekitar secara jelas - Terlihat
Tempat parkir pengelola	Tempat untuk parkir kendaraan pengelola	- Mudah diakses - Luas dan sirkulasi yang sesuai - aman

Pelayanan wisata

Ruang informasi	Ruang untuk memberikan informasi kepada pengunjung	- Berada dekat dengan resepsionis - Mudah diakses - Mudah teridentifikasi
Loket tiket	Ruang yang melayani penjualan tiket masuk Ruang untuk antri bagi pembeli tiket	- Satu area dengan lobby - Mudah diakses - Mudah teridentifikasi
Area pembibitan	Area pembibitan tanaman kakao	
Galeri/ butik coklat	Tempat display produk coklat yang dijual	- Luas dan mudah diakses
Cooking class	Fasilitas bagi pengunjung untuk menghias permen coklat	- Nyaman - Semi privat
Outdoor café	Area kebun kakao untuk bersantai sambil menikmati makanan olahan coklat	- Luas - Sirkulasi lancar
R. Aula/ seminar	Fasilitas untuk aktivitas pertemuan, workshop dan lain-lain bagi pengunjung	- Luas - Nyaman - Semi privat
Mushola	Fasilitas ibadah bagi pengelola dan pengunjung	- Mudah diakses - Mudah dibersihkan - Dilengkapi ventilasi - Luas
Tempat parkir pengunjung	Tempat untuk parkir kendaraan pengelola	- Mudah diakses - Luas dan sirkulasi yang sesuai - aman

Utilitas

Ruang reparasi	Ruang untuk mengontrol/	- Cukup luas
----------------	-------------------------	--------------

Ruang ME	memperbaiki mesin2 pada pabrik - Dekat dengan ruang produksi
	Ruang untuk mengontrol alat-alat - Privat
	utilitas - Mudah teridentifikasi

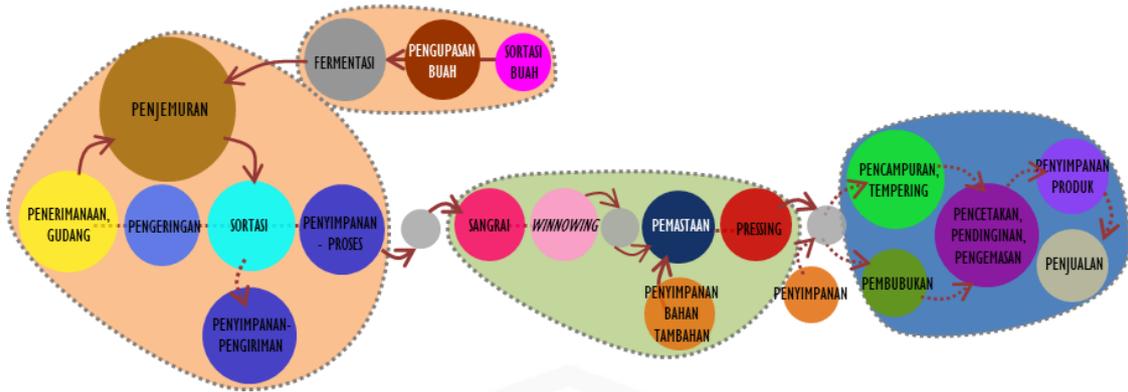
4.8. Analisis Organisasi ruang dan tata letak

Tata letak dibentuk berdasarkan pola aliran produk dan zonasi higienis, bentuk dan ketersediaan tapak juga mempengaruhi tata letak sehingga mempermudah proses produksi. Susunan tata letak pabrik ini harus memungkinkan adanya distribusi bahan-bahan dengan baik, cepat dan efisien. Organisasi makro pengembangan adalah penambahan zona medium, dan pengelompokan zona fasilitas pabrik dan pengelola, serta zona fasilitas wisata.



Gambar 4.14 Organisasi ruang makroeksisting & pengembangan industri pengolahan kakao

A. Organisasi mikro produksi



Gambar 4.15 Organisasi ruang mikro produksi

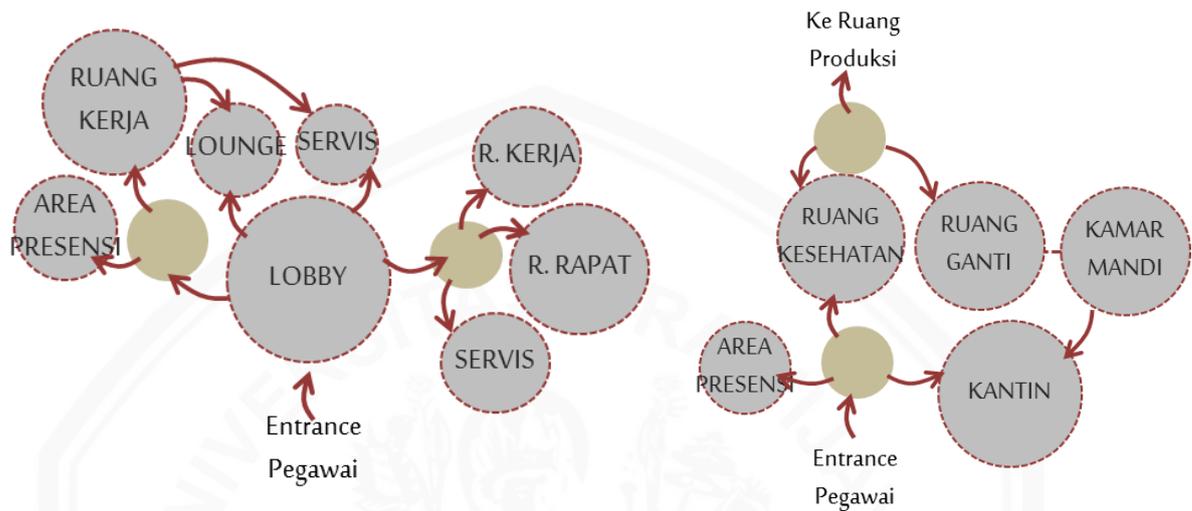
Masih dengan pola yang sama, namun penyatuan dua atau lebih aktivitas dapat dilakukan jika aktivitas tersebut memiliki kedekatan sifat atau karakteristik. Organisasi mikro produksi dibagi menjadi tiga zona yaitu *basic*, *medium* dan *high*. Setiap perbedaan zona dipisahkan ruang transisi, untuk menghambat kontaminasi. Ruang transisi juga dapat dimanfaatkan sebagai ruang servis, fasilitas sanitasi (mencuci tangan).

Table 4.22 Analisis tata letak ruang produksi menurut zonasi

Analisis	Tata letak
<p>Tata letak zona <i>basic</i> banyak mengikuti eksisting tapak, perbedaannya pada penambahan ruang pengeringan, sortasi, laboratorium dan penataan organisasi ruang</p>	
<p>Zona <i>medium</i> ditambahkan pada tapak, menggantikan area fasilitas wisata pada eksisting tapak</p>	
<p>Zona <i>high</i>, terletak pada area yang sama dengan eksisting, hanya saja dilakukan penambahan fungsi ruang</p>	

B. Organisasi mikro pengelola dan fasilitas pabrik

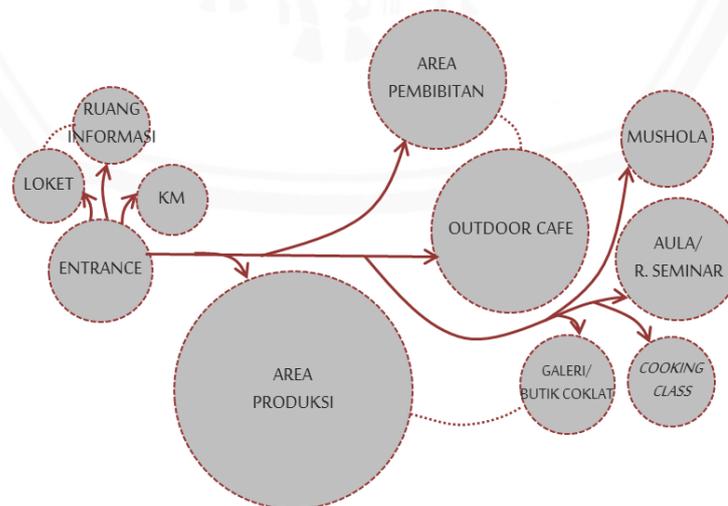
Organisasi ruang yang digunakan pada ruang kantor adalah organisasi radial, karena fungsi ruang yang diwadahi adalah fungsi kantor yang membutuhkan akses dan koordinasi yang mudah.



Gambar 4.16 Organisasi ruang mikro pengelola dan fasilitas produksi

C. Organisasi mikro pelayanan wisata

Organisasi ruang yang digunakan dalam fasilitas wisata edukasi adalah linear dan radial. Untuk wisata mengamati proses produksi menggunakan organisasi linear, untuk fasilitas wisata selain proses produksi menggunakan organisasi radial.



Gambar 4.17 Organisasi ruang mikro pelayanan wisata

4.9. Analisis Penghawaan Alami

Penghawaan alami maupun mekanis dibutuhkan pada bangunan industri pengolahan makanan, dengan tujuan kenyamanan thermal, meminimalkan kontaminasi pangan, mengendalikan bau yang mungkin ditimbulkan, mencegah kelembaban. Menurut Sugiono (2013:23) sistem ventilasi sebaiknya dirancang agar udara tidak mengalir dari area terkontaminasi ke area yang bersih. Penghawaan alami pada bangunan diupayakan untuk mengurangi konsumsi energi dengan menerapkan sistem pasif desain pada bangunan. Untuk bangunan atau ruang dengan tingkat higienis lebih tinggi tetap diterapkan pengendalian suhu untuk menjamin keamanan dan kelayakan pangan.

A. Sistem penghawaan alami di luar bangunan

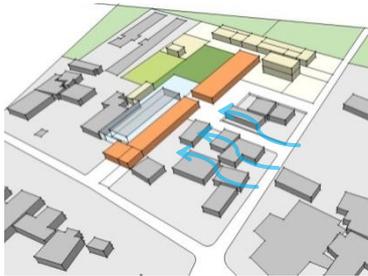
Menurut Latifah (2015) pergerakan udara di luar bangunan berfungsi untuk memberikan kenyamanan termal di area sirkulasi pengunjung. Pada tapak pergerakan angin cukup tenang karena tapak dikelilingi oleh bangunan perumahan penduduk, namun disisi utara tapak yang berbatasan dengan persawahan memiliki potensi angin yang baik.

Aliran udara dari zona dengan potensi kontaminan ke arah zona higienis tinggi perlu dihindari. Meskipun pada tapak tidak ditemukan permasalahan berarti, namun aktivitas produksi biji kakao menghasilkan sisa bahan seperti debu, serpihan kotoran, panas maupun bau yang dapat terbawa udara sehingga tetap perlu diantisipasi. Antisipasi dapat dilakukan dengan perbedaan level lantai, penambahan transisi dengan penambahan vegetasi, desain letak inlet dan outlet ventilasi.

Alternatif orientasi dan bentuk massa perlu dianalisis, sehingga menciptakan aliran udara di sekitar bangunan. Menurut Wignjosebroto massa dapat berbentuk I, L, T, U, H atau F yang pasti juga disesuaikan dengan bentuk aliran produk. Bentuk massa bangunan dipengaruhi antara lain oleh alur produksi, bentuk tapak dan luas area yang tersedia.

Tabel 4. 23 *Alternatif bentuk massa bangunan produksi zona B*

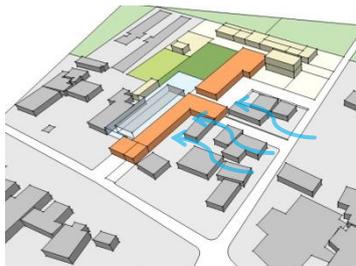
Alternatif massa	Analisis
Massa awal 	Massa awal berbentuk linear membujur selatan-utara. Udara tenang bergerak dari sisi timur selatan tapak yang berbatasan dengan pemukiman, dan dari utara yang berbatasan dengan persawahan. Udara akan mengalir secara cross ventilation, dari timur ke barat.

Bentuk I (linear)

Pemisahan massa zona M dan B untuk menciptakan pergerakan udara disekitar bangunan.

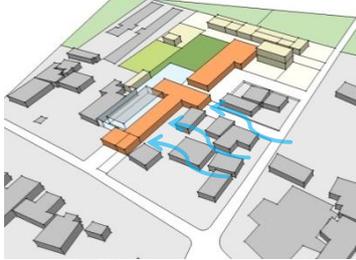
Bentuk I memiliki bentuk yang sederhana, dan alur produksi sesuai dengan area penerimaan dan penjualan.

Bentuk linear mengakibatkan pergerakan udara mudah masuk ke bangunan maupun bergerak di luar bangunan.

Bentuk L (L shaped)

Bentuk L hampir sama dengan bentuk I, perbedaannya adalah adanya penambahan/pembukaan sirkulasi baru untuk pengiriman.

Bentuk L akan mengakibatkan ada sisi ruang yang sulit dicapai aliran udara.

Bentuk T (T shaped)

Bentuk massa T akan membentuk alur produksi yang linier, dan akan terbagi menjadi 2 cabang ke arah yang berberda. Kedua cabang dengan lokasi yang berjauhan.

Sama dengan bentuk L, akan ada ruang yang sulit tercapai aliran udara

Alternatif yang dipilih adalah pemisahan massa dan dengan bentuk I, sehingga akan menghasilkan aliran udara di luar dan ke dalam bangunan. Menurut Wignosoebroto 2003:82 massa dengan bentuk I atau model empat persegi panjang (*square atau block shaped*) lebih cenderung diterapkan karena dianggap cukup mudah apabila dikehendaki adanya perubahan, selain itu cahaya dan penghawaan udara dapat dengan mudah masuk tanpa adanya halangan/bayangan.

B. Sisem penghawaan alami pada ruang

Sistem penghawaan alami dan buatan akan diterapkan pada bangunan, pemisahan massa sesuai zona akan dilakukan untuk menghambat kontaminasi. Penghawaan pada bangunan industri pengolahan kakao bertujuan untuk menjaga produk kakao tetap kering dan kenyamanan termal bagi pekerja maupun pengunjung di sekitar bangunan. Persyaratan higienis termasuk mengeluarkan sisa panas produksi, debu dan kelembaban, kelembaban tidak melebihi 75%, jika lebih dapat menimbulkan tumbuhnya jamur pada biji kakao maka dari itu ruang seharusnya selalu dalam keadaan kering, kebersihan sumber udara juga perlu

diperhatikan apakah mengandung sumber kontaminan. Maka dari itu pemisahan ruang berdasarkan tingkat zonasi dilakukan untuk menjaga kualitas dan keamanan pangan.

Tabel 4. 24 *Persyaratan penghawaan pada ruang produksi*

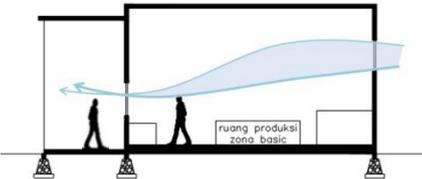
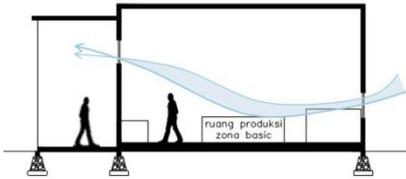
No	Zona	Ruang	Aktivitas yang mempengaruhi	Analisis
1	Zona <i>basic</i> Produk biji kakao	<ul style="list-style-type: none"> - Area penerimaan - Ruang pengeringan mekanis - Ruang sortasi - Area penjemuran 	<ul style="list-style-type: none"> - Gudang penyimpanan membutuhkan kondisi yang kering untuk menjaga produk dari jamur - Produk primer biji kakao masih mengandung kotoran berupa pasir, debu atau benda asing lainnya - Mesin pengering kakao akan menghasilkan kondisi ruang yang cukup panas 	<ul style="list-style-type: none"> - Memanfaatkan penghawaan alami, karena tidak membutuhkan pengaturan suhu dan karakteristik produk kering - zona <i>basic</i> sebaiknya berjauhan dengan <i>medium</i> - jika diperlukan menambahkan turbin ventilator untuk membuang panas dari mesin
2	Zona <i>medium</i> Produk biji sangrai	<ul style="list-style-type: none"> - Gudang produk primer (biji kakao) - Gudang penyimpanan bahan pendukung - Ruang Sangrai - Ruang <i>winnowing</i> (pemisahan kulit biji kakao) - Ruang penyimpanan biji sangrai 	<ul style="list-style-type: none"> - Proses penyangraian akan menghasilkan panas - Proses <i>winnowing</i> akan menghasilkan debu dari kulit biji kakao 	<ul style="list-style-type: none"> - Dibutuhkan filter adalah fine dust filter - Mudah dibersihkan - penambahan turbin ventilator untuk membuang panas dari mesin
3	Zona	<ul style="list-style-type: none"> - Ruang pasting 	<ul style="list-style-type: none"> - Sifat produk 	<ul style="list-style-type: none"> - Rekomendasi filter adalah

<i>medium,</i> <i>high</i> Produk pasta, butter, dan makanan berbasis coklat	- Ruang <i>pressing</i>	membutuhkan suhu	fine dust
	- Ruang pembubukan	ruang yang terjaga	- Pengkondisian udara bekerja dengan tekanan yang lebih tinggi dari ruang lain
	- Ruang pencampuran, tempering dan molding	- Sifat produk (pasta/basah) dapat dengan mudah terkontaminasi	- Penambahan exhaust pada area pengolahan coklat
	- Ruang pengemasan	- Menghindari timbulnya bintik putih coklat	- Penambahan ruang transisi sebelum masuk zona <i>high</i>
	- Ruang penyimpanan produk olahan		

Sumber : www.sollich.com. *Recommendations for Air-Conditioning in Production and Storage Areas in the Confectionery Industry*.

Massa berorientasi ke arah tenggara dengan kemiringan sekitar 45° (berbeda dengan arah datangnya angin) dengan penempatan inlet outlet berhadapan akan menghasilkan pembelokan udara dalam ruang. *Cross ventilation* dapat diterapkan dengan inlet pada sisi timur dan outlet pada sisi barat bangunan. Alternatif lain adalah *stack effect* dapat diciptakan dengan ventilasi pada atap atau turbin ventilator yang bekerja tanpa bantuan listrik untuk membantu kelancaran sirkulasi dan menghisap udara hangat pada ruang produksi.

Tabel 4. 2225 Lokasi inlet dan outlet terhadap arah pergerakan udara

Lokasi inlet dan outlet	Analisis
	Outlet lebih rendah dari inlet, akan menimbulkan aliran udara merata.
	Outlet lebih tinggi dari inlet, jika udara didalam ruang lebih hangat cenderung bergerak ke atas, sehingga kondisi ini lebih baik.

Menurut Latifah (2015:176) untuk memperoleh cross ventilation posisi inlet dan outlet tidak frontal dan berbeda elevasi. Selain itu, jika luas inlet lebih kecil dari outlet maka terjadi peningkatan pergerakan udara di dalam ruang.

Tabel 4. 26 Luas bukaan pada bangunan produksi zona B

Ruang	Volume ruang	Luas bukaan	Jumlah turbin ventilator
Area penerimaan, area pengeringan, area sortasi	V.ruang= 195,55x 5 V.atap = (9x3)/2x26,85 V. total = 977,75+ 362,475 = 1340,225m ³	Luas = 195,55x20%= 39,11 m ² Pada dinding timur dan barat.	Turbin ventilator L-45 dengan kapasitas hisap 42,39 m ² dengan waktu sirkulasi 10 menit Jumlah = 1340,225/423,9= 3
Gudang penyimpanan	V.ruang = 134,27x 5 V.atap = (9x3)/2x 13,4 V.total = 671,35 + 180,9 = 852,25 m ³	Luas = 134,27x20%= 26,854 m ² Pada dinding timur dan barat.	Turbin ventilator L-45 dengan kapasitas hisap 42,39 m ² dengan waktu sirkulasi 10 menit Jumlah = 852,25/423,9= 2

Menurut Latifah (2015:178) bukaan pada bangunan dapat berupa jendela, lubang angin, kisi-kisi (*louvre*), lubang, celah, bidang dinding yang dapat dibuka, sisi bangunan tanpa dinding, dan bukaan yang terdapat pada *cool well*, *wind catcher*, dan *cooling tower*.

Pada bangunan pengolahan makanan, bukaan memiliki ketentuan antara lain mudah dibersihkan, tahan lama, permukaan halus, tidak menimbulkan sumber kontaminan, dapat mencegah masuknya hama maupun kontaminasi.

C. Antisipasi ketidaknyamanan termal

Orientasi bangunan produksi membujur kearah utara selatan, sehingga lebih banyak sisi bangunan yang mendapat sinar matahari dan akan mempengaruhi suhu dalam ruang. Antisipasi atas kendala termal pada bangunan dapat dilakukan dengan mengurangi perolehan panas dari radiasi matahari dan meningkatkan efek pendinginan secara pasif.

Menambahkan tanaman pada lokasi eksisting yang memiliki kelebihan sebagai penyejuk dan peneduh serta mengurangi polutan. Penempatan vegetasi atau jarak dari bangunan juga akan mempengaruhi arah angin yaitu jarak 1,5 m (kondisi baik), jarak 3 m kondisi lebih baik, dan jarak 9 m kondisi terbaik.

Tabel 4. 27 *Alternatif tanaman untuk menunjang iklim mikro tapak*

No	Jenis tanaman	Tinggi	Diameter	Kelebihan	Alternatif lokasi pohon
1	Pohon tanjung	9-15 m	± 5 m	Sebagai pohon peneduh Memiliki daya tarik bunga	Area sirkulasi pengunjung
2	Pohon sawo kecil	Mencapai 25 m	3-5 m	Sebagai peneduh, tanaman pemulih, dan memiliki buah yang dapat dikonsumsi	Area sirkulasi pengunjung, area parkir
3	Bambu jepang	1-3 m		Meredam kebisingan, memiliki daya tarik pada tekstur, dan sebagai reduktor polutan	Disekitar bangunan produksi, dan area <i>entrance</i>
4	Ketapang	10-20 m	2-4 m	Sebagai pohon peneduh, pengarah dan reduktor polutan	Area parker, area outdoor
5	Kiara payung	4-8 m	5-10 m	Peneduh, mengurangi kebisingan, pengarah angin dan reduktor polutan	Area sirkulasi pengunjung, area parker, disekitar bangunan produksi

Sumber : Permen PU

4.10. Analisis Pencahayaan Alami

Pencahayaan alami pada bangunan industri pengolahan kakao memiliki manfaat untuk kenyamanan visual khususnya untuk aktivitas penanganan maupun inspeksi produk/bahan. Selain itu pencahayaan alami juga dapat menghematan energi operasional bangunan. Beberapa bentuk atap dengan sistem top lighting yang dapat memaksimalkan pencahayaan alami pada bangunan pabrik/industri menurut Wignosoebroto (2003:83) adalah

Tabel 4. 28 *Jenis bukaan pada bangunan*

Jenis	Keterangan	Analisis
Jendela	Bukaan cahaya vertikal pada fasad	Jendela dapat diaplikasikan pada ruang

	bangunan dengan posisi dekat dengan bidang kerja	produksi, selain sebagai masuknya cahaya, pengunjung juga dapat melihat proses produksi melalui jendela
<i>Skylight</i>	memasukkan cahaya dari atas. Biasanya diterapkan pada bangunan yang cukup luas.	Untuk ruang produksi kurang tepat karena luas tidak terlalu besar dan dapat menimbulkan silau
<i>Clerestory</i>	Penggunaan jendela yang tinggi, diatas langit-langit	<i>Clerestory</i> dapat diterapkan pada ruang produksi, maupun ruang lain dengan fungsi membantu perolehan cahaya.
<i>Sawtooth</i>	Bukaan cahaya miring pada atap yang biasa digunakan pada bangunan industri	Sawtooth dapat diterapkan pada bangunan, jika bangunan memiliki bentang yang lebar

Selain pencahayaan alami ruang produksi juga membutuhkan pencahayaan buatan untuk menunjang aktivitas produksi.

Kendala yang perlu diantisipasi dalam pemanfaatan pencahayaan alami yaitu adanya silau dan ketidaknyamanan termal. Antisipasi ketidaknyamanan termal sudah dilakukan bersamaan dengan analisis penghawaan alami yaitu dengan penambahan *shading device* dan *transitional space*. Antisipasi silau dapat dilakukan dengan cara pengaturan dimensi bukaan cahaya.

Membayangi dinding penutup luar dengan strategi *shade and filter*. *Shade* adalah strategi pengendalian termal menggunakan sun shader. *Sun shader* merupakan komponen pada fasad bangunan yang berfungsi sebagai pembayang sinar matahari. *Sun shader* bersifat masif dan tanpa lubang. *Filter* adalah strategi pengendalian termal menggunakan *sun filter*, yang merupakan komponen pada bangunan yang berfungsi sebagai penyaring sinar matahari. *Sun filter* berlubang dan/atau bersifat transparan. Beberapa alternatif shade dan filter yang dapat diterapkan pada massa ruang produksi pada sisi barat yang terpapar sinar matahari.

Tabel 4. 23 Alternatif strategi shade and filter

<i>Shade and filter</i>	Keterangan	Alternatif penempatan
<i>Shading device</i>	Peneduh (shading devices) dapat berupa - sirip penangkal sinar matahari	Penggunaan shading device dengan bentuk horizontal atau vertical ditambahkan pada sisi

	(SPM) dengan bentuk horizontal, vertical maupun gabungan, - atap lebar cukup memberi pembayangan pada fasad dibawahnya, udara pada rangan eksterior menjadi lebih sejuk - kisi-kisi (louvre) adalah sirip pendek yang disusun secara horizontal atau vertikal, sehingga memfilter radiasi panas.	timur bangunan untuk menangkal radiasi panas pada pagi hari
<i>Transitional spaces</i>	Adalah <i>subtract</i> pada bangunan dengan dimensi cukup besar sebagai pembayang radiasi panas matahari dan ruang transisi udara sebelum masuk bangunan, sehingga diperoleh iklim mikro.	Transitional space dapat diterapkan pada sisi barat bangunan, sekaligus sebagai area sirkulasi bagi pengunjung saat mengamati atau melihat proses produksi dari luar.
<i>Secondary skin</i>	Kulit/selubung bangunan kedua berfungsi sebagai filter penerimaan radiasi panas matahari. Alokasinya tidak hanya di depan bukaan namun dapat seluruh fasad.	<i>secondary skin</i> tidak diterapkan pada fasad ruang produksi, karena dapat menghalangi view pengunjung, namun dapat diterapkan pada fasad depan <i>transitional space</i>

4.11. Analisis struktur dan material bangunan

Spesifikasi struktur bangunan industri pengolahan kakao adalah antisipasi terhadap kelembaban dan pengendalian hama. Adanya kelembaban tinggi malam hari atau genangan air di musim hujan pada struktur/material bangunan dapat menimbulkan jamur maupun kontamina pada biji kakao. Perlindungan terhadap kelembaban dan masuknya air dapat diantisipasi dengan memperhatikan ketinggian lantai, konstruksi atap yang menjorok untuk menghindari air hujan masuk, konstruksi dinding dan lantai agar tetap kering dan tidak lembab.

Tabel 4. 30 *Material pada bangunan eksisting*

Material Eksisting	Keterangan	
	Kelebihan	Kekurangan
Dinding (ruang produksi)	Praktis, ringan, memiliki daya tahan	sulit dibersihkan, tidak tahan

triplek, <i>plywood</i>	terhadap penyusutan kayu	terhadap api dan cuaca dapat menjadi sarang jamur/mikroorganisme apabila terkena air
Pintu Kaca tanpa kusen	Mudah perawatan, pengunjung dapat melihat aktivitas ruang produksi	
Jendela Kaca, kusen kayu	Mudah perawatan, pengunjung dapat melihat aktivitas ruang produksi	
Lantai keramik	Mudah perawatan, tahan dan kedap air	Permukaannya mudah tergores
Langit-langit plafond eternit asbes	Ringan, pengerjaan mudah	Tidak tahan terhadap benturan
Dinding (ruang non produksi) batu bata	Kuat, tahan lama	Untuk dinding dalam, kurang sesuai karena sulit dibersihkan jika terkena air/percikan bahan

Spesifikasi material yang digunakan dalam ruang produksi makanan secara umum adalah mudah perawatan, tahan lama dan tidak mengandung kontaminan.

Tabel 4. 31 *Karakteristik proses produksi dan karakteristik material selubung ruang*

Aktivitas produksi		
Nama ruang	Karakteristik proses	Karakteristik material
Penyimpanan (Gudang) penerimaan bahan baku biji kakao dan pengiriman	<ul style="list-style-type: none"> aktivitas cukup intensif menurunkan dan mengangkat produk intensif 	<ul style="list-style-type: none"> material dinding tidak menyerap air (kering) mudah dibersihkan dari debu atau penumpukan kotoran material lantai halus dan kuat rapat untuk menghambat hama
Penjemuran	<ul style="list-style-type: none"> panas berdebu, kontaminasi benda asing/kotoran yang masih bercampur dengan biji kakao 	<ul style="list-style-type: none"> permukaan lantai kuat, datar, mudah dibersihkan material lantai dan atap dapat memaksimalkan proses pengeringan
Ruang Pengeringan	<ul style="list-style-type: none"> panas 	<ul style="list-style-type: none"> material dinding dan atap tahan panas

mekanis		<ul style="list-style-type: none"> ▪ material dinding berongga untuk sirkulasi
Ruang sortasi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ berdebu ▪ sedikit bising 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ material dinding dan lantai mudah dibersihkan ▪ material dinding dan lantai dapat meredam kebisingan
Ruang penyangraian	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Panas ▪ Terdapat aroma khas coklat 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Penambahan material dinding berongga ▪ Material dinding dan lantai mudah dibersihkan
Ruang <i>winnowing</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Berdebu, limbah kulit dalam ukuran kecil ▪ sedikit bising 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Material dinding dan lantai mudah dibersihkan ▪ material dinding dan lantai dapat meredam kebisingan
Ruang produksi pasta, bubuk, coklat	<ul style="list-style-type: none"> ▪ dibutuhkan suhu kamar ▪ Terdapat kemungkinan percikan bahan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lantai dan dinding mudah dibersihkan ▪ Material selubung ruang tertutup dan rapat

Gudang

Nama ruang	Karakteristik ruang	Persyaratan ruang
Gudang penyimpanan bahan kimia	Tempat menyimpan bahan kimia secara terorganisir	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mudah dibersihkan ▪ Kering dan tidak lembab
Gudang penyimpanan kakao bubuk	Tempat menyimpan bubuk kakao dengan menjaga kualitas/mutu tetap terjaga	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mudah dibersihkan (material) ▪ Kering dan tidak lembab ▪ Rapat
Gudang penyimpanan lemak kakao	Tempat menyimpan bubuk kakao dengan menjaga kualitas/mutu tetap terjaga	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mudah dibersihkan (material) ▪ Kering dan tidak lembab ▪ Rapat

Tabel 4. 32 *Alternatif Jenis material ruang produksi*

Elemen dan jenis	Keterangan	Kelebihan	Aplikasi ruang
Lantai			
<i>epoxy concrete based)</i>	<i>sealed (water based)</i> - lantai beton yang dilapisi lapisan epoxy - menghasilkan permukaan yang baik - tahan terhadap reaksi kimia dan asam - tahan lama - anti selip - kuat dan keras	- Tahan lama/memiliki <i>life span</i> yang lama	Diaplikasikan pada - Ruang produksi - Ruang pencetakan - Ruang pendinginan - Ruang pengemasan - Gudang penyimpanan
			
<i>Concrete tanpa sealer</i>	- tahan lama - anti selip - kuat dan keras	- Tahan lama/memiliki <i>life span</i> yang lama	- Gudang penyimpanan
<i>quarry tile</i>	- Terbuat dari tanah liat - memiliki sifat anti selip dan tidak menyerap air	- Tahan lama/memiliki <i>life span</i> yang lama - Low emisi (VOC free), formaldehyde free - Memiliki kenyamanan termal yang stabil - Mengurangi efek <i>heat island</i>	- digunakan di area basah, karena memiliki sifat anti slip - Dapat digunakan untuk outdoor - Ruang penyangraian - Ruang pengeringan - Ruang produksi coklat
			
<i>glazed tile</i>	- Permukaan halus, mengkilap - Tidak berpori - Mudah dibersihkan	- tahan lama - mudah perawatan	
			
Dinding			

<p><i>Seamless Poured Concrete</i></p>	<p>- Dinding beton curah yang dilapisi dengan lapisan sealer</p> <ul style="list-style-type: none"> - tahan lama - memiliki thermal mass yang baik - limbah yang minimal - permukaan halus tanpa sambungan - tahan lama - kuat - mudah dibersihkan - dapat dilapisi dengan semi-gloss atau gloss epoxy enamel 	<p>- digunakan di ruang sangrai, winnowing</p>
		
<p><i>Concrete Block</i></p> 	<p>- <i>concrete block</i> sebaiknya disusun secara <i>stack bond</i> (dengan tulangan) agar meminimalisir pengumpulan debu dan uap</p> <ul style="list-style-type: none"> - tahan lama - memiliki thermal mass yang baik - limbah yang minimal - disusun dengan rapat sehingga tidak ada celah - untuk daya tahan dan kemudahan pembersihan perlu dilapisi dengan semi-gloss atau gloss epoxy enamel 	<p>- gudang penyimpanan</p>
		
<p><i>Glazed Ceramic Tile</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - daya tahan dan resistensi terhadap bahan kimia - mudah dibersihkan dan cocok untuk 	<ul style="list-style-type: none"> - tahan lama - mudah perawatan <p>Dapat digunakan di area basah, seperti dapur, <i>washing area</i></p>

area basah

Langit-langit

<i>Vinyl covered gypsum</i>	- <i>Wet-formed mineral fiber</i> (Non-asbestos)	- Mudah dipotong tanpa menghasilkan banyak debu - Tahan lama, dapat dicuci/dibersihkan, - Anti gores, permukaan halus - Terang	Digunakan pada ruang produksi antara dan produksi coklat
-----------------------------	--	---	--

Tabel 4. 33 Jenis material ruang non produksi

Elemen dan jenis	Keterangan	Strategi ekologis	Aplikasi ruang
Lantai			
<i>Linoleum</i>	- terbuat dari campuran minyak biji rami (linseed oil) dengan tepung kayu, serbuk gabus, dan kain berserat kuat - <i>water resistant</i> - tahan api - memiliki warna dan motif beragam	- tahan lama - terbuat dari material alam - memiliki energi yang rendah	Dapat digunakan di ruang-ruang seperti ruang rapat, kantin atau restoran, <i>lounge</i> dll
	- rentan terhadap gesekan benda tajam - harga masih sedikit mahal		
<i>Glass tile</i>	- tidak menyerap air - tidak berjamur di lingkungan yang lembab - memiliki berbagai warna dan pola	- Sumber material bekas /daur ulang - memantulkan cahaya dan tidak menyerap	Dapat digunakan di ruang publik/servis seperti lobby, ruang tamu/tunggu, koridor
			

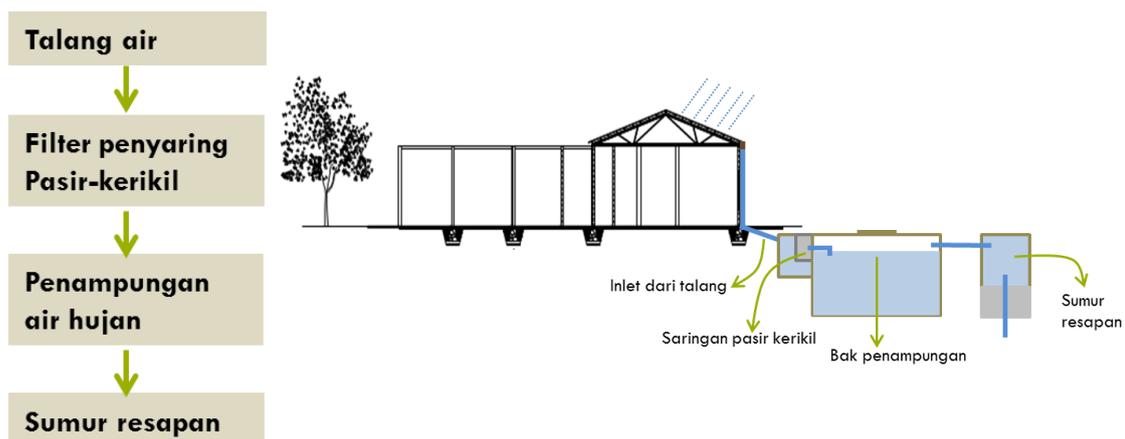
Lantai semen poles / <i>polished</i>	<ul style="list-style-type: none"> - kuat - mudah dibersihkan - tidak memerlukan penggantian 	<ul style="list-style-type: none"> - tahan lama - memiliki thermal mass yang baik - limbah yang minimal 	Dapat digunakan pada lobby atau ruang tamu
Dinding			
Batu bata	<ul style="list-style-type: none"> - terbuat dari tanah liat, dan dibakar hingga kering 	<ul style="list-style-type: none"> - lebih kuat - terbuat dari material alam - memiliki energi yang rendah 	Dapat digunakan pada bangunan (seluruh ruangan)
Batako	<ul style="list-style-type: none"> - Terbuat dari semen ,kerikil kasar, air, pasir 	<ul style="list-style-type: none"> - tanpa proses pembakaran - lebih hemat dalam kuantitatif 	Dapat digunakan pada bangunan (seluruh ruangan)
Bata ringan	<ul style="list-style-type: none"> - memiliki berta jenis lebih ringan 	<ul style="list-style-type: none"> - 	Dapat digunakan pada bangunan (seluruh ruangan)
Langit-langit			
<i>Dropped ceiling</i> atau plafon gantung	<ul style="list-style-type: none"> - Fiber tiles - PVC 	<ul style="list-style-type: none"> - memiliki insulasi termal yang baik - Tahan air, tahan bakteri dan jamur, tahan kelembaban dan panas 	Digunakan pada ruang pengelola, dapur,dan lain-lain
Beton	<ul style="list-style-type: none"> - Langit-langit beton 	<ul style="list-style-type: none"> - Tahan lama - Termal mass yang baik, perawatan mudah - Namun tidak ada ruang/space untuk utilitas 	Dapat digunakan pada seluruh ruang

4.12. Analisis Konservasi Air

Pengembangan fungsi yang akan dilakukan di area pengolahan kakao akan mengakibatkan peningkatan kebutuhan air. Selain itu dampak yang ditimbulkan dari pembangunan adalah peningkatan aliran air (*run off*) karena adanya perubahan fungsi lahan dan limbah cair yang dihasilkan bangunan. Untuk mengurangi beban aliran air maka daur ulang air dapat diterapkan.

Teknik pemanenan air hujan dengan atap bangunan (*roof top rain water harvesting*) pada prinsipnya dilakukan dengan memanfaatkan atap bangunan (rumah, gedung perkantoran, atau industri) sebagai daerah tangkapan airnya (*catchment area*) dimana air hujan yang jatuh di atas atap kemudian disalurkan melalui talang untuk selanjutnya dikumpulkan dan ditampung ke dalam tangki atau bak penampung air hujan. Selain berbentuk tangki atau bak, tempat penampungan air hujan juga dapat berupa tong air biasa ataupun dalam suatu kolam/taman di dalam rumah. Teknik pemanenan air hujan yang memanfaatkan atap bangunan ini umumnya dilakukan di daerah permukiman / perkotaan.

Menurut Heryani (2009) dalam tulisannya yang berjudul Teknik Panen Hujan : Salah Satu Alternatif Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Domestik menjelaskan bahwa potensi jumlah air yang dapat dipanen (*the water harvesting potential*) dari suatu atap bangunan dapat diketahui melalui perhitungan secara sederhana, sebagai berikut: Jumlah air yang dapat dipanen = Luas area x curah hujan x koefisien runoff. Dengan luas area 1013 m² dan jumlah curah hujan tahunan 1478.8mm, maka volume air hujan yang jatuh di area tersebut adalah $101300 \times 14,78 = 1.497.214$ liter. Dengan asumsi hanya 80% dari total hujan yang dapat dipanen (20% hilang karena evaporasi atau kebocoran), maka volume yang dapat dipanen : $= 1.497.214 \times 0.8 = 1.197.771$ liter/tahun atau sekitar 99.000 liter/bulan. Air hujan yang ditampung dapat digunakan untuk menyiram tanaman, sanitasi seperti membersihkan lantai atau peralatan fasilitas pabrik.



Gambar 4.17. Ilustrasi penampungan air hujan dari atap

4.13. Analisis Pengolahan Limbah

Menurut GBCI (2013), dasar pengelolaan sampah memiliki tolok ukur yaitu adanya fasilitas memilah dan mengumpulkan sampah berdasarkan jenis organik, anorganik dan B3. Secara umum, pengelolaan limbah merupakan rangkaian kegiatan yang mencakup reduksi (*reduction*), pengumpulan (*collection*), penyimpanan (*storage*), pengangkutan (*transportation*), pemanfaatan (*reuse, recycling*), pengolahan (*treatment*), dan/ atau penimbunan (*disposal*).

Tabel 4. 34 Analisis jenis limbah pada proses produksi

Proses	Input produk	Output produk	Output limbah
Penjemuran	- Biji kakao	- Biji kakao kering	- benda asing/kotoran
Pengeringan mekanis	- Biji kakao	- Biji kakao kering	- benda asing/kotoran - sisa panas
Sortasi biji	- Biji kakao	- Biji kakao	- benda asing/kotoran - biji kakao pecah
Penyimpanan bahan tambahan dan penolong	- Bahan tambahan	-	- sisa bahan tambahan - plastik - kertas
Penyangraian	- biji kakao	- Biji kakao sangrai	- sisa panas
<i>Winnowing</i>	- biji kakao sangrai	- nib kakao	- kulit ari kakao dalam ukuran kecil
Pasting	- nib kakao	- pasta	- sisa bahan pada mesin, peralatan dan ruangan
<i>Pressing</i>	- pasta	- lemak kakao - bungkil kakao	- sisa bahan pada mesin, peralatan dan ruangan
Pembubukan	- bungkil kakao	- bubuk kakao	- sisa bahan bubuk kakao
Pencampuran (<i>refining</i>) dan penghalusan lanjut (<i>sifting</i>)	- pasta kakao - bahan tambahan	- adonan coklat	- sisa bahan pada mesin, peralatan dan ruangan - plastik (wadah bahan tambahan)
Tempering	- adonan coklat	- adonan coklat	- sisa bahan pada mesin, peralatan dan ruangan
Pencetakan, pendinginan, pengemasan	- adonan coklat - kemasan	- makanan berbasis coklat	- sisa bahan pada mesin, peralatan dan ruangan - sisa kemasan kertas,

a. Limbah padat

Jenis limbah padat dari industri pengolahan kakao adalah limbah organik berupa kulit dan cangkang/kulit ari biji kakao, kedua jenis limbah ini dijual untuk pakan ternak.

b. Limbah cair industri

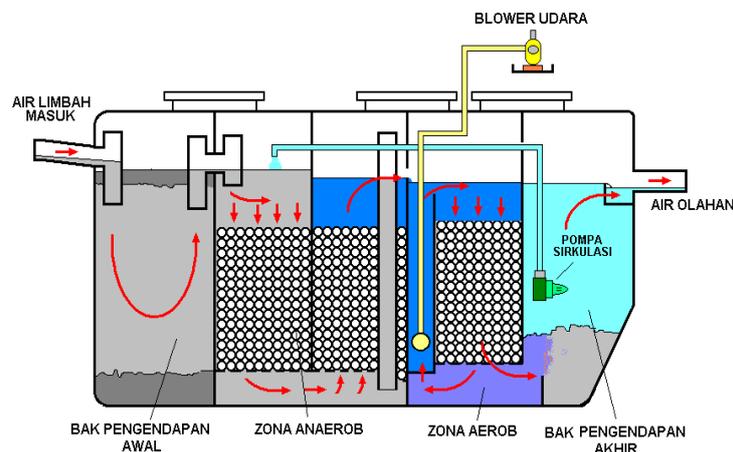
Limbah cair industri pengolahan kakao harus diolah sebelum dibuang ke badan air, karena limbah cair pada produksi olahan kakao memiliki karakteristik zat organik terlarut, BOD, pH, lemak, gula dan protein. Limbah cair berasal dari hasil pencucian peralatan mesin produksi yang mengandung sisa-sisa bahan olahan.

Tabel 4. 35 *Kebutuhan air untuk sanitasi produksi*

Sanitasi	Sasaran	Jumlah larutan pembersih/bulan (L)	Jumlah air pembilas/bulan (L)	Kebutuhan air/bulan (L)
Mesin	Mesin pembuat pasta	25	50	75
	Mesin press	25	50	75
	Mesin refining	100	200	300
	Mesin tempering	100	100	200
	Mesin pengemas	8	8	16
Peralatan	Bak pencucian	100	200	300
	Timbangan wadah	5	10	15
		7.5	15	22.5
	Peralatan lain	22.5	45	67.5
Total kebutuhan air				1.071
Sanitasi	Sasaran	Jumlah larutan pembersih/bulan (L)	Jumlah air pembilas/bulan (L)	Kebutuhan air/bulan (L)
Pakaian dan perlengkapan pekerja	Mencuci masker	112.5	225	337.5
	Mencuci pakaian kerja	2250	4500	6750
	Mencuci celemek	720	1440	2160

	Mencuci tutup kepala	180	360	540
	Mencuci sepatu	137.5	275	412.5
Total kebutuhan air				10.200
Sanitasi	Sasaran	Jumlah larutan pembersih/bulan (L)	Jumlah air pembilas/bulan (L)	Kebutuhan air/bulan (L)
Sanitasi ruang dan lingkungan produksi	Wastafel	100	200	300
	Toilet	400	800	1200
	Dinding ruang produksi	164.64	329.28	493.92
	Lantai ruang produksi	4968	9936	14904
Total kebutuhan air				16.897,92
Sanitasi	Sasaran	Jumlah larutan pembersih/bulan (L)	Jumlah air pembilas/bulan (L)	Kebutuhan air/bulan (L)
Sanitasi tempat pembuangan limbah	Tempat sampah	125	250	375
	Kontainer sampah	37.5	75	112.5
				487,5

Dari total kebutuhan air sebesar 28.656,42 L/bulan, maka didapatkan timbulan limbah cair yaitu sebesar 22.925,136 L/bulan. Pengolahan limbah cair pada industri ini direncanakan akan melalui bak penampung, bak pengendapan, dan bak penetralkan. Instalasi pengolahan air limbah organik umumnya menggunakan proses biologi aerob maupun anaerob, untuk karakteristik organik ringan proses aerob merupakan cara yang lebih cocok



Gambar 4.18 Proses pengolahan limbah dengan sistem biofilter aerob-anaerob

c. Limbah cair domestic

A. Kebutuhan Air

Analisis kebutuhan air dihitung berdasarkan kebutuhan *flushing* oleh populasi atau pengguna dalam bangunan pengelola industri pengolahan kakao.

Tabel 4. 36 *Jumlah populasi dalam bangunan*

No	Populasi	Jumlah populasi (orang)
1.	Pegawai (non produksi)	60
2.	Pegawai (produksi)	60
3.	Pengunjung	150

Tabel 4. 37 *Kebutuhan air pada alat plambing*

No	Populasi	Pemakaian air
1.	Kantor/pabrik	50
2.	Restoran	15
3.	Gedung serba guna	25

Sumber : SNI 03-7065-2005

Tabel 4. 38 *Kebutuhan air flushing setiap pemakaian*

Populasi	Alat plambing	Kebutuhan air setiap pemakaian	Banyaknya penggunaan (/hari)	Kebutuhan flushing/orang (L/o/hari)
Karyawan/staf	Toilet	6	3	18
Pengunjung	Toilet	6	2	12

Tabel 4. 39 *Kebutuhan air alat plambing pada gedung*

Kebutuhan air	Jumlah populasi	Kebutuhan air bersih (L/o/hari)	Kebutuhan air rata-rata (L/hari)	Total kebutuhan air gedung (L/hari)
Staf/karyawan	120	50	6.000	10375
Pengunjung	150/hari	17,5	2.625	

tempat wisata

Wudhu	250	7	1.750	
Menyiram	500m ²	5L/m ²	2.500	2.500

tanaman

Total kebutuhan air (L/hari)				12.875
------------------------------	--	--	--	--------

Sumber : SNI 03-7065-2005

Tabel 4. 40 Air untuk sanitasi (cuci perlengkapan)

Sanitasi	Sasaran	Jumlah larutan pembersih/hari	Jumlah air pembilas/hari	Kebutuhan air/bulan (L)
Pakaian dan perlengkapan pekerja	Mencuci masker	3	6	9
	Mencuci pakaian kerja	60	120	180
	Mencuci celemek	12	24	36
	Mencuci tutup kepala	3	6	9
	Mencuci sepatu	15	30	45
Total kebutuhan air (L/hari)				273

B. Daur Ulang Air

Konsep daur ulang air adalah usaha untuk mengolah air limbah / *greywater* yang berasal dari air bekas plambing dan air bekas sanitasi / pencucian perlengkapan dan karyawan pabrik. Air hasil daur ulang akan digunakan sebagai siram tanaman dan lansekap.

Tabel 4. 41 Perhitungan timbulan air limbah

Total kebutuhan air pada gedung	Timbulan limbah (L/hari)	Greywater (L/hari)	Blackwater (L/hari)
10.375	8.300	5.810	2.490
273	218,4	218,4	

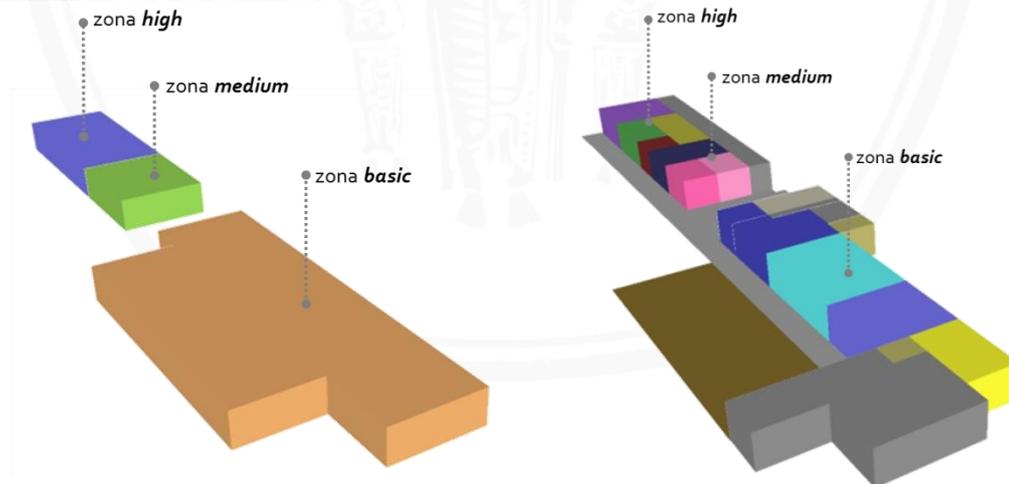
Kebutuhan air untuk menyiram tanaman adalah 2500L/hari sedangkan air limbah / *greywater* yang dihasilkan sebanyak 6.028,4 L/hari sehingga kebutuhan siram tanaman dapat terpenuhi dengan pengolahan *greywater*. Air limbah yang tidak terpakai atau sudah terpenuhi dapat disalurkan menuju resapan untuk dikembalikan ke tanah.

4.14. Konsep Pola Ruang dan Tata Massa

Tata massa pada ruang produksi terbagi menjadi tiga zona yaitu zona *basic*, *medium* dan *high*. Yaitu adanya hierarki massa bangunan atau ruang yang diawali dari zona terkontaminasi (zona *basic*) ke zona bersih (*medium* dan *high*).

Lokasi massa dari zona *basic* cukup dekat dengan area penerimaan. Semua proses pengolahan produk primer dilakukan pada satu massa yang dipisahkan menjadi beberapa area pengolahan. Penanganan produk diharapkan dapat dilakukan sesegera mungkin, sehingga ruang pengolahan pun berdekatan. Biji kakao diturunkan dari truk harus dapat segera dijemur pada area jemur, setelah biji kakao kering selanjutnya biji dapat langsung diproses atau disimpan terlebih dahulu.

Lokasi massa untuk zona *medium* dan *high* akan dipisahkan dengan zona *basic* yang masih banyak mengandung kontaminan. Input yang masuk ke zona *medium* berupa biji kakao yang telah disortasi, input dari zona *medium* ke zona *high* adalah pasta. Massa untuk zona *medium* dan zona *high* dipisahkan dengan ruang *buffer* untuk menjaga ke higienisan atau meminimalisasi kontaminasi.



Gambar 4. 19 Tata massa menurut zonasi higienis

Table 4.42 Konsep tata letak bangunan industri

Tata letak makro

1. Area penerimaan

Area penerimaan dan pengiriman mempertimbangkan kemudahan akses dengan

jalan raya.

2. Bangunan produksi

Area bangunan industri mengikuti dengan area penerimaan dan disesuaikan dengan eksisting serta alur produksi yang sesuai.

3. Bangunan fasilitas pabrik dan pengelola

Area untuk fasilitas pabrik dan pengelola diletakkan pada zona yang berbeda untuk

4. Area pelayanan dan fasilitas wisata

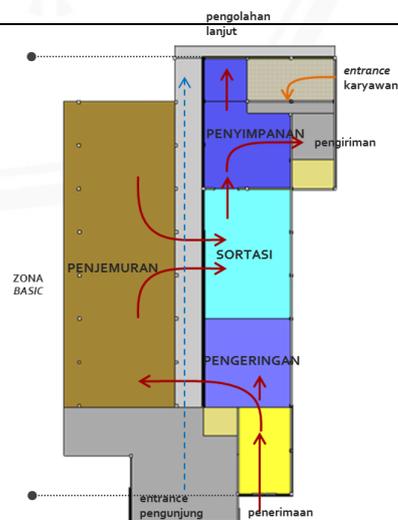
Area pelayanan dan fasilitas wisata diletakkan pada area masuk untuk pengunjung, dan area yang terpisah dari area produksi. Setelah pengunjung melihat proses produksi secara berurutan akan berakhir pada fasilitas wisata yang dapat dinikmati pengunjung.



Tata letak zona basic

Konsep tata letak ruang pada zona basic disesuaikan dengan alur produksi yaitu linear. Diawali dengan area penerimaan bahan baku-penjemuran-sortasi-pengemasan-penyimpanan-pengiriman.

Ruang diletakkan bersebelahan secara linear mengikuti bentuk eksisting tapak agar mempermudah proses produksi dan memudahkan pengunjung mengamati proses secara berurutan. Ruang dilengkapi



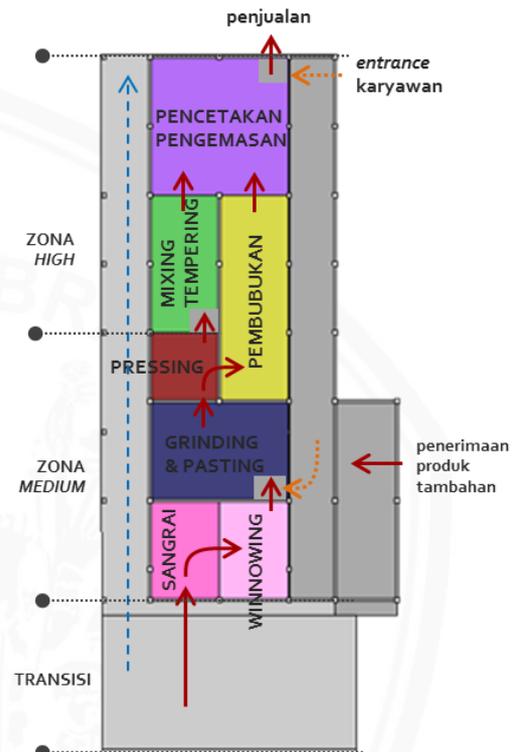
bukaan pintu cukup besar untuk sirkulasi pemindahan bahan baku, dan berhubungan langsung dengan eksterior kecuali gudang.

Tata letak zona *medium* dan *high*

Tata letak zona *medium* dan *high* adalah ini linear secara berurutan sesuai alur produksi. Ruang dilengkapi pengaturan suhu maka bentuk ruang tertutup dan dilengkapi area transisi dan area selasar/koridor untuk sirkulasi pengunjung.

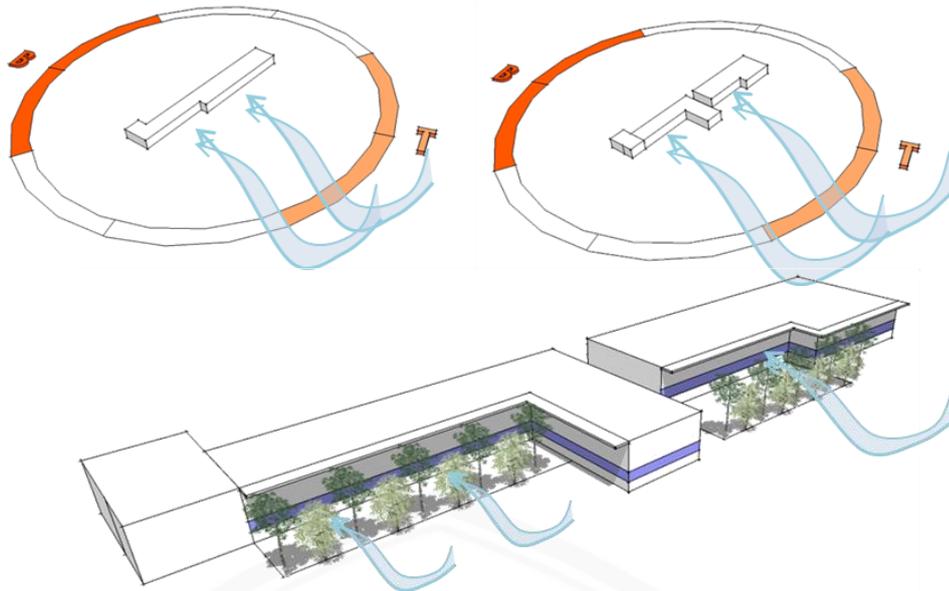
Area transisi digunakan untuk fasilitas sanitasi bagi pekerja sebelum masuk ruang produksi dan dapat meminimalisasi kontaminasi.

Tata letak ruang dalam sebagian besar berbentuk linear dan radial, bentuk linear pada ruang yang memanjang akan mempermudah pemindahan produk maupun sirkulasi pekerja, sedangkan bentuk radial pada ruang yang cukup besar dapat memaksimalkan luas area.



4.15. Konsep Sistem Penghawaan dan Pencahayaan Alami

Orientasi bangunan terhadap datangnya sinar matahari dan aliran udara yaitu membujur utara selatan. Penghawaan dan pencahayaan alami memiliki konsep yang saling berkaitan, yaitu bukaan sebagai inlet dan outlet udara alami sekaligus sebagai masuknya cahaya alami ke dalam bangunan. Selain ituantisipasi panas dari sisi barat untuk meningkatkan iklim mikro diantisipasi dengan penambahan ruang transisi dan vegetasi.



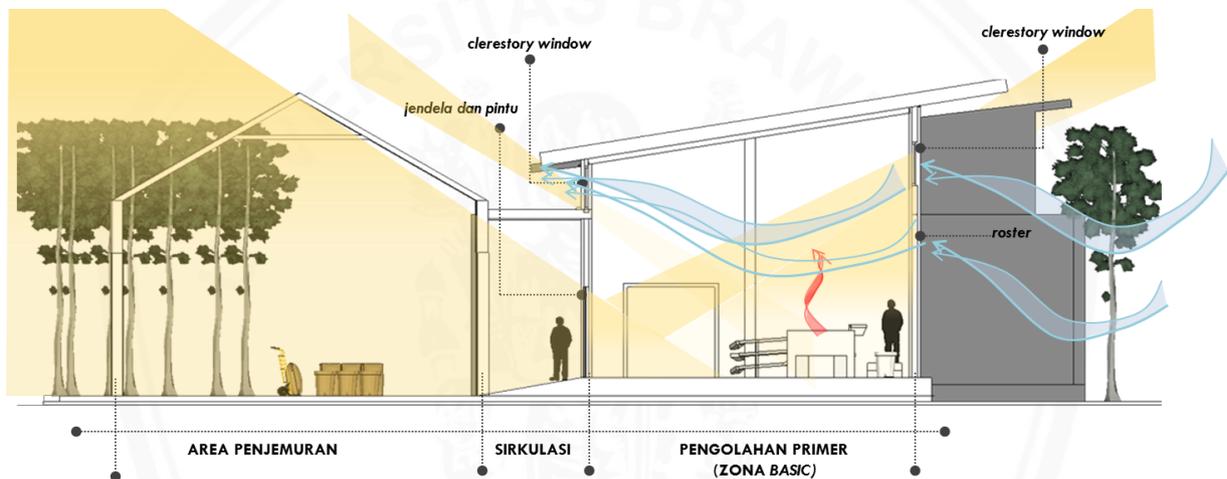
Gambar 4. 20 Orientasi massa terhadap angin dan pencahayaan

Table 4.43 Konsep penghawaan dan pencahayaan alami

Aspek	Konsep
Orientasi dan bentuk massa	Orientasi massa tetap membujur utara selatan.dengan kemiringan 110°. Massa berbentuk huruf I yang terbagi menjadi 2 massa
Pemisahan massa dan ruang	Pemisahan massa zona basic dengan massa zona medium, high untuk meminimalkan kontaminasi.
Sistem penghawaan dalam ruang	Menggunakan cross ventilation dan stack effect untuk mengeluarkan udara panas dalam ruang produksi
Orientasi dan lokasi bukaan	Lokasi inlet berada pada sisi timur dan outlet pada sisi barat. Luas inlet lebih kecil daripada luas outlet. Perbedaan elevasi inlet dan outlet.
Jenis bukaan	<ul style="list-style-type: none"> • Zona M dan H Menggunakan jendela untuk masuknya pencahayaan pada sisi barat, dan <i>clerestory window</i> pada sisi timur • Zona B Jendela pada sisi barat sebagai pencahayaan alami dan penghawaan alami pada sisi barat, <i>clerestory window</i> pada sisi timur Bukaan pada atap sebagai <i>stack effect</i>

Penghawaan alami dengan memanfaatkan aliran udara dari sisi timur bangunan, penambahan vegetasi dengan jarak kurang lebih 4-5 meter dan peletakan inlet pada sisi bangunan dapat menghasilkan udara yang lebih segar. Pengeluaran udara hangat melalui ventilasi atap dengan penambahan turbin ventilator.

Untuk melindungi menghindari panas dari sisi barat bangunan, penambahan *shading* dan *secondary skin* dapat dilakukan, sehingga terbentuk area transisi dan radiasi panas dapat berkurang. Penambahan beberapa jenis vegetasi juga akan meningkatkan iklim mikro pada tapak dan bangunan.



Gambar 4. 21 Konsep pencahayaan dan penghawaan alami pada bangunan

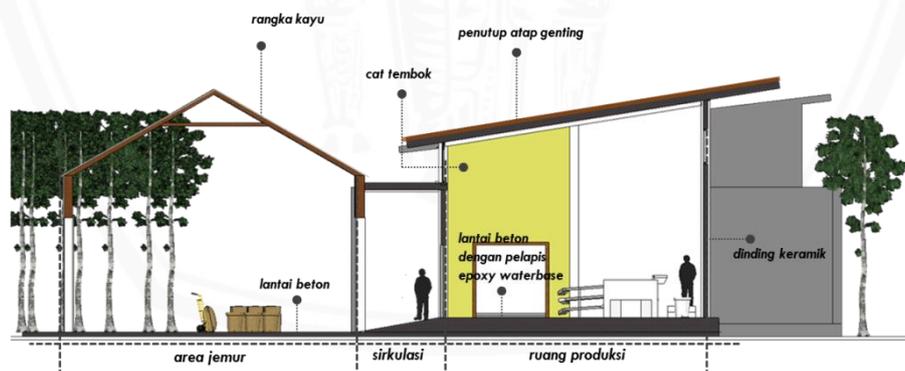
4.16. Konsep Material Bangunan

Pendekatan pemilihan material pada ruang produksi disesuaikan dengan kondisi atau karakteristik ruang. Pemilihan material sekaligus memenuhi persyaratan higienis untuk ruang produksi makanan, yaitu material yang tidak berpotensi menjadi sarang hama dan tumbuhnya mikroorganisme, mudah dibersihkan dan halus, tidak menyerap air, aman bagi produk maupun pengguna, dan tahan lama.

Table 4.44 Konsep material bangunan

Aplikasi material	
Material eksterior	Material eksterior dipilih dengan
• Pelapis dinding eksterior = cat	mempertimbangkan ketahanan terhadap

<p>eksterior, kayu dan batu alam</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penutup atap = genting tanah liat, • Lantai eksterior = lantai beton dengan pelapis • Penutup tanah = rumput, grass block • Lantai jemur = lantai beton tanpa pelapis 	<p>cuaca. Selain itu material yang dapat menciptakan iklim mikro yang baik.</p>
<p>Material interior zona basic</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dinding : dinding keramik setinggi bidang kerja • Lantai : lantai beton dengan pelapis • Langit-langit : gypsum gyproc 	<p>Untuk material interior zona basic, dipilih material yang kering, dan kuat. Beton ekspos digunakan pada lantai karena mudah perawatan dan lebih efisien. Namun dilengkapi pelapis/<i>coating epoxy water base</i>.</p>
<p>Material interior zona medium dan high</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dinding : dinding keramik setinggi bidang kerja • Lantai : lantai beton dengan pelapis <i>epoxy waterbase</i>, keramik <i>quarry tile</i> • Langit-langit : <i>gypsum gyproc</i> 	<p>Material interior pada zona medium dan high adalah pemilihan material yang mudah dibersihkan (didesinfektan), maka dipilih material yang kuat, halus, berwarna terang, tidak mudah terkelupas, tidak mengandung toksik.</p>

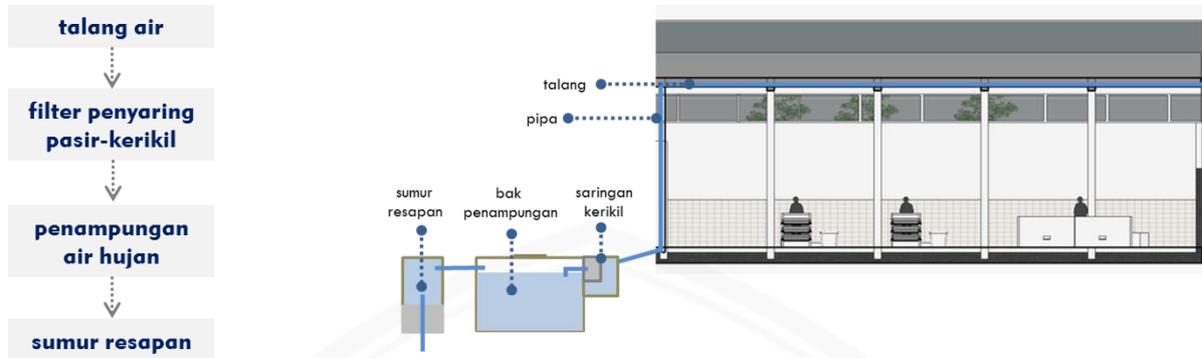


Gambar 4. 22 Konsep aplikasi material pada bangunan

4.17. Konsep Konservasi Air

Konservasi air pada bangunan dan tapak adalah penggunaan air hujan sebagai sumber air untuk menyiram tanaman/lansekap dan dikembalikan ke air tanah melalui sumur resapan. Selain dapat mengurangi sumber air utama juga memanfaatkan limpasan air hujan

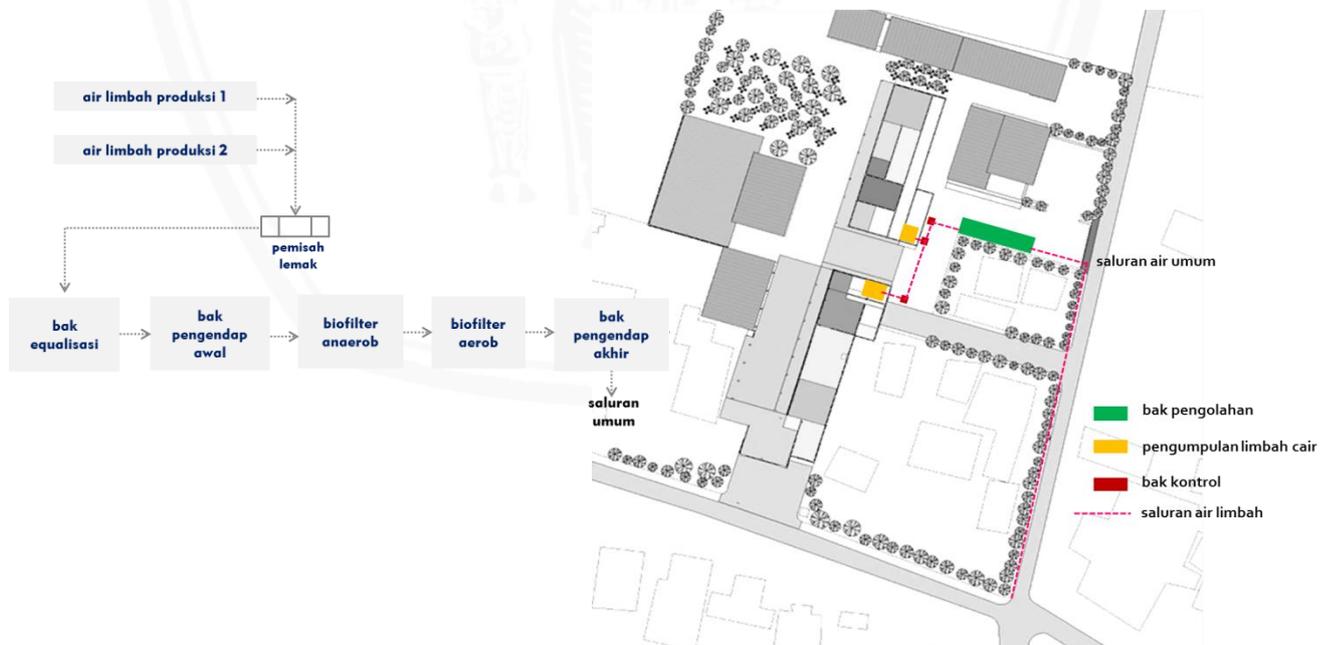
yang terbuang agar tidak membebani saluran. Pada bangunan air hujan dari atap akan turun ke talang, lalu melalui pipa akan ditampung ke tangki penampungan. Dari tangki penampungan akan dialirkan melalui pipa untuk menyiram tanaman dan lansekap.



Gambar 4. 23 Konsep pemanfaatan air hujan pada tapak

4.18. Konsep Pengolahan Limbah

Limbah industri pengolahan kakao mengandung karakteristik zat organik terlarut, sehingga perlu diolah agar tidak mencemari lingkungan. Pengolahan limbah menggunakan sistem biofilter aerob-anaerob. Air limbah dari tempat pencucian mesin dan perlengkapan produksi akan dialirkan menuju saluran, selanjutnya menuju bak kontrol yang dilengkapi pemisah lemak, selanjutnya limbah akan masuk ke sistem pengolahan dengan melewati beberapa tahap sebelum akhirnya dibuang di saluran umum.



Gambar 4. 24 Konsep pengelolaan limbah pada tapak

4.19. Hasil Desain

A. Tata massa



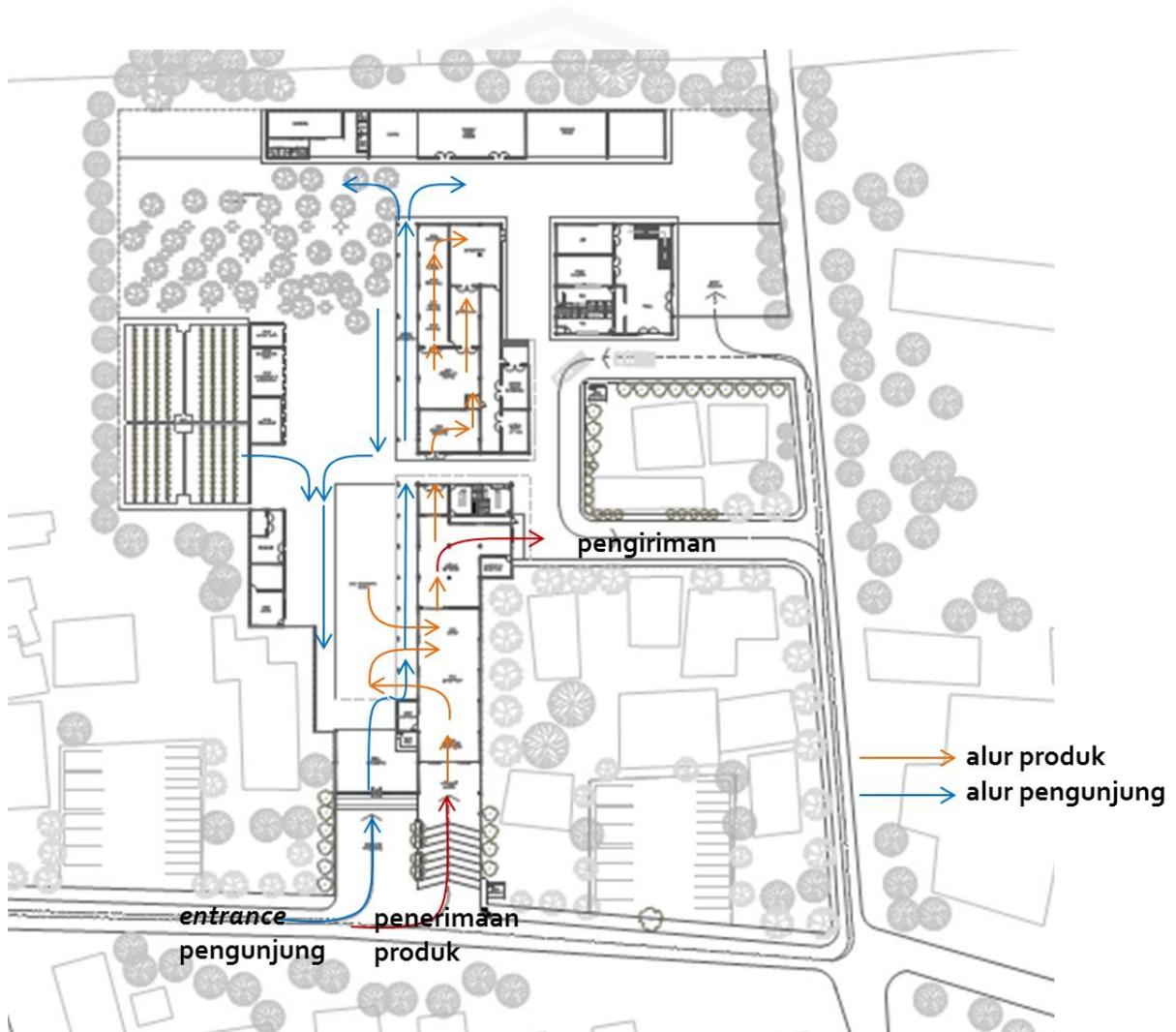
Gambar 4. 25 Tata massa bangunan

Sesuai dengan konsep, tata letak bangunan berbentuk linear membujur utara selatan. Bentuk linear dipilih karena bentuk eksisting bangunan maupun tapak serta mempermudah proses produksi maupun pemindahan produk. bentuk linear yang sederhana juga dapat memperlancar sirkulasi pengunjung mengamati proses secara berurutan.



Gambar 4. 26 Entrance pengunjung

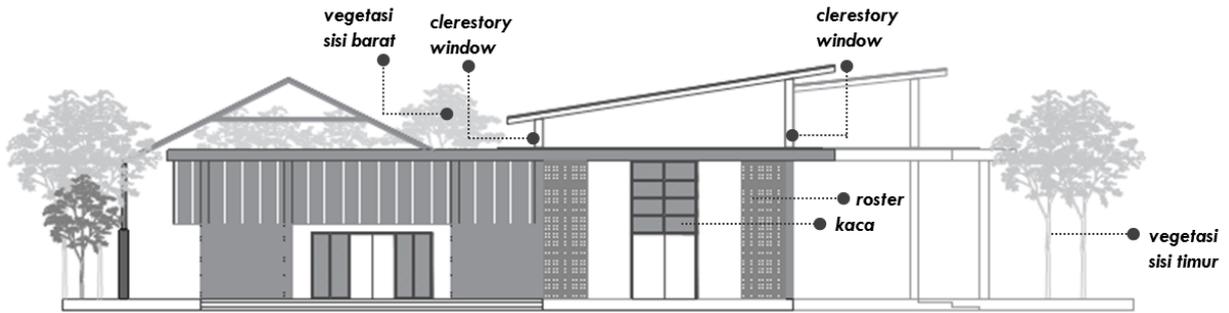
Untuk alur produksi dan alur sirkulasi pengunjung diawali dari area *entrance* yang berdampingan/bersebelahan, sehingga pengunjung dapat mengamati langsung proses produksi dari awal penerimaan sampai akhir proses pengolahan coklat melalui selasar di sisi barat bangunan produksi. Pengunjung dapat mengamati melalui bukaan kaca yang cukup luas untuk pengamatan. Setelah dari area produksi pengunjung dapat meneruskan ke area wisata ke kebun kakao atau membeli produk olahan coklat. Pengunjung akan kembali melalui jalur yang sama dengan jalur masuk.



Gambar 4. 27 Alur produk dan pengunjung di dalam bangunan

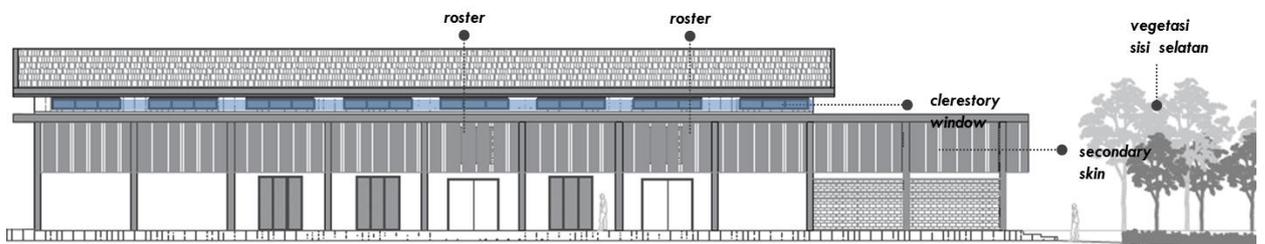
B. Pencahayaan dan penghawaan alami

Konsep pencahayaan dan penghawaan yang diterapkan pada bangunan saling berkaitan yaitu dengan memberikan bukaan sebagai masuknya cahaya dan udara alami.



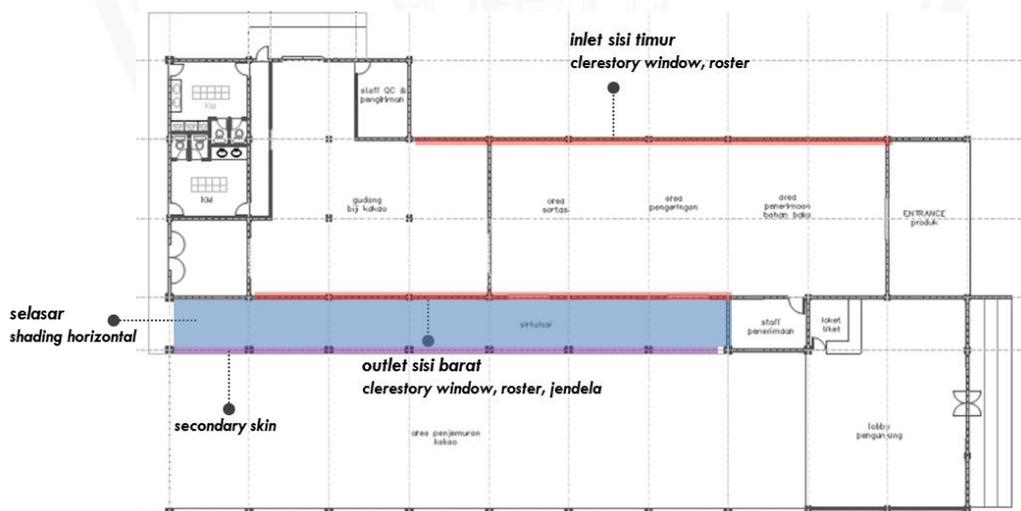
Gambar 4. 28 Tampak bangunan sisi selatan

Posisi inlet dan outlet berada pada sisi barat dan timur, maka diperlukan antisipasi silau atau panas matahari. Antisipasi yaitu dengan menambahkan shading horizontal, secondary skin sepanjang selasar sisi barat. Penataan vegetasi juga diterapkan di area sekitar bangunan terutama pada sisi barat dan timur.



Gambar 4. 29 Tampak bangunan sisi barat

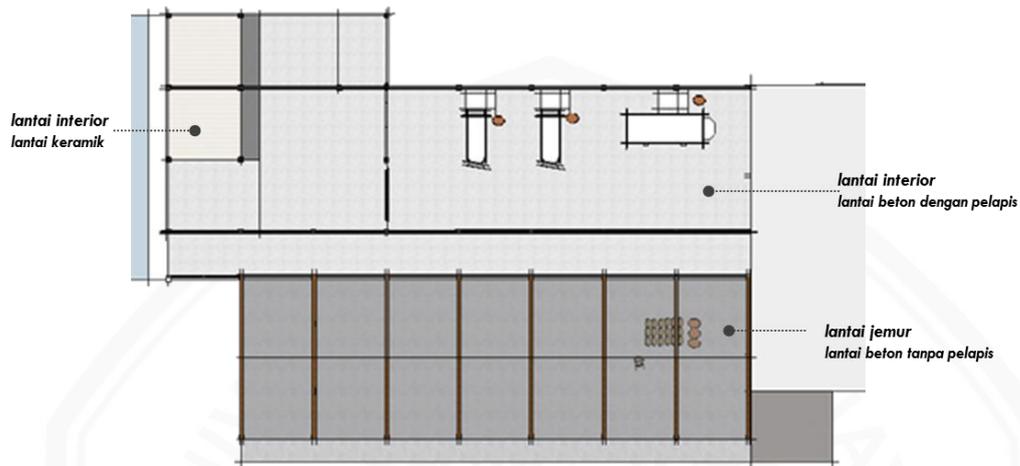
Untuk memperlancar pergerakan udara dalam bangunan penambahan inlet outlet berupa jendela yang dapat dibuka, roster, dan pintu. Penataan inlet dan outlet diletakkan dengan perbedaan ketinggian untuk mempermudah udara hangat naik dan keluar.



Gambar 4. 30 Denah bangunan zona basic

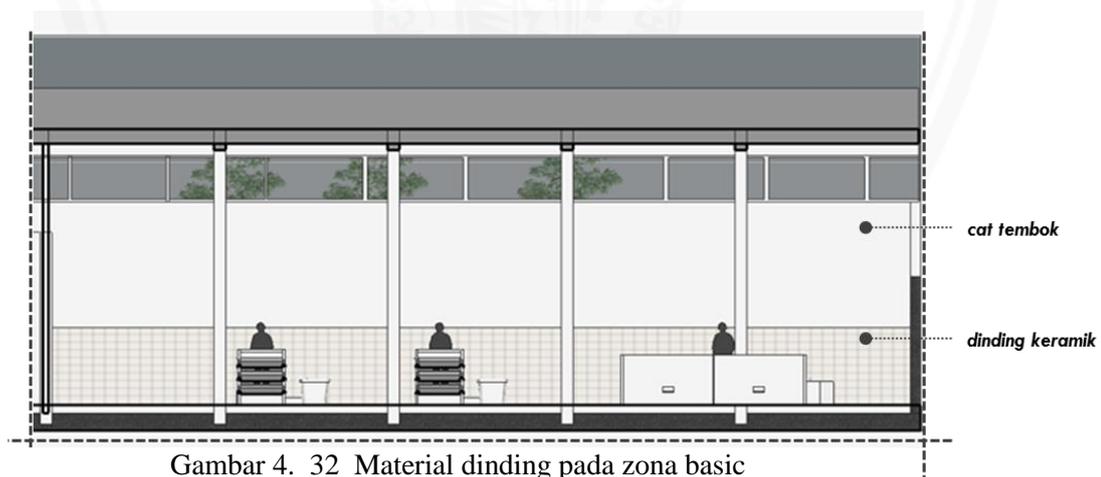
C. Material bangunan

Material bangunan yang digunakan pada bangunan adalah material dengan kriteria yang memenuhi standar bangunan pengolahan makanan. Yaitu material yang mudah perawatan, dapat dibersihkan (dengan disinfektan), rata, permukaan halus, dan tidak menimbulkan kontaminan/bercaun. Kriteria tersebut juga sejalan dengan kriteria material ekologis dalam segi ramah lingkungan, tahan lama dan perawatan yang mudah.



Gambar 4. 31 Material lantai pada zona basic

Pada lantai beton penambahan *sealer*, *coating* atau pelapis tetap diaplikasikan, untuk menghasilkan permukaan yang halus dan mudah dibersihkan. Pelapis dapat menggunakan bahan *water base* yang lebih ramah lingkungan.



Gambar 4. 32 Material dinding pada zona basic

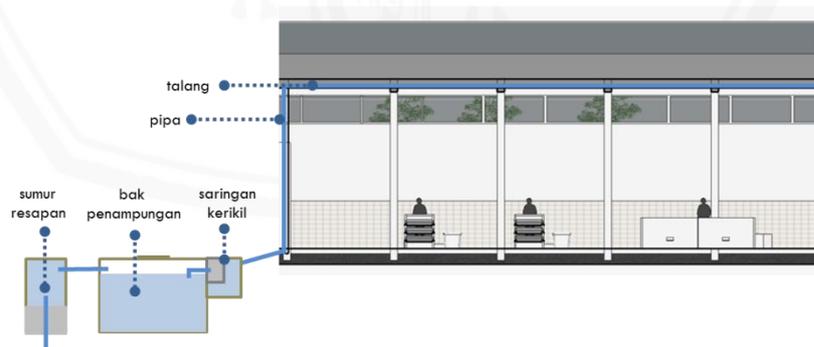
Material dinding interior ruang produksi dilengkapi dinding keramik dengan tinggi sekitar 1,5m atau bidang kerja, agar dinding mudah dibersihkan dari kotoran, untuk sisanya dinding dilapisi dengan cat tembok yang dapat dilapisi dengan *coating*.



Gambar 4. 33 Material eksterior zona basic

D. Konservasi air

Konservasi air pada bangunan dan tapak adalah penggunaan air hujan sebagai sumber air untuk menyiram tanaman/lansekap, sehingga dapat mengurangi sumber air utama dan memanfaatkan limpasan air hujan yang terbuang. Pada bangunan air hujan dari atap akan turun ke talang, lalu melalui pipa akan ditampung ke tangki penampungan. Dari tangki penampungan akan dialirkan melalui pipa untuk menyiram tanaman dan lansekap.

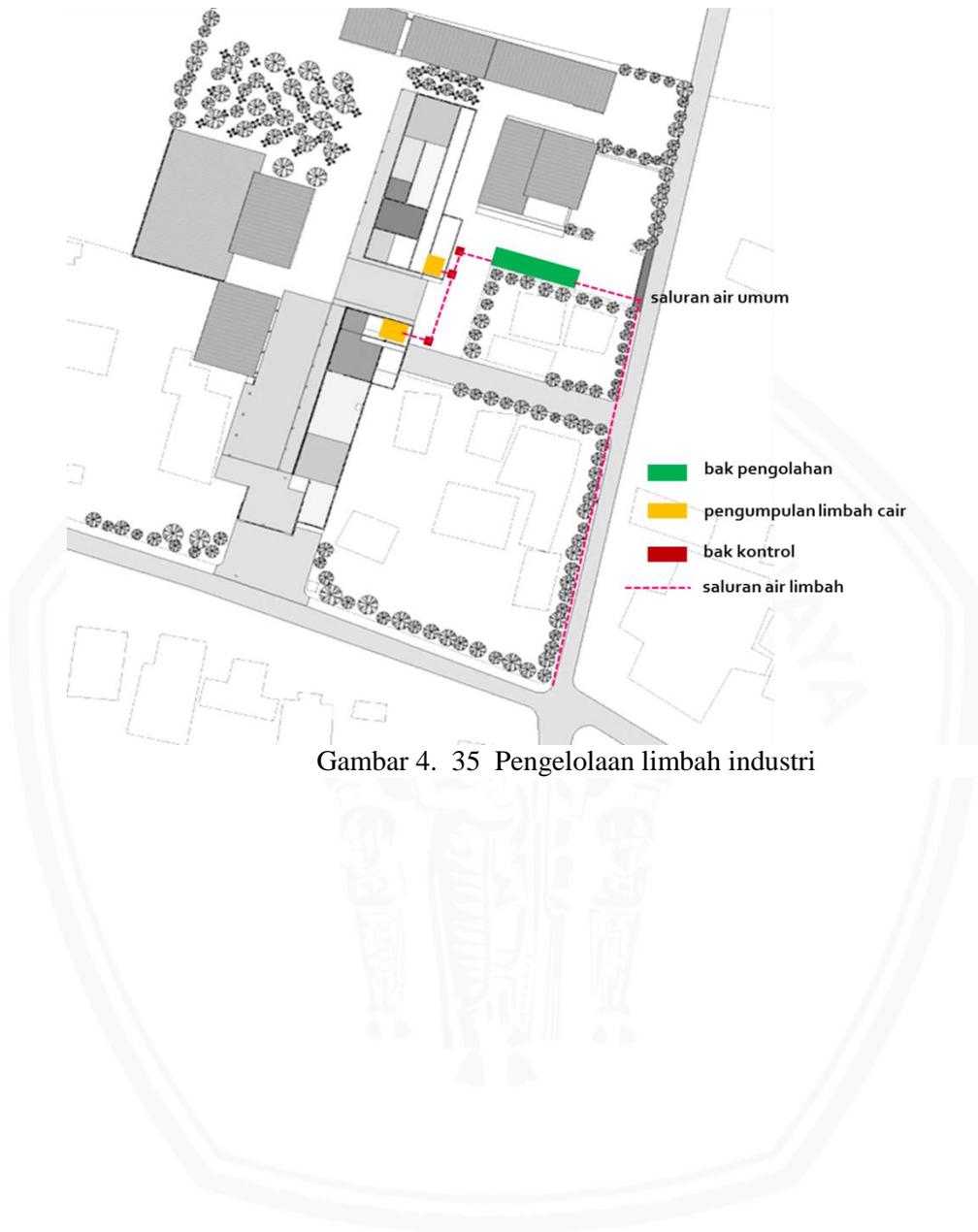


Gambar 4. 34 Pengelolaan air hujan

E. Pengolahan limbah

Pengelolaan limbah untuk organik seperti limbah kulit kakao dan cangkang kakao adalah dengan menjual ke pihak ke tiga, untuk limbah anorganik akan dikumpulkan dan

disalurkan ke pembuangan akhir, selanjutnya untuk limbah cair industri diolah dengan pengolahan limbah biofilter aerob-anaerob.



Gambar 4. 35 Pengelolaan limbah industri