

1. PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Perkembangan industri makanan dan minuman semakin meningkat dari tahun ke tahun. Ada banyak jenis minuman di Indonesia, termasuk sirup. Sirup adalah salah satu minuman paling populer untuk menghilangkan dahaga Anda. Saat ini sirup sangat digemari di berbagai kalangan dari anak-anak hingga orang dewasa karena dibuat dengan rasa yang berbeda-beda.

Menurut Suprati (2005) dalam Wijana dkk. (2016), sirup merupakan larutan kental dengan kandungan gula terlarut tinggi dan tidak cenderung mengendapkan kristal gula. Dengan menggunakan formulasi yang tepat akan dihasilkan sirup dengan kualitas yang baik. Proses ini sangat penting bagi perkembangan sektor industri.

Rasa kelapa merupakan salah satu jenis rasa yang memiliki peminat banyak di Indonesia, ini dikarena rasa kelapa memiliki kesegaran yang pas untuk menghilangkan rasa dahaga. Namun karena umur simpan buah kelapa yang relatif singkat sehingga menjadikan buah kelapa sulit untuk diolah menjadi produk makanan dan minum, untuk mengatasi hal tersebut banyak produk pangan yang menggunakan perisa sebagai pengganti ekstrak kelapa. Maka dari itu penggunaan Perisa Kelapa dalam penelitian ini dianggap sudah pas selain karena harga nya yang murah, Perisa Kelapa ini dapat dengan mudah ditemukan di toko bahan kue maupun toko lainnya, serta penggunaannya relatif mudah.

Universitas Katolik Soegijapranata terutama Fakultas Teknologi Pertanian menyadari akan pentingnya pembelajaran *pilot plant*, dikarenakan sirup rasa kelapa sangat diminati masyarakat serta nantinya diharapkan dapat menghasilkan pendapatan dikarenakan produk sirup ini juga dapat dijual, namun untuk melakukan perancangan produksi sirup diperlukan penelitian proses sirup pada skala *pilot plant*, dimana ini berguna untuk mengurangi risiko yang terkait dengan perancangan proses skala besar yang nantinya *pilot plant* ini akan ditempatkan di Kampus Unika Soegijapranata BSB

1.2. Tinjauan Pustaka

1.2.1. Konsep Sirup

Menurut SNI 01 - 3544 - 2013, sirup adalah produk minuman yang terdiri dari campuran gula (dengan kadar larutan minimal 65%) dan air dengan atau tanpa bahan tambahan lain sesuai dengan standar yang ditetapkan. Menurut Fickri (2018), berdasarkan fungsinya, sirup dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu sirup obat (*medical syrup*) dan sirup perisa (*carrier syrup*). Sirup terbagi menjadi 3 yaitu sirup esens, sirup glukosa dan sirup buah. Sirup esens adalah sirup yang rasanya ditentukan oleh esens yang ditambahkan. Sirup glukosa adalah sirup yang terbuat dari glukosa. Sirup terdiri dari pelarut, pemanis, pengental, penstabil dan perisa. Pelarut adalah zat cair yang dapat melarutkan zat aktif atau biasa disebut dengan pembawa. Contoh pelarut adalah air, gliserol, propilen glikol, etanol, eter. Pemanis adalah bahan tambahan dalam sirup, pemanis yang ditambahkan untuk membuat sirup terasa manis. Misalnya glukosa, fruktosa, dll. Penstabil dimaksudkan untuk menjaga agar sirup dalam keadaan stabil contoh dari zat penstabil adalah antioksidan, pendapar, pengkompleks. (Fickri, 2018). Penambahan pengental dalam produksi sirup berfungsi untuk menciptakan kekentalan (Kamal, 2010). Sedangkan perisa ditambahkan untuk meningkatkan rasa jika diperlukan.

Dalam merancang suatu produk, konsep produk mutlak diperlukan, konsep produk ini dikaitkan dengan persyaratan mutu produk, sehingga Sirup memiliki ciri-ciri sebagai berikut menurut SNI 01 - 3544 - 2013

Tabel 1. SNI 01 - 3544 - 2013

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaann :		
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Rasa	-	Normal
2	Total gula (dihitung sebagai sukrosa) (b/b)	%	min. 65

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
3	Cemaran Logam		
3.1	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 1,0
3.2	Kadmium (Cd)	mg/kg	maks. 0,2
3.3	Timah (Sn)	mg/kg	maks. 40
3.4	Merkuri (Hg)	mg/kg	maks. 0,03
4	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	maks. 0,5
5	Cemaran Mikroba :		
5.1	Angka Lempeng Total (ALT)	koloni/mL	maks. 5×10^2
5.2	Bakteri <i>Coliform</i>	APM/mL	maks. 20
5.3	<i>Escherichia coli</i>	APM/mL	< 3
5.4	<i>Salmonella sp</i>	-	Negatif/25mL
5.5	<i>Staphylococcus aureus</i>	-	Negatif/mL
5.6	Kapang dan Khamir	koloni/mL	maks. 1×10^2

1.2.1.1. Bahan Pembuatan Sirup

A. Gula (Fruktosa dan Glukosa)

Penggunaan gula dalam pembuatan sirup adalah untuk memberikan rasa manis (Fickri, 2018). Gula yang banyak terkandung dalam bahan makanan dan minuman sehari-hari, seperti minuman berkarbonasi (soda), jus, minuman olahraga, *cornflake*, permen, selai, es krim, sirup, produk susu, dan bahkan sirup obat batuk, adalah fruktosa. Fruktosa yang digunakan dalam berbagai makanan dan minuman adalah dalam bentuk *high fructose corn syrup* (HFCS) (Sandra dan Budiman, 2011). HFCS mengandung fruktosa dan glukosa dalam berbagai konsentrasi, umumnya rasio konsentrasi yang digunakan adalah 55% : 45%. Fruktosa digunakan sebagai pemanis dalam industri makanan karena memiliki rasa yang paling manis di antara jenis karbohidrat lainnya, bahkan 1,7 kali lebih manis dari sukrosa dengan harga yang relatif murah (Prahastuti, 2011). konsumsi fruktosa 15-20% diet (60-70 g fruktosa setiap hari) pada pria selama lebih dari 2 minggu menunjukkan peningkatan kadar trigliserida puasa, sedangkan penelitian lain menunjukkan bahwa konsumsi fruktosa yang berlebihan (melebihi 25% kebutuhan energi perhari atau setara dengan 85 g fruktosa) akan menyebabkan

peningkatan prevalensi sindrom metabolik seperti gangguan metabolisme lipid, obesitas, tekanan darah tinggi, hiperurisemia dan diabetes melitus tipe II akibat resistensi insulin sehingga menyebabkan berbagai organ tubuh seperti otak, pembuluh darah, ginjal, sel lemak dan hati (Prahastuti, 2011).

B. Air

Secara kimia, air adalah zat organik dengan rumus molekul H₂O. Selama produksi sirup ini, air bertindak sebagai pelarut untuk gula dan sebagai media untuk pembentukan gel CMC. Air yang digunakan harus tidak berwarna, tidak berbau, jernih, tidak berasa, tidak berbahaya bagi kesehatan dan tidak mendegradasi bahan yang akan diolah.

C. CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*)

CMC merupakan bahan tambahan pangan hidrokoloid yang banyak digunakan dalam industri pangan berupa garam natrium karboksimetil selulosa (Wati, 2016). CMC dapat berperan sebagai pengikat, pengental atau penstabil pada makanan dan minuman (Kamal, 2010). Menurut PerKaBPOM RI No. 11 Tahun 2019, batas penggunaan maksimum CMC sebesar 5000 mg/kg. CMC bersifat hidrofilik, inert, larut dalam air panas dan dingin, tetapi tidak larut dalam larutan organik (alkohol, etil, asetat, ester, keton, eter, dll.), tidak berwarna, tidak berbau, tidak beracun dan tahan terhadap panas (> suhu 300°C) (Kamal, 2010). CMC banyak digunakan di berbagai bidang industri karena mudah didapat, relatif murah, dan mudah larut dalam air. Namun penggunaan CMC dapat meningkatkan kekeruhan sirup (Kamal, 2010). Dalam penelitian Widyastuti *et al.* (2018), Dikatakan menambahkan 0,25% CMC dapat menurunkan total gula dari 28% menjadi 26%, dimana ini dapat bermanfaat bagi penderita diabetes yang mengkonsumsi sirup.

D. Garam

Garam Menurut Rustandi (2011), garam sangat penting karena dapat menambah cita rasa, memperbaiki tekstur, serta memerangkap kelembapan. Garam juga memberikan rasa asin. Garam juga membantu mengontrol pertumbuhan jamur dan bakteri serta dapat mengontrol aktivitas air.

E. Perisa Kelapa

Tanaman Kelapa atau *coconut (Cocos nucifera L)* merupakan salah satu tanaman yang banyak dijumpai di Indonesia. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kelapa terbanyak di dunia. Disamping mengandung vitamin C, air kelapa juga mengandung asam nikotinat, asam pantotenat, asam folat, biotin, riboflavin, dan sebagainya (Assagaf, 2005 dalam Yanti, 2016)

Menurut Peraturan BPOM No. 11 tahun 2019 tentang Bahan Tambah Pangan, Perisa Kelapa merupakan jenis Bahan Tambah Pangan yang berguna untuk memberikan dan memperbaiki rasa, aroma, serta warna pada semua jenis produk makanan dan minuman. Penggunaan Perisa Kelapa sebagai pemberi rasa kelapa ini dikarenakan harga Perisa Kelapa yang tergolong murah serta Perisa Kelapa dapat dengan mudah ditemukan di toko bahan kue maupun toko lainnya, maka dari itu pemilihan Perisa Kelapa sebagai Pengganti Air Kelapa dianggap sudah pas untuk penelitian ini.

1.2.1.2. Proses Pembuatan Sirup

Tahapan dalam pembuatan Sirup yaitu persiapan, pencampuran, filling, pasteurisasi, labeling, uji kontrol kualitas. Proses tersebut diuraikan sebagai berikut :

A. Persiapan

Langkah pertama dalam pembuatan sirup adalah persiapan yaitu persiapan alat dan bahan. Persiapan alat meliputi penyiapan alat-alat yang digunakan sedangkan persiapan bahan meliputi pemilihan bahan dan penimbangan bahan sesuai dengan formulasi.

B. Pencampuran

Pencampuran air dan gula (gula fruktosa dan gula glukosa) dan bahan tambahan lainnya berupa zat penstabil (garam) dan perisa kelapa lalu penambahan CMC sebagai zat pengental jika diperlukan, proses dilakukan tanpa bantuan pemanasan

yang bertujuan agar tidak terjadi perubahan seperti tekstur, sifat sensorik (warna, rasa, aroma), struktur karbohidrat, protein, lemak dalam bahan tambahan yang dikarenakan oleh proses pemanasan (Zuhra, 2006).

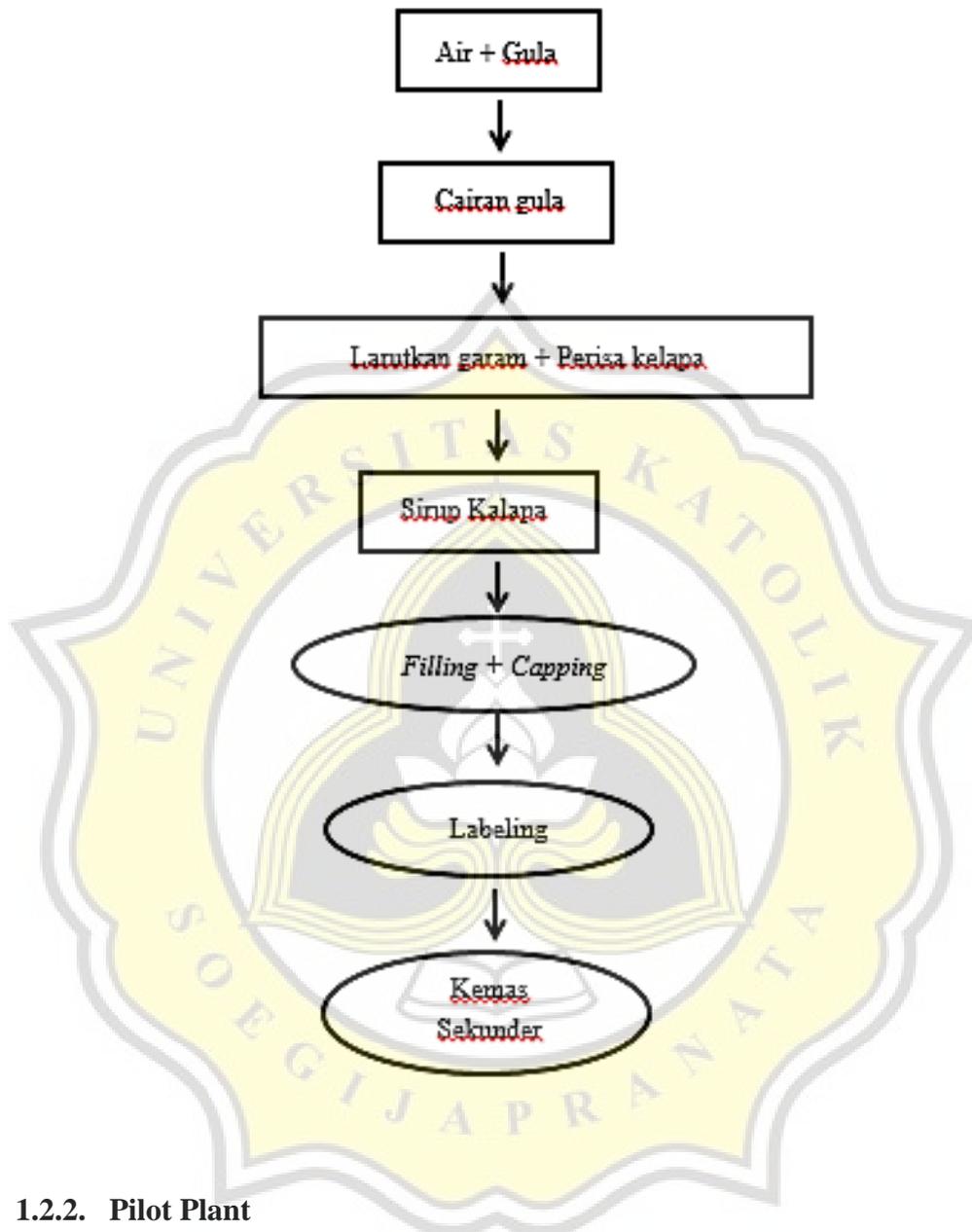
C. *Filling*

Proses *filling* pada proses ini Sirup di masukkan ke dalam botol yang sudah disterilkan terlebih dahulu dalam suhu 121^oC selama 15 menit guna membunuh bakteri dan kuman yang menempel di botol namun pada saat *filling* sirup sebaiknya diberikan *head space*. Penyediaan *head space* saat mengisi produk ke dalam botol merupakan ruang cadangan agar tidak menekan wadah, karena jika tidak diberikan *head space* maka akan memecahkan kaca atau menyebabkan kaleng membengkak (Scott *et al.*, 2007). Pengemasan sirup kelapa dengan menggunakan kemasan botol kaca dapat memperpanjang umur simpan sirup kelapa hingga 134 hari (Assagaf, 2005 dalam Yanti, 2016).

D. *Labeling*

Label merupakan keterangan atau sumber informasi produk bagi konsumen. Seharusnya ada hal-hal penting pada label ini, seperti nama produk, komposisi, cara penggunaan, tanggal kadaluwarsa, produsen, sertifikasi halal, ini sangat sesuai dengan Peraturan Pemerintahan RI No. 69 tahun 1999 tentang Label dan Iklan Pangan pada Bab 2 bagian pertama, pasal 3 ayat 1 bahwa label sekurang-kurangnya harus terdapat nama produk, daftar bahan, berat bersih, nama dan alamat pabrik yang membuat, serta tanggal kadaluwarsa.

Gambar 1. Diagram Alir Proses Produksi Sirup



1.2.2. Pilot Plant

Menurut Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2014, pengertian industri adalah suatu bentuk kegiatan ekonomi dimana bahan mentah diolah dan sumber daya digunakan untuk menghasilkan produk yang bernilai tinggi. Produksi pangan adalah suatu kegiatan dalam suatu proses yang dapat menghasilkan, menyiapkan, mengolah, membuat, mengawetkan, mengemas, mengemas kembali, dan mengubah pangan, baik dari segi bentuk, kandungan, maupun warna pangan yang dihasilkan.

Mini-plant, atau umumnya dikenal sebagai *pilot plant*, adalah sistem untuk mengoperasikan proses skala kecil untuk menghasilkan informasi tentang sistem yang digunakan dalam desain pabrik skala besar ketika berguna untuk meminimalkan risiko yang terlibat dalam desain proses skala besar. Selanjutnya, *miniplant* atau *pilot plant* ini merupakan unit kecil yang dirancang untuk melakukan berbagai eksperimen guna memperoleh informasi atau data untuk desain unit yang lebih besar. Tahap *pilot plant* merupakan tahapan yang dapat menjadi jembatan dalam mendukung produksi skala yang lebih besar karena akan sulit jika diterapkan langsung dari skala laboratorium hingga skala besar. Pada tahap *pilot plant*, resep produk yang dibuat di laboratorium dievaluasi, dikoreksi dan prosesnya dikembangkan dan digunakan untuk pengambilan keputusan dalam pengembangan proses skala besar (Hafni L, 2016).

Pilot plant berfungsi agar kualitas produk dapat terjaga dengan baik sehingga dapat diterima oleh konsumen. Artinya produk yang dibuat dalam skala laboratorium memiliki konsistensi yang sama jika dibuat dalam skala industri. Oleh karena itu, *pilot plant* merupakan tahap terpenting dalam pembuatan produk dalam skala yang lebih besar. Ini penting karena proses produksi dirancang untuk memiliki kapasitas yang lebih tinggi, tetapi kualitas produk yang dihasilkan harus sesuai dengan produksi skala laboratorium, agar produksi skala *pilot plant* berlangsung ketika proses pembuatan produk skala laboratorium sudah optimal.

Pilot plant adalah kumpulan peralatan yang dirancang dan dibangun untuk mengevaluasi aspek-aspek penting dari aliran proses untuk penelitian dasar. Menurut Palluzi (2014) ada beberapa tujuan untuk mengoperasikan proses di *pilot plant*, yaitu:

Konfirmasi kelayakan proses yang dirancang

- Penyediaan data desain untuk produk dan selama proses
- Pengetahuan tentang bahaya yang mungkin timbul selama proses
- Menentukan desain material yang optimal
- Uji coba skema kontrol

- Memproduksi produk dalam jumlah yang cukup untuk penilaian pasar
- Pastikan bahwa teknologi yang digunakan cukup canggih
- Menyediakan data untuk memecahkan masalah yang dihadapi selama pembesaran

Pilot plant harus fleksibel dan mudah beradaptasi sehingga operator dapat dengan cepat melakukan modifikasi untuk menguji konfigurasi dan kondisi pengoperasian untuk menetapkan proses operasi yang optimal. Sehingga *pilot plant* perlu didesain sefleksibel mungkin agar data-data yang dikumpulkan representatif. Fleksibilitas memungkinkan urutan operasi unit untuk dikonfigurasi ulang, operasi unit baru ditambahkan, dan berbagai kondisi operasi yang akan diuji (Whalley, 2016). Menurut Palluzi (2014) desain *pilot plant* mempengaruhi semua aspek yang menunjang seperti biaya, pengoperasian, dan efektivitasnya. Palluzi (2014) juga menjelaskan bahwa dalam melakukan desain *pilot plant* dilakukan dengan beberapa tahapan. Tahapan pertama yaitu menentukan apakah *pilot plant* akan dirancang sebagai pemodelan proses atau investigasi masalah. Pemodelan proses yaitu mere-produksi unit operasi tertentu tetapi dalam skala yang lebih kecil. Sedangkan untuk investigasi masalah yaitu melakukan perancangan pabrik untuk melihat area mana yang akan dilakukan analisis untuk menyelesaikan masalah. Tahap kedua yaitu melakukan pendekatan alternatif dengan menganalisis keperluan seperti peralatan operasi, konstruksi, biaya, dan skala yang digunakan. Tahap ketiga yaitu dengan melakukan pemilihan jenis *pilot plant* yang akan digunakan, dimana pada tahap ini ditentukan sesuai dengan rancangan tahap kedua dan tahap pertama yaitu tahap pendekatan alternatif.

Dengan demikian desain dari pilot plan harus dilakukan pengkajian terlebih dahulu agar tujuan yang diinginkan tercapai. Sehingga terdapat kriteria yang membantu dalam menentukan spesifikasi desain untuk *pilot plant* menurut Whalley (2016) yaitu :

- Menyelesaikan desain dan pembuatan dengan cepat untuk meminimalkan waktu yang dibutuhkan
- Menjaga akurasi pengukuran

- Meminimalkan desain ruang *pilot plant*
- Representasi akurat dari kondisi proses
- Memastikan sistem operasi yang aman
- Meminimalkan biaya sistem

Selain ini desain menurut Susinggih Wijana (2012) terdapat hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penentuan *pilot plant*, dimana berkaitan erat terhadap produk yang dihasilkan yaitu:

- Pengaruh pada produk, yang terdiri dari kondisi proses terhadap kualitas produk
- Pengaruh pada bahan baku, yang terdiri dari sifat-sifat bahan baku
- Pengaruh rekayasa proses, yang terdiri dari kondisi proses yang membutuhkan minimal efisiensi ekonomi dengan tetap menjaga kualitas produk. Peralatan yang digunakan merupakan perkembangan teknologi terkini.
- Pengaruh terhadap evaluasi kesetimbangan massa dan kesetimbangan energi pada sistem kontrol proses yang diterapkan

1.2.3. Perancangan *Pilot Plant*

1.2.3.1. Tata Letak (*Layout Pilot Plant*)

Tata letak (*layout*) sendiri merupakan suatu pengaturan area kerja dan fasilitas produksi dimana ini merupakan landasan utama pada dunia industri. Biasanya tata letak pabrik ini sudah direncanakan dengan baik sehingga diharapkan dapat memberikan efisiensi ataupun kesuksesan kerja suatu industri. Beberapa hal penting dalam menentukan tata letak pabrik yaitu jarak, waktu dan biaya. Seperti contohnya saja jika jarak perpindahan materialnya jauh maka dapat menyebabkan rentang waktu yang dibutuhkan cukup tinggi sehingga mengakibatkan tinggi pula biaya yang dikeluarkan karena prosesnya lama maka dari itu jarak perlu diperpendek agar tidak terjadi pemborosan pada waktu dan biaya (Handoko, 2013 dalam Purnomo, 2013).

Kelancaran proses produksi adalah faktor terpenting dalam proses pembuatan produk. Faktor yang dapat mempengaruhi kelancaran proses produksi salah satunya ialah desain tata letak atau yang biasa disebut juga sebagai tata cara fasilitas-fasilitas milik perusahaan, dimana penempatan fasilitas perusahaan diatur secara tepat maka diharapkan dapat memberi dampak terhadap pemanfaatan keterbatasan tempat peletakan mesin dan fasilitas perusahaan atau biasa disebut sebagai pemanfaatan luas area, serta diharapkan dapat memperlancar pergerakan dari semua material sehingga didapatkan alur proses produksi yang teratur, lancar, aman (Sahroni, 2003). Menurut pernyataan Ramos et al. (2010) bahwa system material handling yang kurang sistematis akan menjadi masalah yang cukup serius dan akan mengganggu kelancaran dari proses produksi yang akan mempengaruhi system secara menyeluruh, maka dari itu perlu adanya pengaturan tata letak fasilitas yang dapat membantu kelancaran aliran proses produksi.

Perencanaan dan penataan tata letak pabrik merupakan fondasi utama industri, karena melalui perencanaan dan penataan yang baik diharapkan dapat menjaga efisiensi dan kelangsungan hidup atau keberhasilan pekerjaan industri. Secara garis besar tujuan utama dari perencanaan dan penataan tata letak pabrik adalah Atur area kerja dan semua fasilitas produksi yang paling aman dan ekonomis untuk operasi produksi yang paling aman dan nyaman guna meningkatkan moral dan kinerja operator. Lebih khusus lagi, perencanaan dan tata letak yang baik akan memberikan keuntungan dalam sistem produksi. (Wignjosoebroto, 2009 dalam Muhammad Arif, 2017).

1.2.3.2. Jenis Tata Letak

Jenis-jenis tata letak pilot plant secara sederhana dibedakan menjadi beberapa jenis. Berikut ini merupakan jenis-jenis tata letak secara sederhana menurut Muhammad Arif (2017)

A. Product Layout

Desain produk umumnya digunakan untuk pabrik yang memproduksi suatu jenis produk atau kelompok produk dalam jumlah banyak dan dengan *lead time* yang

lama. Prinsip desain produk adalah mesin demi mesin, dimana mesin-mesin disusun menurut urutan proses yang ditentukan dalam proses produksi. Tujuan utama dari desain produk adalah untuk mengurangi proses penanganan material dan mempermudah pelacakan aktivitas produksi Anda.

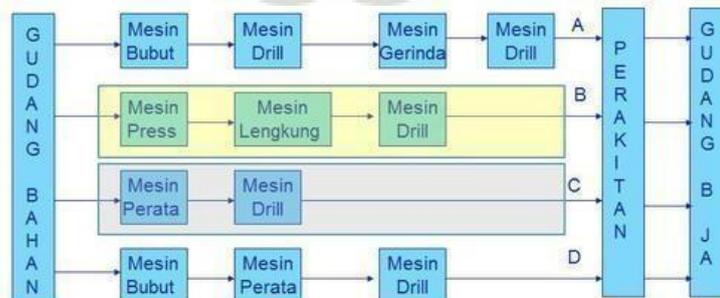
Keunggulan desain produk, yaitu:

- Dapat memperlancar aliran material karena desain sesuai dengan urutan pekerjaan.
- Persediaan kecil karena dari satu proses ke proses lainnya, pekerjaan dilakukan secara instan.
- Pergerakan material dapat dikurangi jika mesin-mesin yang berurutan ditempatkan sedekat mungkin.
- Sistem perencanaan dan pengendalian produksi yang sederhana dimungkinkan.

Kelemahan pada desain produk yaitu :

- Kegagalan pada satu mesin dapat mengakibatkan kegagalan seluruh proses.
- Perubahan desain produk menyebabkan perubahan desain.
- Waktu produksi ditentukan oleh mesin paling lambat.
- Prosesnya membutuhkan mesin khusus dan umumnya mahal, sehingga investasinya tinggi.
- Penambahan produk baru hanya dapat dilakukan untuk pesanan yang sama atau membutuhkan jenis mesin yang sudah ada.

Gambar 2. Tata Letak *Product Layout*



Sumber: Wignjosoebroto, 2009 dalam Muhammad Arif, (2017)

B. *Process Layout*

Desain berbasis proses adalah tata letak fasilitas dan metode penempatan yang menempatkan fasilitas dengan jenis dan spesifikasi yang sama dalam satu departemen. Jenis desain ini dicapai dengan mengelompokkan sebagai *co-processing* dan menugaskan departemen proses satu sama lain berdasarkan aliran antar departemen.

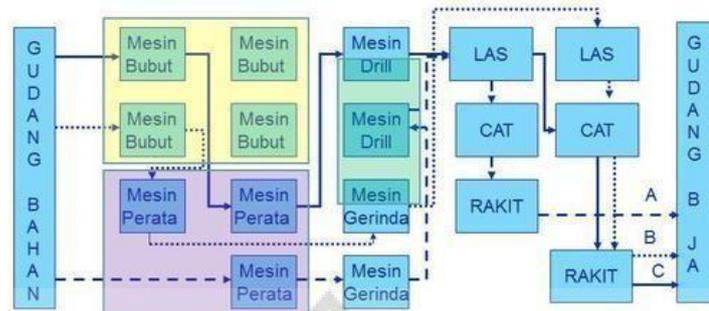
Keunggulan desain proses, yaitu:

- Utilisasi mesin umumnya sangat baik, sehingga mesin yang dibutuhkan lebih sedikit.
- Fleksibilitas tinggi dalam hal peralatan atau beban kerja untuk tugas-tugas tertentu.
- Pada umumnya mesin yang digunakan tidak memerlukan investasi yang besar.
- Perubahan tugas yang dilakukan oleh operator dapat memberikan kepuasan bagi operator.
- Memungkinkan *supervisor* khusus.

Kelemahan desain proses, yaitu:

- Aliran material yang lebih lama menyebabkan biaya transfer material yang tinggi.
- Lebih banyak sistem perencanaan dan pengendalian produksi diterapkan.
- Total waktu produksi umumnya lebih lama.
- Prosesnya membutuhkan lebih banyak persediaan.
- Lebih banyak ruang dan modal untuk kerja terus menerus. Proses membutuhkan keterampilan pekerja yang tinggi untuk mengoperasikan berbagai mesin

Gambar 3. Tata Letak *Process Layout*



Sumber: Wignjosoebroto, 2009 dalam Muhammad Arif, (2017)

C. *Fixed Layout*

Desain bahan yang disematkan berbeda dengan jenis desain lainnya. Dalam desain lain, material diangkut ke pusat kerja, sedangkan pusat kerja material tetap diangkut ke material. Desain ini digunakan dalam perakitan pesawat, pembuatan kapal, dan banyak lainnya. Merancang bahan padat melibatkan pengaturan dan penempatan stasiun kerja di sekitar bahan. Jenis desain ruang tetap menentukan bahwa bahan tetap di tempatnya sementara fasilitas produksi, seperti mesin, peralatan, dan komponen tambahan lainnya, dipindahkan ke tempat bahan induk atau komponen produk.

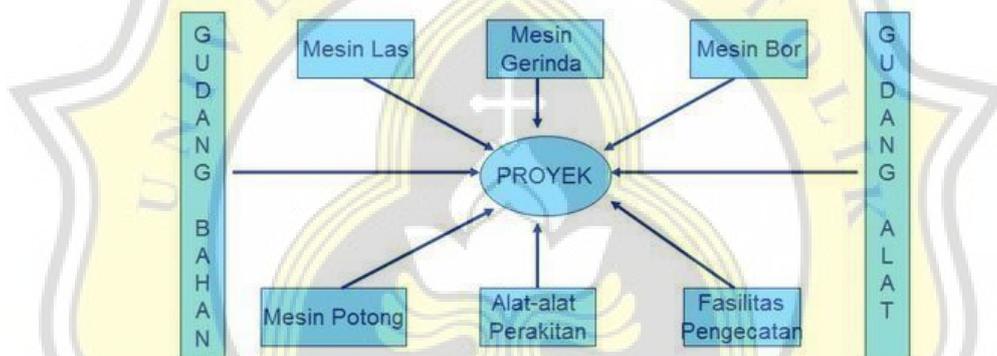
Keuntungan dari *fixed site design*, yaitu:

- Pergerakan material dapat dikurangi.
- Peluang untuk mendapatkan pengakuan atas kerja sama tim atau kerja individu cukup terbuka.
- Tanggung jawab tim yang tinggi.
- Sangat fleksibel dengan perubahan desain produk dan perubahan volume produksi.
- Kebebasan untuk menjadwalkan dan mencapai total waktu produksi minimum.
- Menawarkan kesempatan untuk memperkaya tempat kerja
- Mengutamakan kebanggaan dan kualitas karena setiap orang dapat melakukan “pekerjaan yang lengkap”.

Kelemahan dari *fixed site design* yaitu :

- Banyaknya pergerakan operator dan material.
- Duplikasi perangkat sering terjadi.
- Operator membutuhkan keterampilan tinggi.
- Dibutuhkan Supervisor Umum ke-4.
- Penempatan bahan dan mesin sulit dan mahal.
- Utilisasi perangkat rendah.
- Memerlukan lebih banyak ruang dan alur kerja yang lebih besar
- Memerlukan kontrol dan koordinasi yang ketat dengan rencana produksi

Gambar 4. Tata Letak *Fixed Layout*



Sumber: Wignjosoebroto, 2009 dalam Muhammad Arif, (2017)

D. *Group Technology*

Prinsip dari jenis desain ini adalah pengelompokan produk atau komponen yang akan diproduksi berdasarkan kesamaan dalam prosesnya. Pengelompokan ini menyebabkan mesin dan sistem produksi lainnya ditempatkan di sel produksi, karena setiap kelompok memiliki aliran proses yang sama. Tujuan dari *Type Design Group Technology* adalah untuk mencapai efisiensi tinggi dalam proses manufaktur Anda. Selain itu, jenis desain ini dapat menghilangkan keterbatasan desain proses dan mengeksplorasi manfaat desain produk.

Keunggulan *Type Design Group Technology*, yaitu:

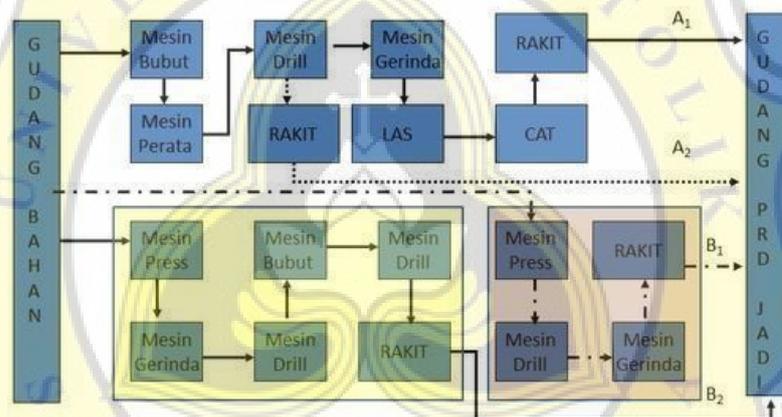
- Meningkatkan utilisasi mesin.
- Kombinasi desain produk dan desain proses dengan beberapa keunggulan.

- Mendukung penggunaan perangkat umum.
- Aliran material lebih pendek dari desain proses.

Kelemahan pada *Type Design Group Technology*, yaitu :

- Membutuhkan general manager.
- Membutuhkan pekerja yang sangat terampil.
- Kombinasi desain produk dan desain proses dengan beberapa batasan.
- Tergantung pada keseimbangan aliran material antar sel dan membutuhkan bantalan dan ruang untuk bekerja pada produk proses.
- Utilisasi mesin rendah.

Gambar 5. Tata Letak *Group Technology*



Sumber: Wignjosoebroto, 2009 dalam Muhammad Arif, (2017)

Faktor penentu dan pola aliran dalam desain tata letak Saat menyiapkan tata letak pabrik, faktor-faktor berikut harus dipertimbangkan:

- Jenis produk yang diproduksi.
- Jenis proses produksi
- Jenis barang dan volume produksi yang dihasilkan
- Jumlah modal yang tersedia untuk proses produksi
- Fleksibilitas atau fleksibilitas lokasi peralatan untuk mengantisipasi perubahan perubahan proses dalam masa depan
- Aliran barang dalam proses produksi harus sedemikian rupa sehingga tidak saling mengganggu atau saling mengganggu.

- Saat menggunakan ruangan, perhatian harus diberikan pada perlindungan keselamatan dan kesehatan kerja, selain pengendalian kerja

Menurut Purnomo (2004), ada pola aliran yang diperlukan untuk mendukung proses produksi dari bahan baku hingga produk jadi, yaitu:

Proses produksi yang singkat dan sederhana umumnya menggunakan pola aliran yang sederhana.

- A. Pola aliran L**, aliran ini digunakan untuk menggantikan aliran garis lurus karena pola aliran garis lurus tidak dapat digunakan dan membutuhkan biaya konstruksi yang lebih tinggi.

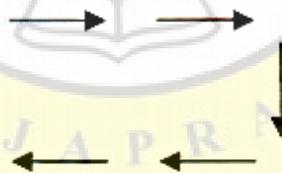
Gambar 6. Pola Aliran L



Sumber: James, 1990 dalam Purnomo, 2004

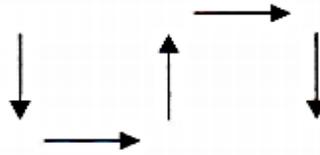
- B. Pola aliran U**, aliran ini digunakan ketika bahan baku yang masuk dan produk jadi relatif sama atau dekat dengan lokasi.

Gambar 7. Pola Aliran U



Sumber: James, 1990 dalam Purnomo, 2004

- C. Pola aliran S**, aliran ini digunakan sistematis produksi yang panjang tetapi memiliki bangunan yang kecil.

Gambar 8. Pola Aliran S

Sumber: James, 1990 dalam Purnomo, 2004

1.2.3.3. Metode Penentuan Tata Letak

Desain pabrik merupakan elemen fisik yang harus dipenuhi untuk menjamin kemajuan suatu pabrik dan harus sesuai dengan peraturan yang berlaku (Hadiguna dan Setiawan, 2008 dalam Wibawanto, 2014). Semua sistem aliran material harus dikelola sedemikian rupa sehingga diperlukan desain yang baik (Wignjosoebroto, 2009 dalam Muhammad Arif, 2017), sedangkan menurut Purnomo (2004) desain yang dirancang dengan baik akan memberikan pengaruh positif terhadap proses operasional di perusahaan, sehingga itu adalah kelangsungan hidup perusahaan dan keberhasilan perusahaan. Penggunaan sistem aliran material yang tidak tepat dapat menimbulkan masalah karena proses produksi di suatu perusahaan tidak berjalan secara keseluruhan (Ramos et al., 2012). Pembentukan tata letak pabrik harus direncanakan terlebih dahulu, dengan perencanaan yang terdiri dari perencanaan dan konfigurasi mesin, peralatan, aliran material, dan orang-orang yang bekerja dalam setiap proses kerja. Sehingga produksi dapat bekerja secara efektif dan efisien (Wignjosoebroto, 2009 dalam Muhammad Arif, 2017).

Perencanaan dan penetapan tata letak pabrik merupakan landasan penting dalam dunia industri. Karena dengan perencanaan dan pengaturan yang baik diharapkan dapat menjaga efisiensi dan kelangsungan atau keberhasilan suatu industri yang lebih ekonomis, aman dan nyaman untuk berproduksi. operasi untuk meningkatkan moral dan kinerja operator. Secara khusus, perencanaan dan pengaturan distribusi yang baik menawarkan keuntungan dalam sistem produksi (Wignjosoebroto, 2009 dalam Muhammad Arif, 2017).

Saat menentukan desain tata letak pabrik percontohan, beberapa metode harus diadopsi. Metode tersebut antara lain SLP (perencanaan tata letak sistem),

CORELAP (perencanaan tata letak relasional komputer), dan ALDEP (desain tata letak otomatis) (Wibawanto et al., 2014). Dimana pernyataan ini didukung oleh pernyataan Dwi Agustina, dkk dalam Jurnal Widya Teknik Vol. 6, No. 2, 2007 (184-195) dengan judul Perencanaan Produksi dan Perbaikan Tata Letak di PT. Berkat Anugrah Alam Cemerlang adapun metode yang digunakan untuk menentukan tata letak yaitu :

- SLP (*Systematic Layout Planning*)
- CORELAP (*Computerized Relationship Layout Planning*)
- ALDEP (*Automated Layout Design*)

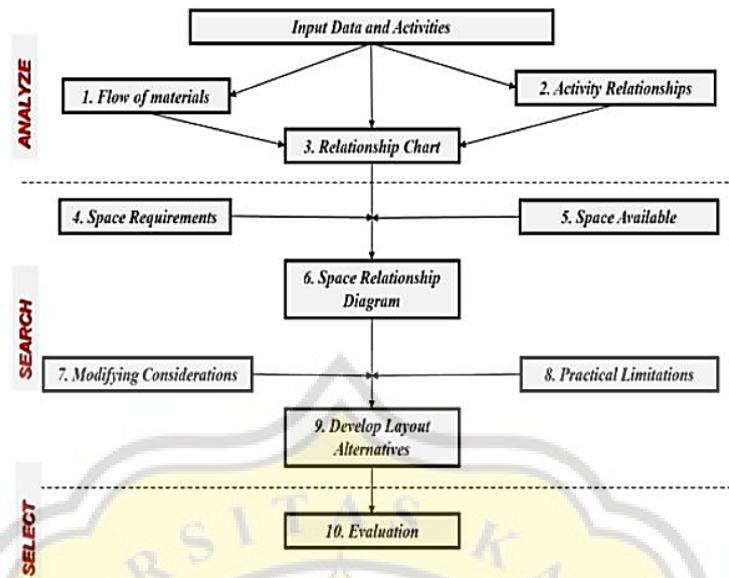
A. *Systematic Layout Planning (SLP)*

Menurut (Indrani et al, 2016), desain tata letak dikembangkan menggunakan *Systematic Layout Planning (SLP)* untuk memecahkan masalah yang melibatkan berbagai jenis masalah, termasuk produksi, transportasi, penyimpanan, dan dukungan. *Systematic Layout Planning (SLP)* adalah alat yang digunakan untuk membuat tata letak tempat kerja dengan menempatkan dua bagian yang memiliki frekuensi tinggi dan hubungan yang erat. Tingkatan dalam SLP adalah sebagai berikut:

- Penentuan lokasi dimana desain akan diterapkan.
- Buat desain keseluruhan secara keseluruhan.
- Menggambar peta rinci.

Penerapan denah lantai ke lokasi tertentu. Interior SLP yang digunakan untuk membuat tata letak ditunjukkan pada diagram berikut:

Gambar 9. Diagram SLP (Systematic Layout Planning)



Untuk membuat diagram hubungan, digunakan data aliran material dan hubungan kedekatan antar fasilitas yang terdapat dalam diagram hubungan aktivitas (ARC). Langkah selanjutnya adalah membuat *Spatial Relationship Diagram* (SRC) yang menghubungkan kebutuhan ruang dengan area yang tersedia. Beberapa iterasi desain dilakukan, dengan mempertimbangkan pertimbangan dan batasan tertentu yang terkait dengan kondisi lokasi pemasangan dan area yang disediakan. Setelah mengevaluasi beberapa desain, desain dengan peringkat desain tertinggi dipilih dan diterapkan pada area yang ditentukan.

Tabel 2. Klasifikasi Derajat Kedekatan

Derajat Kedekatan	Deskripsi	Kode Garis	Kode Warna
A	Absolutely Necessary (Mutlak)	=====	Merah
E	Especially Important (Sangat Penting)	=====	Oranye
I	Important (Penting)	=====	Hijau
O	Ordinary (Biasa)	=====	Biru

U	Unimportant (Tidak Penting)		Putih
X	Undesirable (tidak diinginkan)		Cokelat

B. *CORELAP (Computerized Relationship Layout Planning)*

Menurut (Tompkins et al., 2010) *CORELAP (Computerized Relationship Layout Technique)* adalah algoritma konstruksi yang menentukan tata letak desain, yang prinsip operasinya menggunakan hasil perhitungan *Total Closeness Rating (TCR)* masing-masing departemen. TCR adalah jumlah nilai numerik yang mewakili hubungan erat antar departemen. Hubungan ditunjukkan dengan huruf, masing-masing diberi bobot. Bobot proximity yang digunakan adalah sebagai berikut:

Langkah-langkah pembuatan desain dengan metode *CORELAP*

- Hitung *Total Closeness Rating (TCR)* untuk setiap departemen. Berikut ini adalah contoh cara menghitung TCR: Untuk menghitung TCR, tambahkan bobot nilai perkiraan untuk setiap departemen, di mana nilai kedekatan untuk setiap departemen diperoleh dari ARC dan FTC. Dari ARC dan FTC di atas, nilai *Total Closeness Rating (TCR)* untuk masing-masing departemen dapat dihitung dari penjumlahan dari proximity rating.
- Pilih salah satu departemen dengan TCR maksimum dan tempatkan terlebih dahulu di tengah layout. Jika terdapat TCR yang sama, pilih dulu yang memiliki luas terbesar, kemudian jika luasnya sama, pilih departemen dengan jumlah terkecil.
- Tempatkan departemen dengan link A, dengan yang dipilih, kemudian link E, I, O, U dan X. Jika ada beberapa, digunakan kriteria yang sama seperti pada langkah sebelumnya.
- Lokasi departemen telah dipilih. Menentukan lokasi berdasarkan penilaian lokasi; Jika klasifikasinya sama, panjang batas atau jumlah unit kuadrat tetangga dibandingkan

C. *ALDEP (Algoritma Automated Layout Design Program)*

Algoritma Automated Layout Design Program (ALDEP) termasuk dalam metode perancangan dengan data kualitatif yang digunakan. Prinsip operasi ALDEP didasarkan pada hubungan aktivitas preventif seperti algoritma CORELAP. Perbedaan mendasar dengan CORELAP terletak pada jumlah diagram alokasi area (AAD) yang dibuat. CORELAP menghasilkan ADF individu terbaik, sementara ALDEP menghasilkan beberapa kemungkinan ADA yang harus dievaluasi oleh perancang. Nilai-nilai yang menggambarkan hubungan dekat untuk departemen yang berdekatan digunakan untuk mengevaluasi AAD. Nilai untuk departemen yang kedekatannya tidak diinginkan adalah negatif. Berikut ini adalah rincian skor penilaian AAD (Mukhopadhyay, 2007):

A = $2^6 = 64$ (Mutlak harus didekatkan)

E = $2^4 = 16$ (Sangat penting didekatkan)

I = $2^2 = 4$ (Penting didekatkan)

O = $2^0 = 1$ (Dapat didekatkan)

U = 0 (Tidak penting didekatkan)

X = $-2^{10} = -1024$ (Dihindari untuk didekatkan)

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian skripsi ini memiliki tujuan untuk dapat menentukan rancangan proses produksi sirup dengan perisa kelapa berskala *pilot plant* serta dapat menentukan rancangan tata letak *pilot plant* yang nantinya akan terintegrasi dengan produk.