

## 4. PERANCANGAN *PILOT PLANT* SIRUP

### 4.1. Rancangan Produk Sirup Vanila

Untuk tujuan pendiriannya, *pilot plant* yang direncanakan harus menghasilkan produk yang dapat dijual. Salah satu produk yang potensial adalah sirup vanila. Sirup ini memiliki sifat fisikokimia berdasarkan hasil percobaan pendahuluan laboratorium (lihat Tabel 3.3). Produk dikemas dalam botol kaca 650 ml dengan volume bersih 625 ml. Sirup ini memiliki rasa manis yang diimbangi dengan rasa vanila yang *mild*. Uji pendahuluan menunjukkan bahwa sirup tersebut memiliki bau, rasa, dan warna yang normal. Sirup juga mengandung lebih dari 65% gula dan tidak mengandung pengawet atau pewarna tambahan. Produk sirup ini juga dirancang untuk memiliki umur simpan yang lebih dari 3 bulan karena tingginya konsentrasi gula sehingga menjadikan produk lebih tahan lama.

### 4.2. Rancangan Proses Produksi Sirup Vanila

*Pilot plant* melakukan produksi dalam skala besar, menggunakan mesin yang mirip dengan mesin industri daripada peralatan laboratorium skala besar (Sharma dan Khumbar, n.d.). Oleh karena itu, tahapan dan kondisi proses produksi skala *pilot plant* berbeda dengan di laboratorium. Pada *pilot plant* yang dirancang, perancangan proses produksi disesuaikan berdasarkan formulasi, kondisi produk yang diharapkan, dan spesifikasi mesin/peralatan. Selain itu, proses harus disesuaikan dengan prinsip higienis untuk memastikan produk aman dan tidak terancam oleh mikroorganisme (Hasting, 2011). Empat tahap proses skala pilot yaitu pemasakan gula, *mixing*, *filling*, *sealing* dan *labelling*.

Perancangan kapasitas produksi ini berdasarkan pada besar kapasitas produksi mesin yang digunakan. Sehingga kapasitas maksimal bahan yang digunakan adalah 3000 kg. Hal ini dikarenakan untuk menghindari penumpukan pada kapasitas mesin yang terkecil sehingga kapasitas tersebut sebagai acuan untuk kapasitas produksi. Seluruh mesin bekerja secara kontinyu antara proses satu dengan yang lainnya disambungkan oleh pipa-pipa sebagai aliran produk, sehingga dalam proses produksinya tidak bersentuhan langsung oleh manusia. Manusia disini sebagai operator yang memastikan mesin

berjalan sesuai dengan standar dan prosedur yang ada, hal ini cocok untuk area produksi dengan lahan terbatas dikarenakan dengan sistem kontinyu aliran gerak operator yang terbatas tidak terlalu menjadi masalah. Kapasitas produksi yang digunakan dalam skala *pilot plant* ini adalah 100% kapasitas produksi mesin. Namun untuk membandingkan massa akhir produk dapat dilihat dengan pemilihan kapasitas mesin yang sesuai dengan kebutuhan. Terdapat 4 kapasitas mesin yaitu 100%, 75%, 50%, dan 25%. Perhitungan kapasitas mesin dapat dilihat pada sub bab **2.4.3**. Mesin-mesin yang dipilih merupakan mesin yang tertutup sehingga dapat mencegah kontaminasi silang.

### 4.3.Rancangan Mesin dan Peralatan Proses Produksi

Empat mesin/peralatan di bawah ini sudah dipilih untuk *pilot plant* ini. Keempat mesin/peralatan tersebut adalah mesin pemasakan gula, mesin *mixing*, mesin *filling*, dan mesin *sealing* dan *labeling*. Mesin-mesin ini memiliki keunggulan yang tidak dimiliki oleh mesin/peralatan sejenis lainnya di *e-commerce* dan memenuhi kriteria pedoman pemilihan. Informasi lebih detail tentang keempat mesin/perangkat tersebut terdapat pada table-tabel di bawah ini.

Tabel 18. Informasi Mesin Pemasakan Gula

<p><b>Gambar Mesin</b></p>	
<p><b>Prinsip umum</b></p>	<p>Tangki pemasakan gula diisi dengan air, kemudian gula yang sudah difilter dimasukkan ke dalam tangki pemasakan. Selanjutnya dipanaskan sehingga gula kristal dan air bercampur sempurna menjadi gula cair.</p>
<p><b>Informasi Umum</b></p>	
<p><i>E-commerce</i></p>	<p><a href="http://www.alibaba.com">www.alibaba.com</a></p>

	Link: <a href="https://indonesian.alibaba.com/product-detail/stainless-steel-sugar-melting-machine-sugar-mixing-tank-60541303016.html?spm=a2700.8699010.29.2.49424566NRH4xA">https://indonesian.alibaba.com/product-detail/stainless-steel-sugar-melting-machine-sugar-mixing-tank-60541303016.html?spm=a2700.8699010.29.2.49424566NRH4xA</a>
Harga	\$5.000,00 atau Rp71.320.250,00 (kurs 1\$ = 14.264,05)
Nama dagang	<i>Stainless Steel Gula Melting Mesin/Gula Mixing Tank</i>
Supplier	Zhejiang L & B Mesin Industri Co, Ltd
Asal produk	Zhejiang, China
Merek	L & B
Nomor model	F-GSL
Sertifikasi	ISO9001
Garansi	1 tahun
After-sales service	Online support
Bahan/material	<i>Stainless steel ss304 ss316</i>
Sistem kontrol	Otomatis atau semi-otomatis (sesuai permintaan)
Kapasitas	3000L
Tegangan	Sesuai permintaan
Daya (pompa vakum)	11 kW (sesuai permintaan)
Tekanan vakum	0 – 0,09 Mpa
Fitur Struktur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terbuat dari single-layer ganda, lapisan ganda atau tiga lapisan struktur baja stainless. Berbagai jenis pembersih CIP</li> <li>- Tangki dapat dipasang satu dua tiga bahkan 4 agitator</li> <li>- Bahan Semua sanitary stainless steel 304 ATAU 316</li> <li>- Manusiawi desain struktur dan mudah dioperasikan</li> <li>- Daerah transisi dari interior pada tangki mengadopsi arc untuk transisi untuk memastikan tidak ada mati pendarang sanitasi</li> </ul>
<b>Informasi Spesifik</b>	
Jenis <i>mixer</i>	Agitator
Bahan/material	<i>Stainless steel ss304 ss316</i>
Sistem kontrol	Otomatis atau semi otomatis
Kapasitas	3000L
Daya	11 kW
Dimensi luar (p x l x t)	1410x2000x4300
Berat	800 KG
Fitur Struktur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terbuat dari single-layer ganda, lapisan ganda atau tiga lapisan struktur baja stainless. Berbagai jenis pembersih CIP</li> <li>- Tangki dapat dipasang satu dua tiga bahkan 4 agitator</li> <li>- Bahan Semua sanitary stainless steel 304 ATAU 316</li> <li>- Manusiawi desain struktur dan mudah dioperasikan</li> <li>- Daerah transisi dari interior pada tangki mengadopsi arc untuk transisi untuk memastikan tidak ada mati pendarang sanitasi</li> </ul>

Pada **Tabel 18.** di atas, dapat dilihat informasi dan spesifikasi dari mesin pemasakan gula yang diajukan. Mesin pemasakan gula ini dipilih karena terdapat berbagai kelebihan dan sesuai dengan kebutuhan rancangan *pilot plant*. Dilihat dari segi ukuran, mesin ini merupakan ukuran terkecil dibanding mesin skala industrial dengan dimensi yang tidak terlalu besar. Mesin ini juga memiliki struktur yang *compact* sehingga tidak terlalu besar.

Tabel 19. Informasi Mesin Mixing

Gambar Mesin	
Prinsip umum	Mesin yang bertujuan mencampurkan bahan-bahan tambahan ke larutan gula yang telah dimasak.
<b>Informasi Umum</b>	
E-commerce	<a href="http://www.alibaba.com">www.alibaba.com</a> Link: <a href="https://indonesian.alibaba.com/product-detail/1000-liter-steam-heating-sugar-syrup-mixing-tank-60699666529.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_image.365e2264wmgl4i">https://indonesian.alibaba.com/product-detail/1000-liter-steam-heating-sugar-syrup-mixing-tank-60699666529.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_image.365e2264wmgl4i</a>
Harga	US\$2.800,00 atau Rp39.793.320,00 (kurs 1\$ = Rp14.211,90)
Nama dagang	Tangki Pencampur Sirup Gula Pemanas Uap 1000 Liter
Supplier	Zhejiang L & B Mesin Industri Co, Ltd
Asal produk	Zhejiang, China
Merek	BLS
Nomor model	BL-JBG
Sertifikasi	ISO,CE
Garansi	1 tahun
After-sales service	Video Dukungan Teknis, Dukungan Online, Suku Cadang
Machinery test report	Tersedia
Bahan/material	Stainless Steel 304/316
Core components	Motor, Gearbox, Pompa

Kapasitas	50-20000L
Daya	7.5 Kw
Rentang Spindle	1 - 2800 r.p.m
Kecepatan	
<b>Informasi Spesifik</b>	
Jenis <i>Mixer</i>	Agitator
Bahan/material	<i>Stainless Steel</i> 304/316
Tegangan	110-600v
Volume efektif	1000 liter
Kapasitas	50-20000L
Daya	7.5 kW
Dimensi tangki (pxlxt)	1060x1220x2700
Berat	500 KG
Struktur Karakteristik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terbuat dari single-layer stainless steel struktur</li> <li>- Bahan Semua sanitary stainless steel</li> <li>- Karya desain struktur dan mudah dioperasikan. daerah transisi dari interior pada tangki mengadopsi arc untuk transisi untuk memastikan tidak ada mati pendatang sanitasi</li> </ul>

Pada **Tabel 19.** di atas, dapat dilihat informasi dan spesifikasi dari mesin *mixing* yang diajukan. Mesin *mixing* ini dipilih karena terdapat berbagai kelebihan dan sesuai dengan kebutuhan rancangan *pilot plant* karena dalam penggunaannya mudah dioperasikan sehingga dipilih mesin ini, selain itu memiliki ukuran yang kecil namun kapasitas yang dimiliki cukup besar untuk skala *pilot plant*.

Tabel 20. Informasi Mesin Filling

<p><b>Gambar Mesin</b></p>	
<p><b>Prinsip umum</b></p>	<p>Mengisi botol yang ada dengan sirup secara aseptis dan otomatis. Botol kosong yang masuk ke mesin ini melewati <i>conveyor infeed filter</i> dan</p>

	melewati sensor infra merah yang mengontrol jalan, kecepatan, pemberhentian mesin filter tersebut.
<b>Informasi Umum</b>	
<i>E-commerce</i>	<a href="http://www.alibaba.com">www.alibaba.com</a> Link: <a href="https://indonesian.alibaba.com/product-detail/plastic-glass-bottle-syrup-bottles-filling-machine-capping-machine-60539365341.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_image.ec637f6eJl1HIs">https://indonesian.alibaba.com/product-detail/plastic-glass-bottle-syrup-bottles-filling-machine-capping-machine-60539365341.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_image.ec637f6eJl1HIs</a>
Harga	US\$1.000,00-US\$20.000,00 atau Rp14.203.650,00-284.073.000,00 (kurs 1\$ = Rp14.203,65)
Nama dagang	<i>syrup bottles filling machine capping machine</i>
<i>Supplier</i>	Shanghai Paixie Packing Machinery CO., LTD
Asal produk	Shanghai, China
Merek	Paixin
<i>Key selling point</i>	Akurasi tinggi
Sertifikasi	CE, ISO
Garansi	Ada, 1 tahun
Garansi komponen inti	Ada, 5 tahun
<i>After-sales service</i>	<i>Engineers available to service machinery overseas</i>
<i>Machinery test report</i>	Tersedia
Bahan/material	316L+304 <i>Stainless Steel</i>
<i>Core components</i>	<i>Motor, Pressure Vessel, Pompa, PLC, Gear, Bearing, Gearbox</i>
Tegangan	Disesuaikan
Daya	2 kW
Tipe botol	Kaca / plastik
Fitur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sepenuhnya sesuai dengan Standar GMP Produksi dan lulus Sertifikasi CE</li> <li>- Bagian yang kontak cair adalah SUS 316L <i>Stainless steel</i> dan lain-lain yang SUS304. Sirup botol mengisi mesin <i>capping</i> mesin</li> <li>- Mesin mengadopsi maju <i>touch screen panel</i>, mencapai <i>Man-Machine interface</i> operasi</li> <li>- Cocok untuk berbagai ukuran botol dan dapat diubah dengan sangat mudah</li> <li>- Pelanggan dapat dengan cepat jumlah kepala mengisi dengan permintaan pelanggan</li> <li>- Layar sentuh dapat diatur sesuai dengan kebutuhan pelanggan dalam bahasa yang berbeda</li> </ul>
<b>Informasi Spesifik</b>	
Jenis	Mesin pengisi
Botol	50 – 1000 ml
Kapasitas produktif	20-30BPM/2 mengisi nozel 30-40BPM/4 mengisi nozel 50-60BPM /8 mengisi nozel (Disesuaikan)
Tegangan	380V, 50 Hz
Daya	1,5 KW

Bahan/material	316L+304 <i>Stainless Steel</i>
Kapasitas	2000-5000bph
Dimensi total (p x l x t)	2200X1000X1700MM
Berat	2500kg

Pada **Tabel 20.** di atas, dapat dilihat informasi dan spesifikasi dari mesin *filling* yang diajukan. Mesin *filling* ini dipilih karena terdapat berbagai kelebihan dan sesuai dengan kebutuhan rancangan *pilot plant*. Karena mesin ini merupakan mesin yang memiliki fitur yang canggih, berukuran kecil, dan juga dapat dengan fleksible untuk mengisi ukuran botol yang beragam, sehingga tidak hanya untuk sirup mesin ini dapat juga dimanfaatkan untuk memproduksi produk minuman lainnya. Dengan demikian mesin ini memiliki fleksibilitas yang tinggi.

Tabel 21. Informasi Mesin Sealing dan Labeling

Gambar Mesin	
<b>Prinsip umum</b>	Pemberian informasi produk pada label seperti komposisi, kadaluarsa, sertifikasi halal, lalu pemberian tutup botol dengan disegel.
<b>Informasi Umum</b>	
<i>E-commerce</i>	<a href="http://www.alibaba.com">www.alibaba.com</a>  Link: <a href="https://indonesian.alibaba.com/product-detail/glass-bottle-labeling-packing-machine-shanghai-china-60537656052.html?spm=a2700.shop_plgr.41413.26.4e4e1455VnH3Qc">https://indonesian.alibaba.com/product-detail/glass-bottle-labeling-packing-machine-shanghai-china-60537656052.html?spm=a2700.shop_plgr.41413.26.4e4e1455VnH3Qc</a>
Harga	US\$12.000,00 atau Rp170.357.400,00 (kurs 1\$ = Rp14.196,45)
Nama dagang	<i>Glass bottle labeling packing machine</i>
<i>Supplier</i>	Shanghai Paixie Packing Machinery CO., LTD
Asal produk	Shanghai, China
Merek	Paixie

Tingkat otomatisasi	Otomatis
<i>Key selling point</i>	Mudah dioperasikan
Sertifikasi	CE
Garansi	Ada, 1 tahun
<i>After-sales service</i>	<i>Video Dukungan Teknis, Dukungan Online, Suku Cadang</i>
<i>Machinery test report</i>	Tersedia
Bahan/material	SS304
<i>Core components</i>	<i>PLC, Pressure Vessel, Gear, Motor, Mesin, Bearing, Gearbox</i>
Tegangan	220V/380V
<i>Driven type</i>	Pneumatik
Bahan kemasan	Kaca, Logam, Kertas, Plastik, Kayu
Bahan yang dikemas	Sirup
Keuntungan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Labeler ini adalah otomatis penuh dan dapat label pada setiap bentuk botol: <i>single-side label</i> dan <i>double-side</i>.</li> <li>- Banyak digunakan dalam pengobatan, bahan kimia harian dan kosmetik, makanan dan minuman industri.</li> <li>- Dilengkapi dengan sistem kontrol PLC dan Kontrol Layar Sentuh. Mesin secara otomatis berhenti ketika tidak ada label dan tidak ada produk.</li> <li>- Fotolistrik mendeteksi membuat label dalam kecepatan tinggi dan akurasi yang tinggi.</li> <li>- Sangat baik pelabelan efek tidak ada kusut dan tidak ada gelembung.</li> <li>- Digunakan kelas tinggi <i>stainless steel</i> dan paduan aluminium. Seluruh mesin struktur memiliki kekuatan tinggi dan penampilan yang baik.</li> </ul>
<b>Informasi Spesifik</b>	
Kecepatan pelabelan	80-200B/MIN
Tinggi botol	60-150mm
Jenis botol	Bulat, persegi, datar
Bahan/material	SS304
Ukuran label	20-100mm
Diameter dalam label	76mm
Diameter luar label	300mm
Panjang label	20-200mm
Tinggi label	20-100mm
Daya	200V/50HZ 250W
Dimensi total (p x l x t)	1820x1100 x1500mm
Berat	200kg

Pada **Tabel 21.** di atas, dapat dilihat informasi dan spesifikasi dari mesin *sealing* dan *labeling* yang diajukan. Kelebihan yang dimiliki yaitu mesin memfasilitasi beberapa proses berbeda dalam satu mesin. Mesin ini memfasilitasi proses *sealing*, dan *labeling*

botol dalam satu mesin. Sistem yang demikian memungkinkan efisiensi biaya dan lahan karena proses yang seharusnya dilakukan dengan dua mesin dapat dihemat menjadi satu mesin. Dilihat dari segi ukuran, mesin ini merupakan ukuran terkecil dibanding mesin skala industrial dengan dimensi yang tidak terlalu besar.

Keempat mesin yang diajukan dilengkapi dengan sistem kontrol PLC (*Programmable Logic Controller*), sehingga beroperasi secara otomatis. PLC ini memungkinkan untuk mengontrol kondisi proses maupun jumlah formulasi dan input yang diperlukan untuk setiap proses. Semua mesin ini juga memenuhi prinsip sanitasi makanan karena mampu memfasilitasi CIP (*Cleaning In Place*). Mesin/perangkat yang memungkinkan pembersihan yang efektif dan dapat mengenai seluruh permukaan mesin merupakan salah satu persyaratan yang dikutip oleh Hasting (2011). Mesin dengan tangki juga memiliki alat *ball sprayer* yang dapat dibersihkan secara menyeluruh menggunakan kekuatan mekanik (Horman, 2006).

Bahan mesin/peralatan adalah *stainless steel* 316 (SS316). *Stainless steel*, dikutip dari Hasting (2011), bersifat inert (tidak reaktif terhadap produk dan bahan kimia), tahan korosi, tidak beracun, tidak berlubang, kuat, permukaan halus, mudah dibersihkan dan tahan lama. Sifat-sifat ini penting untuk mencegah kontaminasi dari mesin/peralatan guna menjaga keamanan produk pangan. Dibandingkan dengan grade lainnya, SS316 paling tahan terhadap asam dan korosi, sehingga cocok untuk sirup (Wilson dan Medling, 2006; Horman, 2006; AbuReidah, 2020).

Keempat mesin/perangkat yang diajukan dapat beroperasi dalam sistem tertutup. Hal ini menunjukkan bahwa mesin/peralatan tersebut dapat melindungi produk dari pencemaran lingkungan. Penyaluran produk antar proses dilakukan dengan bantuan pipa, sehingga produk tidak kontak langsung dengan lingkungan dan pencemaran dapat diminimalisir (Wilson dan Medling, 2006).

Pada perancangannya *pilot plant* sirup vanilla memiliki proses pencampuran menggunakan mesin pemanasan dengan tujuan untuk melarutkan gula, air, dan asam sitrat hingga 100 °C. Kemudian produk dialirkan melalui pipa yang dilapisi jaket

pendingin didalamnya dengan tujuan untuk mendinginkan lautan hingga suhu mencapai kurang dari 75 °C untuk masuk ke mesin mixing dengan tujuan mencampurkan essence vanilla dan garam sebagai perasa sirup. Setelah melalui proses mixing selanjutnya sirup memasuki mesin filling menggunakan pipa yang tidak dilapisi jaket pendingin agar tetap terdapat panas saat proses pengisian berjalan yaitu sekitar 60°C. pengisian panas ini juga membantu dalam memperpanjang umur simpan. Pengisian pada botol dirancang memiliki jarak 4 cm dari tutup botol untuk menghindari tekanan. Kemudian setelah botol diisi sirup sesegera mungkin dilakukan penutupan botol.

#### **4.4.Rancangan Proses CIP (*Cleaning In Place*)**

*Pilot plant* nantinya dirancang agar dapat menerapkan CIP dalam sanitasinya. Pada proses produksi sirup vanilla diharapkan tetap menjaga higienitas dari setiap mesin yang digunakan. Metode dalam membersihkan mesin salah satunya yaitu *cleaning in place* (CIP) dengan melakukan pembersihan atau menghilangkan semua kotoran atau material yang tidak diinginkan seperti bahan-bahan yang tersisa, benda asing, serangga dan kotoran lainnya baik pada permukaan mesin bagian yang dapat kontak langsung dengan produk.

Perancangan CIP dalam proses pembuatan sirup vanilla didapatkan berdasarkan studi berbagai literature yang secara spesifik untuk melakukan pembersihan mesin-mesin pembuatan sirup dan minuman soft drink meliputi Anna & Richard (2007), Robert (2014), Susan (2015) dan Wilson dan Medling (2006). Penerapan CIP menggunakan katup-katup saluran pipa untuk produk yang dilakukan secara PLC sehingga bisa dikontrol melalui operator. Bahan-bahan yang digunakan dalam proses pembersihan merupakan bahan-bahan yang aman dan tidak beracun. Perancangan CIP pada keempat mesin yang dipilih, menggunakan 3 jenis energy yang terdiri dari energi mekanik (laju aliran), energi panas (penggunaan suhu tinggi), dan waktu (waktu kontak yang cukup).

Karena keempat mesin merupakan mesin yang saling terhubung maka proses CIP yang di terapkan memiliki kesamaan. Namun yang menjadi perbedaan adalah air yang digunakan untuk bilasan terakhir pada mesin 1 maka akan digunakan sebagai Air bilasan pertama pada mesin ke 2 dan begitu seterusnya hingga mesin ke 4.

Langkah-langkah yang digunakan dalam melakukan CIP untuk keempat mesin tersebut adalah sebagai berikut :

a. Melakukan pra-bilas:

Pada tahapan ini dilakukan bilasan menggunakan air bersih dengan aliran bertekanan untuk dapat membasahi permukaan interior garis dan tangki, menghilangkan sebagian besar residu yang tersisa, dan Melarutkan gula yang masih menempel.

b. Melakukan perendaman menggunakan larutan kaustik (140 ° – 185 ° F)

Larutan kaustik yang digunakan yaitu berupa soda api, natrium hidroksida atau NaOH. pH larutan ini cukup tinggi sehingga dapat menghilangkan sejumlah lemak. Konsentrasi yang digunakan sebesar 0,5-2,0% dan untuk permukaan yang sangat kotor dapat menggunakan konsentrasi hingga sebesar 4%. Pemilihan larutan kaustik karena dapat menggantikan deterjen untuk membersihkan, selain itu karena larutan kaustik non-busa sehingga membantu mengurangi kavitasi pompa dan meningkatkan efisiensi. Ini juga akan mencegah tangki penuh dengan busa saat sistem mulai bersirkulasi ulang. Perendaman ini dilakukan selama 15 menit.

c. Bilasan kedua (intermediate)

Pada tahapan ini dilakukan pembersihan menggunakan air bersih mengalir yang bertekanan hal ini berujuan untuk sisa-sisa larutan kaustik dan residu yang tersisa dari pencucian kaustik.

d. Bilasan terakhir

Pada tahapan ini dilakukan pembilasan menggunakan air panas bersuhu 75°C hal ini bertujuan untuk menghilangkan sisa-sisa larutan kaustik yang masih menempel dan mensterilkan ulang mesin yang nantinya akan digunakan untuk produksi. Pada tahapan ini durasi tidak ditetapkan karena bergantung pada ukuran mesin.

(Anna & Richard, 2007; Robert, 2014; Susan, 2015; dan Wilson dan Medling, 2006)

#### **4.5. Tata Letak *Pilot Plant* Sirup Vanila**

Setelah melakukan perancangan proses selanjutnya ditentukan Perancangan tata letak *pilot plant* sirup vanila, menurut Purnomo (2004) dalam proses produksi penggunaan tata letak yang baik dapat memberikan efek positif dilingkungan kerja. Sehingga penulisan Tugas Akhir ini juga akan membahas mengenai tata letak sirup vanila. Dalam

menentukan tata letak perlu diperhatikan pula higienitas dari setiap proses (Rejeki, 2015; Sucipto, 2015; sumiati, 2013). Salah satu metode yang dipilih dan cocok untuk tata letak *pilot plant* sirup vanila yaitu SLP (*Systematic Layout Planning*). Pemilihan metode SLP pada tugas akhir kali ini dikarenakan metode tersebut banyak digunakan dalam menentukan tata letak *pilot plant* dengan bantuan alasan kedekatan dari masing-masing departemen, sehingga metode ini cukup valid jika digunakan (Tompkins et al., 2010). Metode ini juga dapat ditentukan secara manual atau tanpa bantuan aplikasi atau dari komputer sehingga cukup efisien dan mengurangi biaya keluar karena keterbatasan alat. Berikut ini merupakan tahap-tahap yang dilakukan dalam menentukan tata letak sirup vanilla.

#### **4.6. Penentuan Karakteristik Produk Pangan (Faktor Penyebab Kerusakan)**

Pada produk sirup terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan kerusakan produk. Sirup adalah sejenis minuman ringan berupa larutan gula yang kental dengan cita rasa yang beraneka ragam dan mempunyai kandungan gula minimal 65% dan memiliki daya simpan yang relatif lebih singkat karena memiliki kadar air yang cukup tinggi. Hal ini dikarenakan dalam proses pembuatannya digunakan air yang cukup banyak untuk melarutkan semua bahan yang digunakan. Dengan tingginya kadar air tersebut maka dapat menyebabkan tumbuhnya mikroorganisme. Namun dengan tingginya kandungan gula yang dimiliki pada produk, dapat menyebabkan produk memiliki umur simpan lebih dari 2 minggu. Menurut Standar Nasional Indonesia (2013) sirup dapat bertahan tanpa bahan pengawet selama penyimpanan berkisar tiga minggu dengan jumlah kapang yaitu maksimum 50 koloni/ml, untuk itu diperlukan penanganan yang serius agar dapat memperpanjang masa simpan sirup tersebut. Salah satu mikroorganisme yang dapat merusak sirup yaitu kapang. Kapang merupakan salah satu mikroorganisme yang sangat mudah menyerang produk olahan berkadar gula tinggi. Selama penyimpanan kapang akan tumbuh dipermukaan sirup tersebut sehingga nutrisi pada sirup akan rusak dan menghasilkan zat-zat beracun yang dikenal sebagai mikotoksin. Menurut Buckle dkk (2007) mikotoksin didefinisikan sebagai zat yang diproduksi oleh kapang dalam bahan pangan yang dapat menyebabkan penyakit atau kematian bila termakan oleh manusia, dengan demikian untuk menghambat pertumbuhannya perlu dilakukan penambahan zat pengawet yang tepat.

#### 4.7. Penentuan Sensitivitas Produk Pangan (Tingkat Risiko Kerusakan Produk)

Penentuan sensitivitas produk sirup vanila berdasarkan panduan pertanyaan menurut teori Van Donk dan Galman (2004). Diagram pertanyaan dapat dilihat pada **Lampiran 1** dan jawaban untuk produk sirup vanila pada **Tabel 22**.

Tabel 22. Penentuan Sensitivitas sirup vanila

No	Pertanyaan	Jawaban	Hasil
1	Apakah aktivitas air produk sangat rendah ( $< 0,70$ )?	Tidak	Lanjut pertanyaan ke-2
2	Apakah produk mengandung nutrisi yang digunakan mikroorganisme?	Iya	Lanjut pertanyaan ke-3
3	Apakah pH produk rendah ( $< 3,5$ ) atau tinggi ( $> 10$ )?	Tidak	Lanjut pertanyaan ke-4
4	Apakah aktivitas air produk sangat tinggi ( $> 0,96$ )?	Iya	Kategori 1
5	Apakah ada bahan baku yang dapat menghambat mikroorganisme?	-	-

Berdasarkan **Tabel 22**. di atas, sensitivitas sirup vanila tergolong dalam kategori 1. Kategori 1 memiliki arti produk pangan sangat tinggi sensitivitasnya terhadap pertumbuhan mikroorganisme. Menurut SNI sirup 2013 kadar air yang dimiliki sirup maksimal sebesar 20% sehingga kadar air yang tinggi tersebut dapat menjadi penyebab tumbuhnya mikroorganisme. Selain itu sirup vanila memiliki gula yang cukup tinggi selain sebagai pengawet, pemberian gula juga dapat dijadikan nutrisi bagi mikroorganisme. Pada sirup umumnya memiliki pH stabil sebesar 4 hal ini dikarenakan penambahan asam sitrat pada proses pembuatannya (Nutrisia & Agus, 2014). Fungsi asam sitrat sendiri yaitu untuk mengatur pH dan memperpanjang umur simpan (Rukmana, 2003). Penentuan sensitivitas ini juga berdasarkan aktivitas air yang dimiliki oleh sirup. Menurut Roos (2001) sirup merupakan produk pangan semi basah yang mana  $A_w$  yang dimiliki berkisar antara 0.6-0.9.

#### 4.8. Penentuan Tingkat Higienitas Proses Produksi

Pada proses pembuatan sirup vanila menentukan tingkat higienitas dari masing-masing tahapan. Terdapat empat tahapan proses dalam pembuatan sirup vanila pada perancangan Tugas Akhir *pilot plant* sirup vanila. Tahapan proses tersebut didapat

berdasarkan jumlah mesin yang dipilih/diajukan yang nantinya mempengaruhi tata letak *Pilot plant*. Tahapan-tahapan yang dipilih meliputi pemasakan gula, *mixing*, *filling*, *sealing dan labeling*. Dalam menentukan tingkat higienitas mengacu pada pertanyaan yang terdapat pada **Lampiran 2**. Sehingga berdasarkan pertanyaan-pertanyaan tersebut didapatkan jawaban pada pada tabel-tabel berikut ini.

Tabel 23. Penentuan Tingkat *Higiene* Pemasakan Gula

No.	Pertanyaan	Jawaban	Hasil
1	Apakah produk kontak langsung dengan lingkungan ( <i>open process</i> )?	Tidak	Lanjut pertanyaan ke-2
2	Apakah dilakukan deaktivasi mikroorganisme pada tahap ini?	Iya	Kasus spesifik
3	Apakah aktivitas mikroorganisme-konstant setelah tahap ini?	-	-
4	Apakah proses ini berada pada suhu-antara 36-38°C?	-	-
5	Apakah produk yang digunakan-merupakan kelompok berisiko?	-	-

Berdasarkan **Tabel 23**, tingkat hygiene proses pemasakan gula berada pada tingkat kasus spesifik. Kasus spesifik dikarenakan pada tahapan ini dilakukan pada mesin tertutup sehingga tidak kontak dengan lingkungan. Selain itu tahapan ini dilakukan pemanasan sehingga terjadi deaktivasi mikroorganisme. Dalam proses pemasakan gula dilakukan perebusan selama 10-15 menit dengan suhu 100°C (Elpida *et al.*, 2017). Dengan suhu tersebut maka mikroorganisme dapat mati karena mendekati suhu sterilisasi. Sehingga dapat dikatakan pada proses ini memiliki tingkat resiko kontaminasi yang kecil, dan dapat disimpulkan bahwa resiko kontaminasi yang kecil berada pada tingkat hygiene kategori 4.

Tabel 24. Penentuan Tingkat *Higiene Mixing*

No.	Pertanyaan	Jawaban	Hasil
1	Apakah produk kontak langsung dengan lingkungan ( <i>open process</i> )?	Tidak	Lanjut pertanyaan ke-2
2	Apakah dilakukan deaktivasi mikroorganisme pada tahap ini?	Tidak	Lanjut pertanyaan ke-3
3	Apakah terdapat risiko kontaminasi dari lingkungan?	Tidak	Lanjut pertanyaan ke-4

4	Apakah tahap ini berhubungan dengan penyimpanan produk?	Tidak	Kategori 4
---	---	-------	------------

Berdasarkan **Tabel 24**. Proses mixing dalam pembuatan sirup vanila dalam penentuan tingkat higiene berada pada kategori 4 yang berarti *low care* atau resiko dapat diabaikan. Kategori 4 didapatkan karena proses mixing dirancang menggunakan mesin tertutup sehingga tidak terjadi kontaminasi dari lingkungan dan proses ini tidak terjadi pemanasan serta tidak berpengaruh dalam penyimpanan produk. Menurut (Van Donk dan Galman, 2004) kategori 4 banyak dijumpai dalam proses mixing suatu produk.

Tabel 25. Penentuan Tingkat *Higiene Filling*

No.	Pertanyaan	Jawaban	Hasil
1	Apakah produk kontak langsung dengan lingkungan ( <i>open process</i> )?	Tidak	Lanjut pertanyaan ke-2
2	Apakah dilakukan deaktivasi mikroorganisme pada tahap ini?	Tidak	Lanjut pertanyaan ke-3
3	Apakah terdapat risiko kontaminasi dari lingkungan?	Tidak	Lanjut pertanyaan ke-4
4	Apakah tahap ini berhubungan dengan penyimpanan produk?	Iya	Kategori 5

Berdasarkan **Tabel 25**. proses *filling* dalam pembuatan sirup vanila dalam penentuan tingkat higiene berada pada kategori 5 yang berarti *zero* atau tidak terdapat resiko. Kategori 5 didapatkan karena proses *filling* dirancang menggunakan mesin tertutup sehingga tidak terjadi kontaminasi dari lingkungan dan proses ini tidak terjadi pemanasan serta namun berpengaruh dalam penyimpanan produk. Menurut (Van Donk dan Galman, 2004) kategori 5 banyak dijumpai dalam proses pengemasan suatu produk pangan. Dalam proses ini juga botol-botol yang akan digunakan sudah dilakukan perebusan selama 30 menit hal ini bertujuan untuk mencegah kontaminasi dari botol ke produk (Elpida *et al.*, 2017).

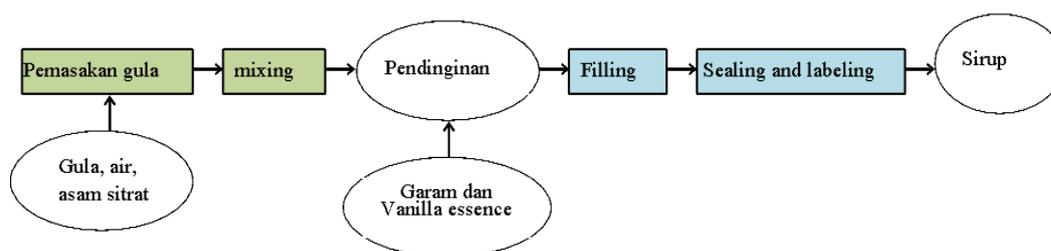
Tabel 26. Penentuan Tingkat *Higiene Proses Sealing and Labeling*

No.	Pertanyaan	Jawaban	Hasil
1	Apakah produk kontak langsung dengan lingkungan ( <i>open process</i> )?	Tidak	Lanjut pertanyaan ke-2
2	Apakah dilakukan deaktivasi mikroorganisme pada tahap ini?	Tidak	Lanjut pertanyaan ke-3
3	Apakah terdapat risiko kontaminasi dari lingkungan?	Tidak	Lanjut pertanyaan ke-4
4	Apakah tahap ini berhubungan dengan penyimpanan produk?	Iya	Kategori 5

Berdasarkan **Tabel 26.** proses *sealing and labeling* dalam pembuatan sirup vanila dalam penentuan tingkat higiene berada pada kategori 5 yang berarti *zero* atau tidak terdapat resiko. Hal ini memiliki kasus yang sama pada penentuan tingkat higiene proses *filling*. Kategori 5 didapatkan karena proses *sealing and labeling* dirancang menggunakan mesin tertutup sehingga tidak terjadi kontaminasi dari lingkungan dan proses ini tidak terjadi pemanasan serta namun berpengaruh dalam penyimpanan produk. Menurut (Van Donk dan Galman, 2004) kategori 5 banyak dijumpai dalam proses pengemasan suatu produk pangan yang mana *sealing and labeling* masih dalam satu rangkaian pengemasan produk.

#### 4.9. Pembuatan FPC (*Flow Process Chart*)

Dalam menentukan tata letak menggunakan metode SLP maka hal pertama yang harus dilakukan yaitu membuat FPC. Pembuatan FPC (*Flow Process Chart*) didasarkan pada rangkaian proses dan dibantu oleh penentuan tingkat higienitas dari setiap tahapan proses. FPC sendiri bertujuan agar mendapatkan gambaran hubungan yang dimiliki antar proses, pola aliran dalam proses produksi, serta hubungan setiap proses berdasarkan tingkat higienitasnya. FPC (*Flow Process Chart*) sirup vanila dapat dilihat pada **Gambar 8.**



Gambar 8. Flow Process Chart (FPC)

Keterangan:

Proses produksi berbentuk persegi, dan bahan baku serta bahan antara berbentuk lingkaran/bulat. Tingkat higienitas dilambangkan dengan warna warna hijau memiliki tingkat higienitas 4 (risiko diabaikan) dan warna biru memiliki tingkat higienitas 5 (tidak ada resiko)

*Flow Process Chart* pembuatan sirup vanila pada **Gambar 8.** berpengaruh dalam hubungan antar proses produksi yang ditentukan berdasarkan tingkat higienitas yang dimilikinya. Berdasarkan FPC di atas, proses mixing dan pemasakan gula berada pada tingkat hygiene 4 (berwarna hijau), sedangkan dua proses lainnya yaitu filling, sealing and labeling memiliki tingkat hygiene 5 (berwarna hijau).

#### **4.10. Penentuan Level Interaksi Yang Diizinkan Dan Pembatasan Antara Proses**

Setelah menentukan FPC selanjutnya dilakukan penentuan interaksi dan pembatasan yang tetap melihat dari tingkat higienitas yang dimiliki. Namun pada perancangan tugas akhir ini hanya terdapat dua tingkatan higienis. Proses mixing dan proses pemasakan gula berada pada tingkat higienitas yang sama, sehingga proses ini dapat diletakan berdekatan selain ini pada proses mixing tidak terjadi deaktivasi mikroorganismenya sehingga harus sesegera mungkin dilakukan deaktivasi mikroorganismenya yang terdapat pada proses pemasakan gula agar produk tetap steril. Namun pada proses selanjutnya yaitu filling terjadi perbedaan tingkat higienitas yang mana pemasakan gula berada pada tingkat higienitas 4 sedangkan filling berada pada tingkat higienitas 5. Dalam pembuatan sirup setelah dilakukan pemasakan gula maka dilakukan pendinginan sehingga pada peletakan ini dirancang untuk terdapat jarak agar produk yang mengalir melewati pipa-pipa (mesin tertutup) dapat membantu dalam proses pendinginan. Selain itu proses pemasakan gula secara akan menyebabkan ruangan menjadi lebih lembab yang mana pada proses filling diusahakan ruangan kering. Selanjutnya pada proses sealing and labeling tidak terjadi perbedaan tingkat higienitas antara filling dan sealing and labeling. Pada kedua proses ini dirancang untuk berdekatan karena pada saat produk sudah melakukan proses filling harus segera mungkin dilakukan sealing untuk mencegah kontaminasi silang, selain itu lingkungan disekitar diharapkan agar tetap kering dan dingin.

#### 4.10.1. Pembuatan ARC (*Activity Relationship Chart*)

Setelah menentukan level interaksi dan pembatasan dari masing-masing proses maka dapat ditentukan ARC (*Activity Relationship Chart*). Berikut ini merupakan proses pembuatan ARC sirup vanila dan alasan kedekatan dapat dilihat pada **Gambar 9**.

1	Pemasakan gula			
2	Mixing	A	X	
3	Filling	I	X	X
4	Sealing and labeling	A		

Kode Huruf	Keterangan
A	Mutlak untuk dekat
E	Sangat penting untuk dekat
I	Penting untuk dekat
O	Cukup/biasa
U	Tidak penting
X	Tidak dikehendaki berdekatan

Gambar 9. Activity Relationship Chart (ARC)

Berdasarkan **Gambar 9**, dapat dilihat bahwa tiap proses memiliki derajat hubungan kedekatan yang didasarkan oleh tingkat level higienitas dan interaksi yang diizinkan. Dalam membaca ARC adalah dengan mengkaitkan dua proses kemudian ditemukan di satu titik temu yang mengarah pada bentuk belah ketupat. Sebagai contoh proses pemasakan gula dan mixing memiliki titik temu pada bentuk belah ketupat yang memiliki kode huruf A. Arti dari huruf A sendiri yaitu memiliki derajat hubungan yang mutlak untuk dekat. Namun pada proses pemasakan gula dan filling, serta pemasakan gula dan sealing and labeling, memiliki derajat hubungan yang sama yaitu dengan huruf X yang artinya tidak dikehendaki berdekatan. Hal ini dikarenakan pada proses pemasakan gula area di sekitar cukup panas dan memungkinkan terjadinya kelembaban

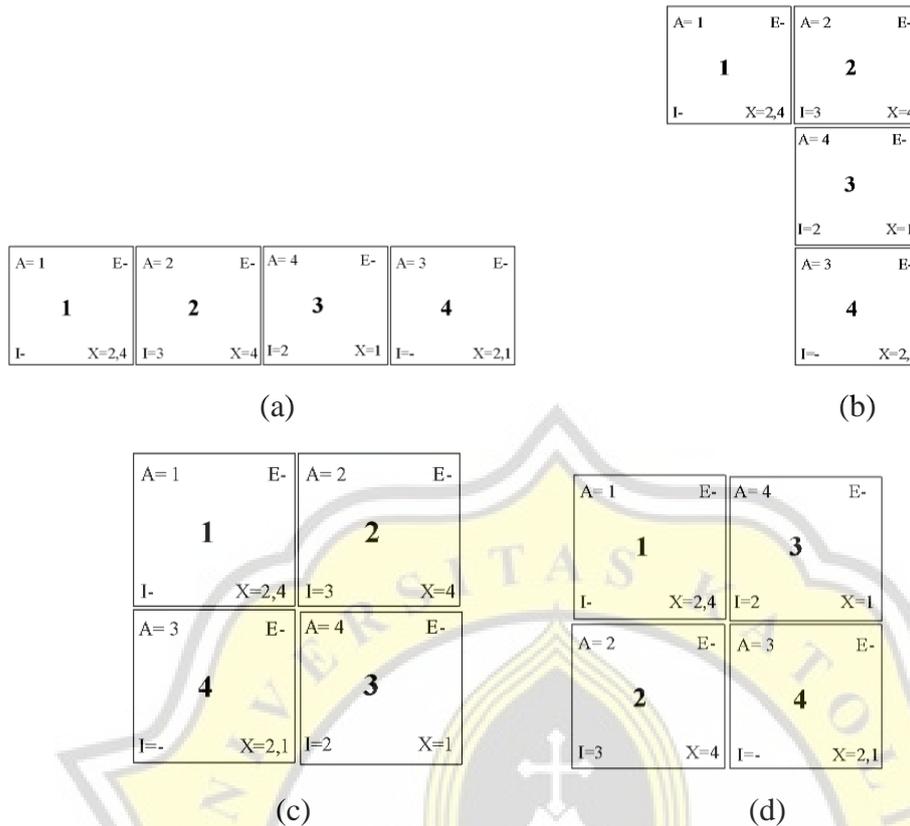
area kerja. Sama halnya pada kedua proses *filling* dan *sealing and labeling* juga diharapkan lingkungan kerja bersih, dingin, dan steril.

Interaksi pada proses *mixing* dan *filling* memiliki derajat hubungan I yang artinya peting berdekatan. Hal ini dikarenakan kedua proses tersebut merupakan satu rangkaian alur pembuatan sirup vanilla sehingga tidak boleh terlalu berjauhan antar proses, namun selain itu terjadi perbedaan tingkat higienitas dan diharapkan setelah proses pemasakan gula terdapat pipa-pipa yang membantu untuk proses pendinginan dimana pemberian jarak dapat membantu dalam proses pendinginan. Sedangkan interaksi proses *mixing* dengan *sealing and labeling* memiliki derajat hubungan X yang artinya tidak dikehendaki berdekatan. Hal ini karena terdapat perbedaan tingkat higienitas dan pada proses *mixing* banyak terdapat bahan mentah sedangkan diharapkan pada proses *filling* dan *sealing and labeling* area lingkungan kerja yaitu bersih, kering, dan dingin

Interaksi pada proses *filling* dan *sealing and labeling* memiliki derajat hubungan A yang artinya Mutlak untuk berdekatan. Hal ini dikarenakan memiliki persamaan tingkat higienitas, merupakan rangkaian alur pembuatan sirup vanilla, dan setelah dilakukan *filling* harus sesegera mungkin dilakukan *sealing* sehingga jarak yang dimiliki kedua proses ini tidak boleh berjauhan. Ruangan sekitar yang diharapkan pada kedua proses ini pun memiliki kesamaan dimana diharapkan dingin, kering, dan bersih.

#### **4.10.2. Pembuatan ARD (*Activity Relationship Diagram*)**

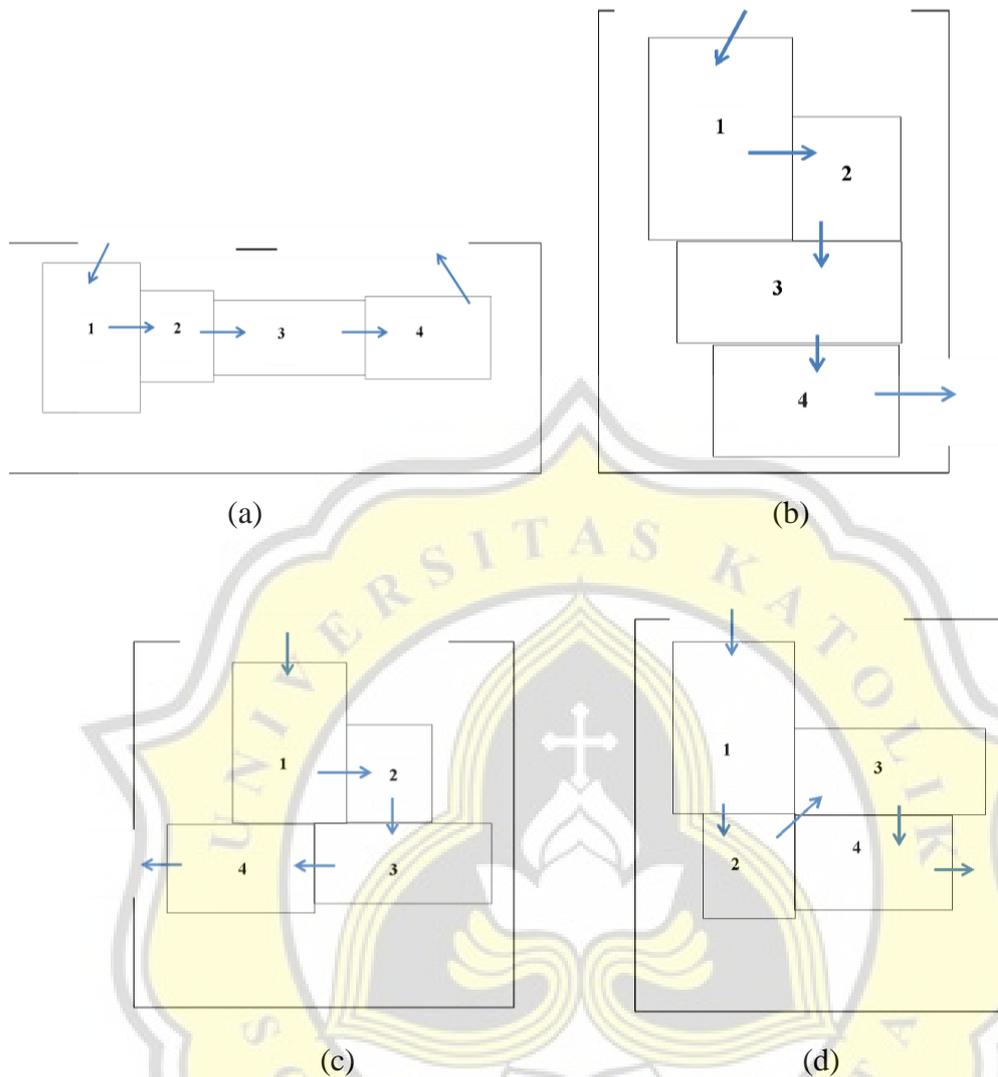
Setelah membentuk ARC selanjutnya membuat ARD (*Activity Relationship Diagram*). Penentuan ARD berdasarkan alasan kedekatan dan kode-kode yang telah ditentukan pada tahapan ARC. ARD (*Activity Relationship Diagram*) pada proses pembuatan produk sirup vanilla dapat dilihat pada **Gambar 10**.



Gambar 10. Activity Relationship Diagram (ARD)

Berdasarkan **Gambar 10.** di atas, terdapat alternatif ARD sebanyak empat alternatif yang ditentukan berdasarkan tahapan ARC dan level interaksi higienitas yang dimiliki. Berdasarkan ARD diatas juga dapat dilihat bahwa proses 1 (pemasakan gula) selalu berdekatan dengan proses 2 (mixing). Sedangkan proses 1 selalu berjauhan dengan proses 3 (*filling*) dan 4 (*sealing and labeling*). Di sisi lain proses 3 (*filling*) dan 4 (*sealing and labeling*) selalu berdekatan.

Tahapan selanjutnya yaitu melakukan pengembangan dari ARD menjadi AAD (*Area Allocation Diagram*). Tahapan ini melibatkan pola aliran dan jarak yang dimiliki dari masing-masing proses. AAD *pilot plant* sirup vanila terdapat pada **Gambar 11.**



Gambar 11. Area Allocation Diagram (AAD)

Pada **Gambar 11.** di atas, terdapat rancangan AAD berdasarkan ARD, pada tahapan ini meliputi ukuran mesin, jarak dan pola dari produksi sirup vanila. Dari masing-masing alternatif terdapat pola-pola aliran yang divisualkan dengan panah berwarna biru. *Pilot plant* dirancang memiliki pintu untuk bahan mentah dan pergerakan manusia, dan pintu untuk produk jadi. Pemberian pintu yang berbeda atau sekat ini bertujuan untuk mengurangi kontaminasi silang. Berdasarkan perencanaannya terdapat 4 alternatif AAD yang kemudian akan dipilih 1 AAD terbaik.

AAD alternatif 1 (kode a) memiliki alur lurus (I) dari arah pintu masuk kemudian proses 1, dilanjutkan proses 2, lalu proses 3 dan diakhiri proses 4. Pada alternatif ini

pintu diberi sekat pemisah antara pintu barang masuk dengan pintu barang keluar hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kontaminasi silang karena pada proses 4 diharapkan area sekitarnya merupakan area yang bersih serta steril.

Pada AAD alternatif 2 (kode b) memiliki alur L dimana pintu berhadapan dengan proses 1 kemudian dilanjutkan proses 2, lalu berbelok ke bawah untuk memasuki proses 3 dan terakhir proses 4 alternatif ini teralalu sedikit berantakan sehingga tidak efisien, selain itu alternatif 2 memiliki kontaminasi silang yang cukup besar karena memungkinkan terjadinya pergerakan manusia secara bolak-balik dan memungkinkan terjadi kontaminasi silang antara proses 1 dan proses 3 karena memiliki jarak yang cukup dekat.

Pada AAD alternatif 3 (kode c) memiliki alur U dimana pintu berhadapan dengan proses 1 kemudian dilanjutkan proses 2, lalu berbelok ke bawah untuk memasuki proses 3 dan terakhir berbelok ke kiri proses 4 alternatif ini memiliki pola aliran yang tidak efisien. cukup baik namun saja memungkinkan terjadinya penumpukan karyawan di tengah-tengah sehingga dapat menyebabkan kontaminasi di lingkungan area kerja dan kontaminasi terhadap produk.

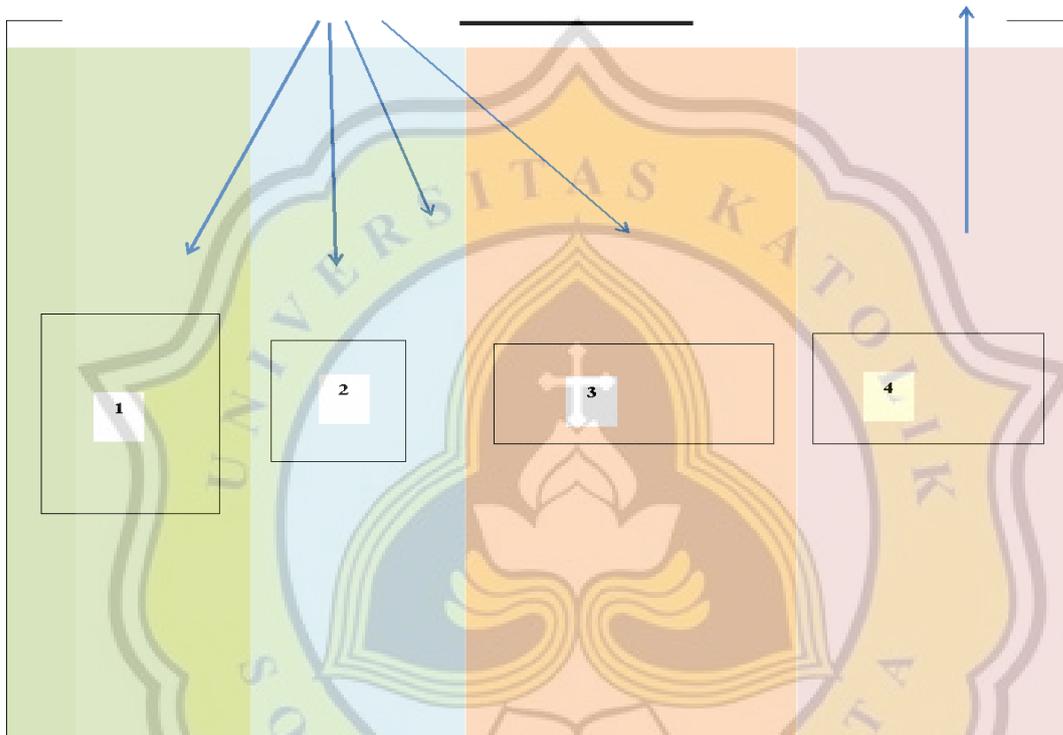
Pada AAD alternatif 4 (kode d) memiliki alur zig zag dimana pintu berhadapan dengan proses 1 kemudian berbelok ke bawah untuk proses 2, lalu berbelok ke kanan atas untuk memasuki proses 3 dan terakhir berbelok ke bawah untuk proses 4 alternatif ini memiliki pola aliran yang terlalu rumit dan tidak efisien yang memungkinkan terjadinya pergerakan bolak balik dari pekerja dan pergerakan produk yang menyilang sehingga memungkinkan kontaminasi silang.

Dibandingkan dengan alternatif 1 dan 2, alternatif 3 dan 4 memiliki alur pergerakan yang lebih baik. Pada alternatif 1 (kode a) alur proses berbentuk lurus atau I karena alternatif ini memiliki alur pergerakan yang sesuai dan tidak terdapat banyak belokan sehingga tidak memungkinkan terjadi penumpukan pekerja. selain itu ruangan kerja yang dimiliki cukup luas dan memungkinkan bekerja secara efisien. Alternatif 1 juga memiliki area yang sesuai berdasarkan level interaksi higienitas dari masing-masing

proses. Berdasarkan penjelasan di atas maka AAD yang dipilih dalam tata letak *pilot plant* sirup vanila yaitu alternatif 1 (kode a).

#### 4.10.3. Pembuatan Tata Letak dari Alternatif AAD

Berdasarkan tahapan sebelumnya didapatkan penentuan AAD menggunakan alternatif 1, sehingga dilakukan perancangan tata letak *pilot plant* secara lebih jelas yang dapat dilihat pada **Gambar 12**.



Skala 1:40 cm

Gambar 12. Tata Letak *Pilot plant* Sirup Vanila

Keterangan: proses 1 = pemasakan gula; proses 2 = mixing; proses 3 = filling; proses 4 = sealing and labelling; area berwarna hijau = area kerja proses 1; area berwarna biru = area kerja proses 2; area berwarna jingga = area kerja proses 3; area berwarna ungu = area kerja proses 4; panah biru = alur menuju setiap proses.

Pada **Gambar 12**. di atas, terdapat perbedaan pintu keluar dan pintu masuk, perlu dilakukan pemisahan dengan cara pemberian sekat berupa tirai plastik bening atau disekat menggunakan tembok yang kokoh. Hal ini ditujukan untuk mencegah terjadinya kontaminasi silang dari area proses karena perbedaan tingkat homogenitasnya (Holah, 2011). Jika menggunakan sekat berupa plastik maka keuntungan yang didapatkan yaitu dalam pembersihannya lebih mudah jika dibandingkan menggunakan kaca ataupun tembok kokoh. Selain pada pintu di setiap proses tahapan diharapkan juga memiliki

sekat dari proses satu ke proses lainnya, terutama pada proses 3 dan proses 4 karena pada tahap ini merupakan tahap yang dapat disebut dengan tahap pengemasan sehingga diharapkan semua mikroorganisme dapat mati dan tidak ada terjadinya kontaminasi silang. Setelah menentukan rancangan tata letak, perlu diperhatikan juga area kerja dan jarak yang tersedia antar proses serta bagian *pilot plant* sirup vanilla. Pada **Tabel 27.** berisi Jarak Antar Proses dan Bagian Dalam *Pilot plant* dan **Tabel 28.** berisi perancangan luas lantai produksi .

Tabel 27. Jarak Antar Proses dan Bagian Dalam *Pilot plant*

Antar Bagian	Jarak (cm)
Mesin 1 – Pintu masuk	264,8
Mesin 1 – dinding kiri	23,6
Mesin 1 – dinding belakang	224
Mesin 1 – mesin 2	38
Mesin 2 – pintu masuk	293,2
Mesin 2 – dinding belakang	276,8
Mesin 2 – mesin 3	66
Mesin 3 – dinding depan	294
Mesin 3 – dinding belakang	294
Mesin 3 – mesin 4	28
Mesin 4 – pintu keluar	284
Mesin 4 – dinding belakang	294
Mesin 4 – dinding kanan	20
Lebar pintu masuk	306
Lebar pintu keluar	244

Tabel 28. Perkiraan Luas Lantai Produksi

Nama Mesin	Dimensi Mesin (cm)	Luas Mesin (cm <sup>2</sup> )	Area Kerja (cm <sup>2</sup> )	Lantai Produksi (cm <sup>2</sup> )	<i>Allowance</i> (%)
Pemasakan gula	141 x 200 x 430	28.200	102.022,08	130.222,08	461
Mixing	106 x 122 x 270	12.932	101.807,2	114.739,2	887
Filling	220 x 100 x 170	22.000	156.606,08	178.606,08	811
Sealing labeling	and 182 x 110 x 150	20.020	128.959,6	148.979,6	744
Total	-	83.000	489.394,96	455.346,96	548

Berdasarkan **Tabel 28.**, dapat dilihat jarak antar mesin yang dimiliki terbesar yaitu pada mesin 2 dan mesin 3 yaitu sebesar 66 cm. Jarak tersebut meliputi jarak lantai produksi yang dimiliki mesin 2 dan mesin 3. Penggunaan jarak yang cukup jauh ini bertujuan adalah untuk menjadi pemisah karena perbedaan tingkat higienitas yang dimiliki. Selain itu jarak yang cukup jauh bertujuan untuk mencegah terjadinya kontaminasi silang, karena pada proses yang menggunakan mesin 3 diharapkan kering, dan steril.

Pada perhitungan luas lantai produksi pada **Tabel 28.** dapat dilihat bahwa area kerja pada mesin 2 merupakan area terkecil yang digunakan jika dibandingkan dengan keempat mesin lainnya. Hal ini dikarenakan mesin yang digunakan pada proses mixing merupakan mesin yang kecil sehingga tidak perlu area yang besar dan pada mesin ini juga berkerja secara otomatis sehingga hanya dibutuhkan satu atau dua karyawan saja yang menjadi operatornya.

Selain itu pada mesin 1 memiliki area kerja sebesar 102.022,08 cm<sup>2</sup> yang lebih kecil jika dibandingkan dengan mesin 3 sebesar 156.606,08 cm<sup>2</sup> , sedangkan mesin 1 merupakan mesin yang lebih besar jika dibandingkan dengan mesin 3. Hal ini dikarenakan perbedaan jarak pada mesin 1 ke mesin 2 lebih kecil yaitu sebesar 38 cm sehingga area kerja yang dimiliki menjadi lebih kecil juga. Allowance terbesar dimiliki oleh mesin 2 hal yaitu 887% dan terkecil pada mesin 461%. Allowance menyatakan masih tersedianya area kosong yang dapat digunakan sebagai ruang gerak, jika lebih dari 100% maka masih tersedia ruang kosong. Perbedaan allowance ini disebabkan oleh ukuran mesin yang berbeda, pada mesin 2 memiliki dimensi yang lebih kecil jika dibandingkan dengan mesin 1 sehingga ruangan gerak yang dimiliki oleh mesin 2 masih sangat luas jika dibandingkan dengan mesin 1. Jarak antar mesin yang terjecil dimiliki oleh mesin 3 dan mesin 4 jika dibandingkan dengan jarak antar mesin lainnya yaitu sebesar 28 cm. Hal ini dikarenakan pada proses 3 yaitu filling harus secepat mungkin dilakukan proses 4 yaitu sealing and labeling. Botol yang sudah dimasukan produk harus segera mungkin ditutup rapat untuk mencegah udara masuk, karena udara memungkinkan saja membawa mikroorganisme, sehingga jarak antara kedua mesin memiliki jarak yang terkecil.

Jika dilihat kembali pada **Tabel 28.**, dapat dilihat bahwa setiap mesin memiliki jarak baik dengan pintu, dinding, dan antar mesin lainnya. Hal ini diharapkan bertujuan untuk memudahkan proses pembersihan secara CIP, sebagai ruang kerja, dan untuk mencegah terjadinya kontaminasi silang dari proses satu ke proses lainnya.

#### **4.11. Parameter Keberhasilan *Pilot Plant***

Perancangan *pilot plant* sirup vanila pada tugas akhir kali ini dapat berhasil jika didasarkan terhadap tiga parameter yaitu fleksibilitas, pembuktian konsep, efektivitas proses produksi *pilot plant* itu sendiri. Menurut Whalley (2016). Parameter pertama yaitu fleksibilitas, pada parameter ini diharapkan fleksibel jika suatu saat terjadi penambahan alur proses sehingga memungkinkan terjadinya penambahan mesin dan jumlah produksi yang berbeda. Pada perancangan *pilot plant* sirup vanila ini masih memiliki ruang yang cukup besar dan memungkinkan jika terjadinya penambahan alur proses dan penambahan kapasitas produksi, selain itu mesin yang digunakan juga merupakan mesin-mesin yang umumnya digunakan pada produk minuman sehingga tidak hanya memproduksi sirup tetapi dapat memproduksi minuman lainnya, dengan demikian dapat dikatakan bahwa perancangan *pilot plant* ini memenuhi parameter keberhasilan fleksibel.

Selanjutnya parameter kedua yaitu berupa pembuktian konsep. Pada perancangan *pilot plant* ini konsep yang dipilih yaitu dengan menerapkan sistem hygiene pada saat produksi. Pada perancangan ini juga konsep tersebut dilaksanakan dengan pemberian sekat berupa tirai plastik dan karyawan yang berada disekitar area produksi akan melakukan protokol higienitas setiap masuk dan keluar ruangan produksi. Tujuannya untuk menjaga produk agar tetap aman sampai ditangan konsumen. Dengan demikian *pilot plant* sirup vanila menerapkan konsep kedua ini.

Terakhir Parameter ketiga yaitu *pilot plant* yaitu efektivitas dari proses produksi dalam *pilot plant*. Pada parameter ini melihat seberapa efektif proses tersebut untuk menciptakan suatu produk yang sesuai standar dan efektif dalam menggunakan energi saat produksi. Dalam perancangan *pilot plant* sirup vanila, memilih dan menggunakan mesin yang dilihat berdasarkan ukuran, biaya dan kebutuhan energi. Tujuannya untuk

menjadikan *pilot plant* dapat berjalan secara efektif tanpa ada pemborosan baik dari ukuran, biaya, dan energi.

