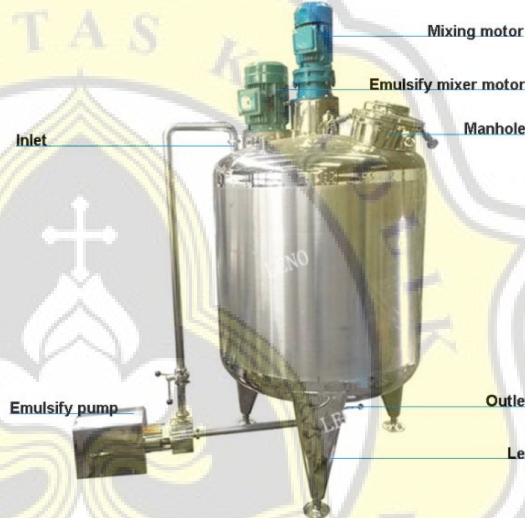


4. PERANCANGAN PILOT PLANT SIRUP

4.1.Rancangan Mesin dan Peralatan Proses Produksi

Dalam Pilot Plant Sirup Kelapa ini terdapat 3 mesin yaitu Mesin Mixing (Pencampuran), Mesin Filling dan Capping (Pengisian dan Penutupan Botol), dan Mesin Labeling (Pemberi Label). Ketiga mesin tersebut dipilih karena memiliki keunggulan dan sesuai kriteria yang diinginkan. Berikut merupakan informasi detail mengenai ketiga mesin diatas :

Tabel 13. Mesin *Mixing* Sirup

<p>Foto Mesin</p>	
<p>Prinsip umum</p>	<p>Pembuatan sirup berjenis emulsi (o/w ataupun w/o) sehingga didapatkan campuran yang homogen dengan homogenisasi kecepatan tinggi, dilanjutkan pendinginan sirup sebelum masuk ke proses karbonasi</p>
<p>Informasi Umum</p>	
<p><i>E-commerce</i></p>	<p>www.alibaba.com</p> <p>Link: https://www.alibaba.com/product-detail/Food-grade-stainless-steel-food-liquid_62004307763.html?spm=a2700.details.deiletai6.4.62aa6821yGBB3X</p>
<p>Harga</p>	<p>\$1998 atau Rp28.225.646,10 (kurs 1\$ = Rp14.126,95)</p>

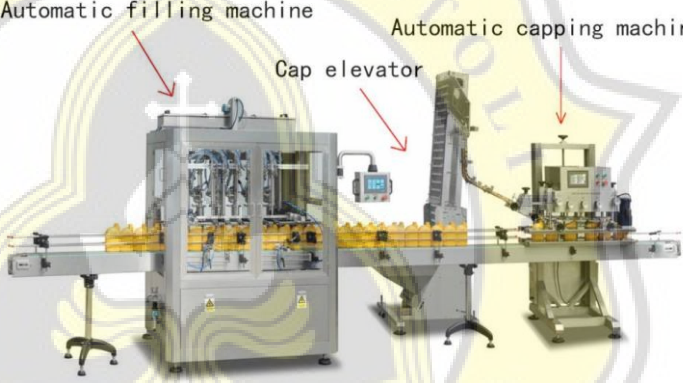
Nama dagang	<i>Food grade stainless steel food liquid gel mixer cool heat jacket mixing tank</i>
<i>Supplier</i>	Wenzhou Leno Machinery Co., Ltd
Asal produk	Zhejiang, China
Merek	LENO
<i>Key selling point</i>	Multifungsi
Sertifikasi	CE
Garansi <i>core component</i>	Ada, 1 tahun
<i>After-sales service</i>	<i>Online support, video technical support, free spare parts, field installation, commissioning and training, field maintenance and repair service</i>
<i>After-warranty service</i>	<i>Video technical support, online support, spare parts, field maintenance and repair service</i>
<i>Machinery test report</i>	Tersedia
Bahan/material	SUS 304 atau SUS 316L (sesuai permintaan)
<i>Core components</i>	<i>Motor, gear, pressure vessel, gearbox, pump, PLC, bearing, engine</i>
Tipe tangki	Vertical atau horizontal (sesuai pesanan)
Struktur mesin	<i>Single layer tank atau double layer tank atau three layer tank</i>
Kapasitas	50 liter – 20 ton (sesuai permintaan)
Daya	1,5 kW (sesuai permintaan)
Laju putaran <i>spindle</i>	1 – 3000 rpm
Tekanan vakum	Vakum-1Mpa
Detail bagian	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Pressure manhole/ quick open manhole</i> - Berbagai jenis pembersih CIP - <i>Sterile respirator</i> - <i>Adjustable legs</i> - Katup sanitasi <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> - Thermometer (sesuai permintaan)

	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Paddle blender</i> (sesuai permintaan) - <i>Liquid level meter</i> dan <i>level controller</i> (sesuai permintaan) - <i>Ladder</i>
Informasi Spesifik	
Model	LNT-500
Tipe mesin	<i>Three layer tank</i>
Struktur	<i>Inner layer + jacket + insulation</i>
<i>Cooling way</i>	Air es atau <i>cooling water</i>
<i>Heating way</i>	Listrik atau uap
Bahan/material	SUS 316 (<i>request</i>)
Jenis agitator (<i>homogenizer</i>)	Kecepatan tinggi (960 – 3400 rpm)
Laju perputaran agitator	63 rpm
Sistem kontrol	PLC atau otomatis (<i>request</i>)
Volume efektif	500 liter
Kapasitas	1000 liter/jam
Daya	0,55 kW
Tekanan vakum	Vakum-1Mpa
Dimensi tangki (d*t)	Ø80 x 90 cm
Tinggi total	170 cm
Berat	Tidak disebutkan
Detail bagian	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Pressure manhole/ quick open manhole</i> - Berbagai jenis pembersih CIP - <i>Sterile respirator</i> - <i>Adjustable legs</i> - Katup sanitasi <i>inlet</i> dan <i>outlet</i> - Thermometer (<i>request ke supplier</i>) - <i>Paddle blender (request ke supplier)</i> - <i>Liquid level meter</i> dan <i>level controller (request</i>

	ke <i>supplier</i>) - <i>Ladder</i>
--	---

Pada Tabel diatas, dapat dilihat mengenai informasi dan spesifikasi dari mesin diatas bahwa mesin mixing sirup diatas sudah sesuai dengan yang diinginkan dari segi kapasitas serta ukuran mesin yang tidak terlalu besar serta daya yang diperlukan dalam pengoperasian mesin rendah sehingga cocok digunakan dalam pembuatan Sirup skala Pilot Plant.

Tabel 14. Mesin *Filling* dan *Capping* Sirup

Foto Mesin	
Prinsip umum	Pengisian minuman dilakukan dengan prinsip <i>pressure balanced</i> (tekanan sama) sehingga kehilangan gas dari minuman dapat diminimalisir dan penutupan tutup botol secara bersamaan
Informasi Umum	
<i>E-commerce</i>	www.alibaba.com Link: https://indonesian.alibaba.com/product-detail/olive-oil-automatic-edible-olive-oil-filling-capping-labeling-machine-production-line-

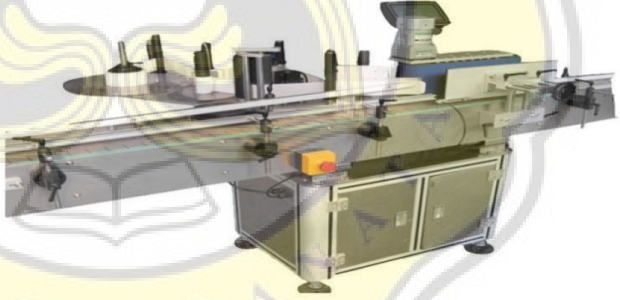
	60094359306.html?spm=a2700.shop_plgr.41413.24.65eb6f58Nni39l
Harga	\$25000 atau Rp356.250.000,00 (kurs 1\$ = Rp14.250,00)
Nama dagang	<i>Shanghai complete production line</i>
<i>Supplier</i>	Shanghai Npack Automation Equipment Co., Ltd
Asal produk	Shanghai, China
Merek	Npack
Tingkat otomatisasi	Otomatis
<i>Key selling point</i>	Akurasi tinggi
Sertifikasi	CE ISO9001
Garansi	Ada, 1 tahun
<i>Garansi core component</i>	Ada, 1 tahun
<i>After-sales service</i>	Dukungan online, video dukungan teknis, suku cadang gratis, bidang instalasi, <i>commissioning</i> dan pelatihan, bidang pemeliharaan dan perbaikan layanan
<i>After-warranty service</i>	Video dukungan teknis, dukungan online, suku cadang, bidang pemeliharaan dan perbaikan layanan
<i>Machinery test report</i>	Tersedia
<i>Video outgoing-inspection</i>	Tersedia
Bahan/material	<i>Stainless steel 304/316</i>
<i>Core components</i>	<i>Pump, PLC, motor, machine</i>
Tegangan	220 V
<i>Driven type</i>	Pneumatik
Jenis kemasan	Botol kaca, kaleng
Tipe kemasan	<i>Barrel</i>
Bahan yang	Sirup

dikemas	
Akurasi pengisian	0,5 %
Keuntungan	<ul style="list-style-type: none"> - Semua bagian yang kontak langsung dengan produk terbuat dari stainless steel atau material yang tidak berbahaya sehingga sesuai dengan persyaratan sanitasi pangan - <i>Sealing parts</i> terbuat dari <i>heat-proofing rubber</i> sehingga cocok jika dilakukan sterilisasi panas - Sistem kontrol dengan PLC (<i>programmable controller</i>) sehingga kontrol otomatis secara penuh dari masuknya botol hingga pengemasan akhir - Penggunaan transducer sebagai pengatur kecepatan sehingga penggunaan dapat mengatur mesin dengan mudah - Menggunakan prinsip <i>equal pressure filling principle</i> dan <i>current spring valves</i> untuk menjamin kualitas minuman - Penggunaan <i>advanced magnetic coupler</i> untuk mengatur <i>cap-screwing torque</i> untuk menjamin kualitas <i>capping</i>
Informasi Spesifik	
Model	NP-VF
Kepala <i>filler/capper</i>	2
Diameter botol	Ø5 – 10 cm
Tinggi botol	29 cm
Volume botol	500 - 650 mL
Bahan/material	<i>Stainless steel 304/316</i>
Tipe <i>filler</i>	<i>Balanced pressure filler</i>
Tekanan penyemprotan	0,6 Mpa
Tekanan	0,6 Mpa

pengisian	
Sistem kontrol	PLC + <i>touch screen</i>
Kapasitas	500 - 700 botol/jam
Daya	1,5 kW
Dimensi total (p x l x t)	200 x 110 x 240 cm
Berat	800 kg

Pada Tabel diatas, dapat diketahui bahwa informasi dan spesifikasi dari mesin filling dan capping diatas dari segi kapasitas dan ukuran mesin sudah sesuai, serta mesin diatas dapat diatur untuk berbagai jenis ukuran botol yang kita inginkan, selain itu mesin ini mempunyai daya rendah sehingga mesin ini cocok digunakan untuk pembuatan sirup berskala Pilot Plant

Tabel 15. Mesin *Labeling*

Foto Mesin	
Prinsip umum	Memberikan label pada botol secara melingkar secara otomatis
Informasi Umum	
<i>E-commerce</i>	www.alibaba.com Link: https://indonesian.alibaba.com/product-detail/automatic-glass-bottle-labeling-machine-60768845317.html?spm=a2700.shop_plgr.41413.24.6d37292cAfKeME

Harga	\$5000 atau Rp 71.250.000 (kurs 1\$ = 14.250,00)
Nama dagang	<i>Automatic round bottle labeling machine</i>
<i>Supplier</i>	Shanghai Npack Automation Equipment Co., Ltd
Asal produk	Shanghai, China
Merek	Npack
<i>Key selling point</i>	Kecepatan tinggi
Sertifikasi	ISO 9000, CE
Garansi	Ada, 1 tahun
Garansi <i>core component</i>	Ada, 1 tahun
<i>After-sales service</i>	<i>Engineers available to service machinery overseas</i>
<i>After-warranty service</i>	<i>Video technical support, online support, spare parts, field maintenance and repair service</i>
<i>Machinery test report</i>	Tersedia
<i>Video outgoing-inspection</i>	Tersedia
Bahan/material	<i>Stainless steel 304/316</i>
<i>Core components</i>	<i>Pump, PLC, Motor, Machine</i>
Tegangan	220 V 50 Hz
Daya	0,75 kW (sesuai permintaan)
<i>Labeling speed</i>	60-150 botol/menit
Tipe <i>mixer</i>	<i>Economy labeling machine</i>
Keuntungan	- Mudah dioperasikan - <i>High technology</i>
Informasi Spesifik	
Model	NP-RL
Panjang label	25-300 mm
Tinggi label	15-140 mm
Roll diameter dalam	76 mm
Roll diameter luar	420 mm

Bahan/material	<i>Stainless steel 304/316</i>
<i>Capacity</i>	50-150 botol/menit
<i>Labeling speed</i>	60-150 botol/menit (tergantung ukuran botol dan label)
Sistem kontrol	PLC
<i>Type</i>	<i>Automatic</i>
Daya	0,75 Kw
Dimensi total (p x l x t)	180 x 90 x 165 cm
Berat	200 kg

Pada Tabel diatas, dapat diketahui bahwa informasi dan spesifikasi mesin sudah sesuai dengan yang kita inginkan karena mesin memiliki daya yang rendah, ukuran mesin tidak terlalu besar, serta mesin dapat diatur mengikuti ukuran botol yang nantinya kita inginkan.

4.2.Rancangan Proses CIP (*Cleaning In Place*)

Berdasarkan Bab 3 serta Bab 4.1 bahwa dalam Pembuatan Sirup menggunakan bahan-bahan yang mudah menempel disekitar dinding mesin. Bahan yang digunakan dalam pembuatan serta hasil produk sirup pun merupakan bahan yang lengket, sehingga membutuhkan perhatian dalam hal membersihkan mesin yang digunakan, ini penting guna menjaga higientas produk yang dihasilkan. Pembuatan Pilot Plant harus memperhatikan hukum sanitasi, juga dalam pembuatan produk yang digunakan (Lelieveld et al., 2000). Saat membuat produk, kebersihan dipertahankan dengan menjaga kebersihan mesin yang digunakan. Metode pembersihan mesin, pembersihan yang telah ditentukan (CIP), metode ini memiliki prinsip Penghilangan semua bahan yang tidak perlu (bahan Sisa-sisa, benda asing, serangga dan mikroorganisme) pada permukaan mesin yang langsung kontak dengan produk sampai batasan minimal resiko pada produk.

4.3.Rancangan Tata Letak Pilot Plant Sirup

Saat merancang miniplant, desain tata letak tidak dapat dipisahkan karena berdampak pada proses produksi. 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. Desain tata letak adalah cara untuk meningkatkan produktivitas dan efektivitas proses produksi. Tata letak yang tepat memungkinkan penempatan peralatan produksi yang efisien dan eksekusi proses yang optimal (Shewale *et al.*, 2020). Kelancaran proses produksi adalah faktor terpenting dalam proses pembuatan produk. Faktor yang dapat mempengaruhi kelancaran proses produksi salah satunya ialah desain tata letak. Oleh karena itu, desain layout menjadi salah satu topik dalam tugas akhir ini.

Dari berbagai metode tata letak, SLP dipilih karena cocok untuk menentukan tata letak area produksi kecil seperti miniplant. Selain itu, SLP dapat meminimalkan arus logistik dengan menyesuaikan kebutuhan ruang yang terbatas. SLP (*Systematic Layout Planning*) adalah pendekatan sistematis dan terorganisir untuk desain tata letak dengan meminimalkan aliran logistik, dengan mempertimbangkan jarak, kebutuhan ruang, dan ketersediaan. SLP tidak terlalu besar, membutuhkan tata letak yang sederhana, dan cocok untuk digunakan di pabrik dan bisnis dengan logistik yang tidak teratur (Gozali *et al.*, 2020). Selain itu, metode SLP dapat diterapkan pada tata letak pabrik makanan yang menerapkan prinsip higiene dan higiene, dengan tetap memperhatikan efisiensi dan efektifitas proses, seperti yang dilakukan oleh Van Donk dan Galman (2004).

Penentuan tata letak miniplant dilakukan dalam langkah kerja yang sudah dimodifikasi. Adapun langkah yang dilakukan sebagai berikut:

4.3.1. Penentuan faktor penyebab kerusakan

Pada pembuatan produk sirup kelapa ini menggunakan gula cair sebanyak minimal 65% yang dilarutkan ke dalam air. Terdapat beberapa karakteristik produk yang menjadi faktor penyebab kerusakan meliputi akriktivitas air serta

pengawet (Van Donk dan Galman , 2004). Air merupakan komposisi utama dalam produk minuman dan menempati hingga 99% bagian sehingga aktivitas air pada produk tergolong tinggi (Taylor, 2006). Kemudian dalam pembuatan sirup kelapa ini tidak dilakukan penambahan pengawet.

Jika dibahas menurut Van Donk dan Galman (2004), produk sirup kelapa ini memiliki faktor penunjang pertumbuhan mikroorganisme berupa aktivitas air produk yang tergolong tinggi, serta produk sirup kelapa ini tidak menggunakan zat pengawet. Menurut Standar Nasional Indonesia Tahun 2013 dengan adanya kadar gula yang tinggi ini dapat menyebabkan produk memiliki umur simpan berkisar 3 minggu, sehingga gula ini dapat dibidang memiliki peran sebagai pengawet alami. Namun ada salah satu mikroorganisme yang dapat menyerang produk olahan dari bahan gula berkadar tinggi yaitu Kapang. Selama proses penyimpanan nantinya kapang akan tumbuh pada permukaan sirup kemudian dapat merusak nutrisi pada sirup dan menghasilkan zat beracun seperti mikotoksin. Zat mikotoksin dihasilkan oleh kapang dalam bahan pangan dimana zat ini dapat menyebabkan penyakit bahkan kematian bila termakan oleh manusia, maka dengan ini diperlukan adanya penambahan zat pengawet. Namun pada sirup kelapa ini sudah ditambahkan garam, dimana 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. Sehingga tidak perlu adanya penambahan zat pengawet karena garam dan gula sudah berperan sebagai pengawet.

4.3.2. Penentuan tingkat risiko kerusakan pada produk

Tingkat risiko sirup kelapa ditentukan dengan panduan pertanyaan mengenai sensitivitas sirup kelapa yang diadaptasi dari Van Donk dan Galman (2004). pertanyaan serta jawaban untuk produk sirup kelapa berdasarkan **lampiran** dapat dilihat berikut ini.

Tabel 16. Penentuan Sensitivitas Sirup

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 diatas, sensitivitas sirup kelapa tergolong pada kategori 1 dimana ini memiliki arti produk pangan memiliki sensitivitas sangat tinggi terhadap pertumbuhan mikroorganisme. Menurut Taylor (2006) Air merupakan komposisi utama dalam produk minuman dan menempati hingga 99% bagian sehingga aktivitas air pada produk tergolong tinggi. Selain itu menurut Azeredo (2016) produk ini memiliki sumber nutrisi bagi pertumbuhan mikroorganisme yaitu kadar gula yang tinggi. Namun pada sirup kelapa ini sudah ditambahkan garam, dimana menurut Rustandi (2011), garam sangat penting karena dapat mengontrol pertumbuhan jamur dan bakteri serta dapat mengontrol aktivitas air.

4.3.3. Penentuan tingkat higienitas proses produksi

Pada setiap tahapan produksi harus menentukan tingkat higienitas. Terdapat 3 tahapan yang disesuaikan dari jumlah mesin yang nantinya digunakan karena ini berpengaruh terhadap tata letak. Ketiga proses yaitu pembuatan sirup, pengisian dan penutupan botol, serta pemberian label pada botol. Penentuan tingkat higienitas berdasarkan panduan pada **lampiran**. Berikut pertanyaan serta jawaban untuk setiap tahapan proses.

Tabel 17. Penentuan Tingkat Higiene Proses *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	Tingkat 4

Berdasarkan **Tabel 17.** di atas bahwa tingkat higiene proses pembuatan sirup kelapa tergolong kategori 4 yang berarti resiko dapat diabaikan. Dimana pada proses pembuatan sirup kelapa ini hanya mencampur semua bahan yang digunakan dalam mesin mixing yang telah dirancang tertutup sehingga dapat meminimalisir kontaminasi. Kategori 4 sendiri memang banyak dijumpai dalam proses mixing produk (Van Donk dan Galman, 2004).

Tabel 18. Penentuan Tingkat Higiene Proses *Filling dan Capping*

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 18.** di atas bahwa tingkat higiene tergolong pada kategori 5 dimana proses filling dan capping bisa dibilang tidak terdapat resiko, ini dikarenakan mesin yang digunakan dirancang tertutup sehingga meminimalisir kontaminasi dari lingkungan. Kategori 5 sendiri memang banyak dijumpai dalam proses pengemasan produk (Van Donk dan Galman, 2004). Sebelum proses ini botol kaca disterilkan terlebih dahulu dalam suhu 121°C selama 15 menit guna meminimalkan kontaminasi.

Tabel 19. Penentuan Tingkat Higiene Proses *Labelling*

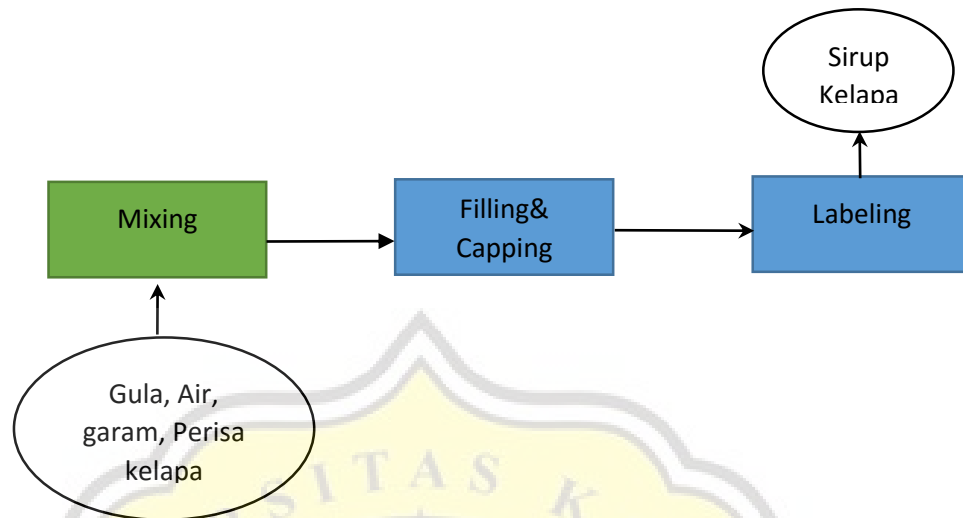
No.	Pertanyaan	Jawaban	Hasil
1	Apakah produk kontak langsung dengan lingkungan (<i>open process</i>)?	Tidak	Lanjut pertanyaan ke-2
2	Apakah dilakukan deaktivasi mikroorganisme pada tahap ini?	Tidak	Lanjut pertanyaan ke-3
3	Apakah terdapat risiko kontaminasi dari lingkungan?	Tidak	Lanjut pertanyaan ke-4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

Berdasarkan **Tabel 19.** di atas bahwa tingkat higiene proses labeling memiliki kasus yang sama dengan proses filling dimana kategori 5 ini berarti tidak terdapat resiko, ini dikarenakan mesin yang digunakan dirancang tertutup sehingga meminimalisir kontaminasi dari lingkungan. Kategori 5 sendiri memang banyak dijumpai dalam proses pengemasan produk dimana proses labeling juga termasuk dalam proses pengemasan produk (Van Donk dan Galman, 2004).

4.3.4. Pembuatan FCP (Flow Process Chart)

Pembuatan FPC guna mendapat gambaran hubungan antar proses, interaksi proses berdasarkan tingkat higienitas serta aliran material di proses produksi. Pembuatan FPC sendiri berdasarkan rangkaian proses produksi yang dibantu dengan penentuan tingkat higienitas dari semua tahapan. Berikut FPC proses produksi sirup kelapa dapat dilihat dibawah ini.

Gambar 15. Flow Process Chart (FPC)



Keterangan:

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

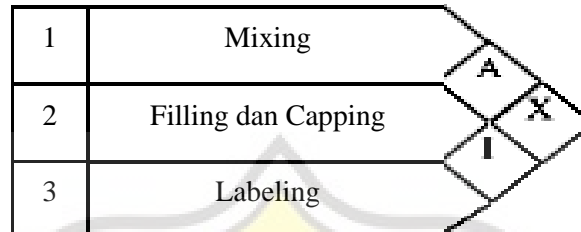
4.3.5. Penentuan level interaksi yang diizinkan dan pembatasan antara proses

Pada tahap ini penentuan interaksi dan pembatasan tetap melihat dari tingkat higienitas. Pada tugas akhir ini hanya terdapat 2 tingkat higienitas yaitu kategori 4 dan kategori 5. Terdapat perbedaan tingkat antara proses mixing dan proses pengemasan (*Filling/Capping* dan *Labeling*) namun proses *mixing* dan pengemasan sebaiknya dilakukan berdekatan walaupun terdapat perbedaan kategori, ini dikarenakan pada proses mixing tidak terdapat proses deaktivasi mikroorganisme sehingga jarak antar mesin mixing dan mesin pengemasan (mesin filling dan capping, serta mesin labeling) sebaiknya berdekatan guna meminimalisir kontaminasi.

4.3.6. Pembuatan ARC (Activity Relationship Chart)

Proses pembuatan ARC sirup kelapa serta alasan kedekatan antar prosesnya dapat dilihat dibawah ini. **Gambar 16.**

Gambar 16. Activity Relationship Chart (ARC)



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

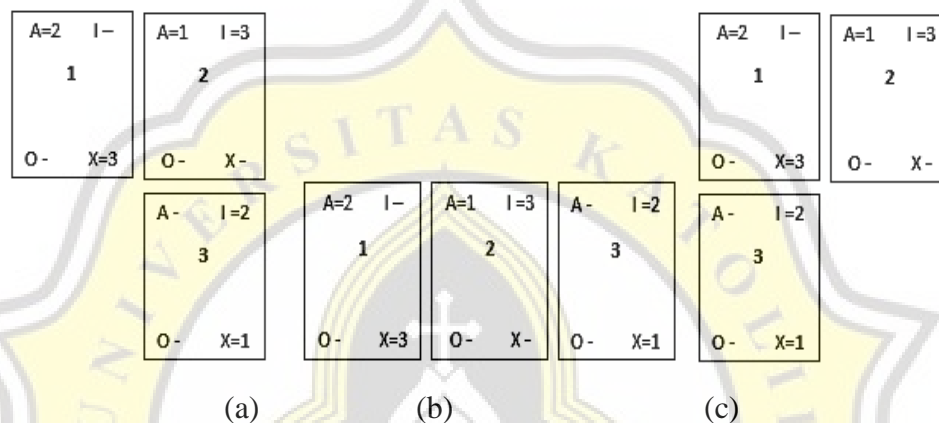
Berdasarkan **Gambar 16.** dapat dilihat bahwa tiap proses memiliki derajat hubungan kedekatan yang didasarkan oleh tingkat higienitas dan interaksi yang diizinkan. Cara membaca ARC yaitu dengan mengkaitkan dua tahapan proses yang kemudian ditemukan di satu titik, seperti contohnya interaksi antara proses mixing dan filling-capping diberikan kode hubungan A yang berarti mutlak untuk berdekatan. ini dikarenakan proses mixing dan proses filling-capping merupakan satu rangkaian alur dan terdapat perbedaan tingkat higienitas serta tidak adanya proses deaktivasi mikroorganisme sehingga memang tidak dianjurkan berjauhan guna meminimalisir kontaminasi. Kemudian untuk interaksi proses filling-capping dan labeling diberikan kode I yang berarti penting untuk berdekatan, hal ini dikarenakan kedua proses ini memiliki tingkat higienitas yang sama serta merupakan satu rangkaian alur yang tidak perlu terlalu dekat dikarenakan setelah proses filling-capping produk sirup kelapa sudah dalam kondisi botol tertutup. Lalu untuk proses 1 (proses mixing) dan proses 3 (proses labeling) diberikan kode X dimana ini berarti tidak dikehendaki berdekatan, ini dikarenakan antara proses

1 (proses mixing) dan proses 3 (proses labeling) bukan merupakan satu rangkaian

4.3.7. Pembuatan ARD (Activity Relationship Diagram)

Penentuan ARD berdasar pada alasan kedekatan dan kode yang telah ditetapkan pada tahapan ARC. Adapun alternatif ARD dapat dilihat di bawah ini.

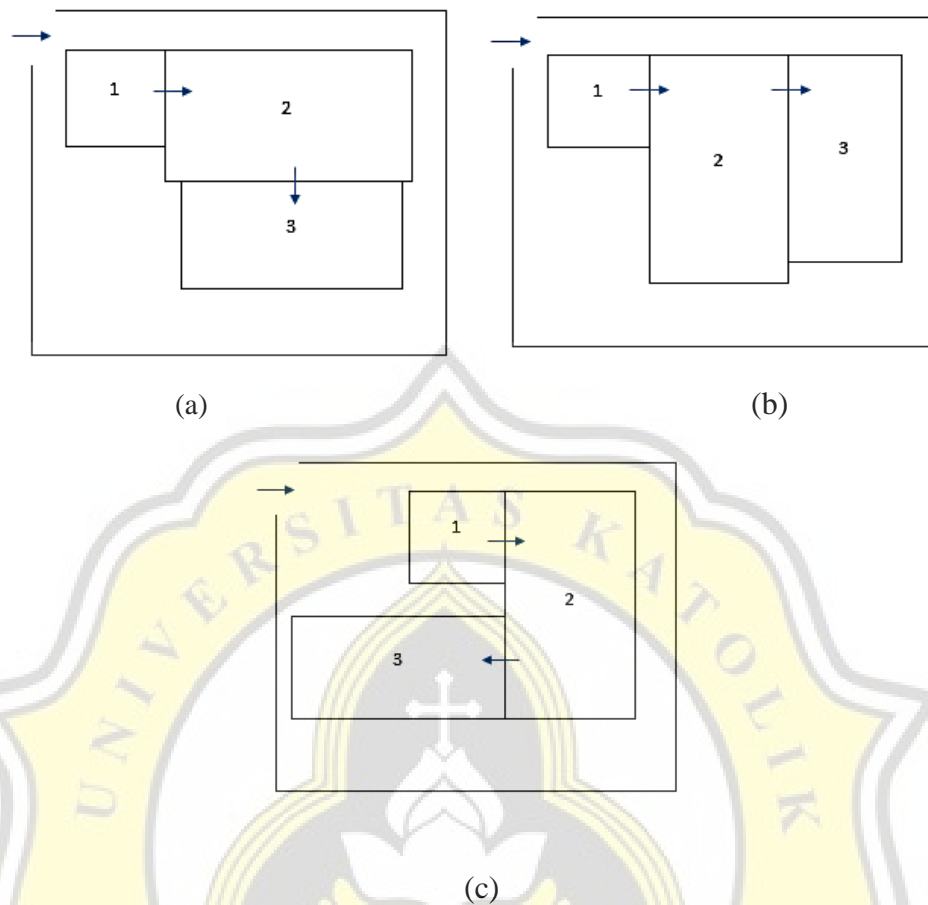
Gambar 17. Diagram Alternatif Activity Relationship Diagram (ARD)



Berdasarkan gambar diatas terdapat 3 alternatif ARD yang ditentukan berdasar pada tahapan ARC dan level interaksi higienitas. Berdasarkan ARD diatas dapat dilihat juga bahwa proses 1 (proses mixing) berdekatan dengan proses 2 (proses filling dan capping) kemudian proses 2 (proses filling an capping) juga berdekatan dengan proses 3 (proses labeling) serta proses 1 (proses mixing) berjauhan dengan proses 3 (proses labeling).

Selanjutnya dapat melakukan pengembangan ARD menjadi AAD (Area Allocation Diagram), pada tahap ini melibatkan pola aliran dan jarak dari masing-masing proses. Adapun AAD dapat dilihat dibawah ini.

Gambar 18. Area Allocation Diagram (AAD)



Pada **Gambar 18.** di atas, terdapat rancangan AAD yang berdasar pada ARD, pada tahap ini meliputi mesin, jarak serta pola aliran produksi sirup kelapa. Dari masing-masing alternatif AAD terdapat garis biru yang memvisualkan pola aliran produksi.

Pilot plant sebaiknya dirancang memiliki 2 pintu yaitu pintu untuk bahan mentah dan pintu untuk produk jadi guna mengurangi adanya kontaminasi silang. Berdasarkan perencanaanya terdapat 3 alternatif AAD yang nantinya akan dipilih 1 AAD.

AAD pada kode (a) memiliki pola alur L dimana pintu masuk berada di sisi kanan proses 1 (proses mixing), lalu dilanjutkan proses 2 (proses filling-capping) dengan bergeser ke bagian kanan dari proses 1 (proses mixing), untuk proses 3 (proses labeling) bergeser kebawah dari arah proses 2 (proses filling-capping). pada pola

ini kurang sesuai dikarenakan proses 1 (proses mixing) dan proses 3 (proses labeling) memiliki jarak yang cukup dekat, padahal diharuskan untuk memberi jarak guna meminimalisir terjadinya kontaminasi.

AAD pada kode (b) memiliki pola alur lurus (I) dari arah pintu masuk di sebelah kiri proses 1 (proses mixing) kemudian dilanjut dengan proses 2 (proses filling-capping) dengan bergeser ke kanan dari proses 1 (proses mixing) selanjutnya untuk proses 3 (proses labeling) bergeser ke kanan dari proses 2 (proses filling-capping). Pada pola ini lebih sesuai dikarenakan jarak antara proses 1 (proses mixing) dan proses 3 (proses labeling) tidak berdekatan guna meminimalisir adanya kontaminasi

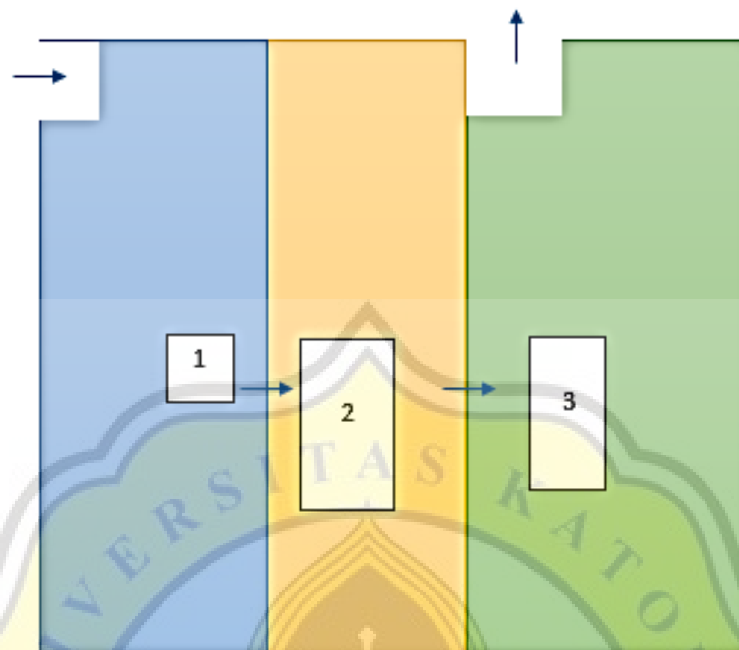
AAD pada kode (c) memiliki pola alur Z dimana pintuk masuk berada di sebelah kiri proses 1 (proses mixing) kemudian proses 2 (proses filling-capping) bergeser ke kanan dari proses 1 (proses mixing) selanjutnya untuk proses 3 (proses labeling) bergeser ke bawah namun serong ke kiri dari proses 2 (proses filling-capping). Dimana pola ini juga kurang sesuai dikarenakan pada pola ini kurang sesuai dikarenakan proses 1 (proses mixing) dan proses 3 (proses labeling) memiliki jarak yang cukup dekat, padahal diharuskan untuk memberi jarak guna meminimalisir terjadinya kontaminasi.

Pada perbandingan 3 alternatif AAD diatas disimpulkan bahwa AAD kode (b) dengan pola lurus (I) memiliki pergerakan lebih efektif dikarenakan tidak ada nya belokan arah lain sehingga terlihat lebih teratur dan rapi serta untuk proses 1 (proses mixing) dan proses 3 (proses labeling) tidak berdekatan sehingga dapat meminimalkan kontaminasi pada proses 1 (proses mixing)

4.3.8. Pembuatan tata letak dari alternatif AAD yang terpilih

Berdasarkan pada tahap sebelumnya, Penentuan AAD ditetapkan menggunakan alternatif 2, dimana rancangan dapat dilihat secara lebih jelas pada gambar di bawah ini. **Gambar 19.**

Gambar 19. Tata Letak *Pilot plant* Sirup



Skala 1:80 cm

Keterangan:

proses 1 = mixing; proses 2 = filling dan capping; proses 3 = labelling; area berwarna biru = area kerja proses 1; area berwarna kuning = area kerja proses 2; area berwarna hijau = area kerja proses 3; panah biru = alur menuju setiap proses. Untuk Keterangan Ukuran Dimensi Denah Tata Letak dapat dilihat pada **Tabel 20 dan Tabel 21**

Pada **Gambar 19.** di atas, menurut Holah (2011) pintu masuk dan pintu keluar dipisahkan dengan adanya pemberian sekat berupa tirai plastik bening maupun dengan tembok yang kokoh guna mencegah terjadi kontaminasi silang. Jika terdapat sekat tirai plastik bening maka keuntungannya dapat mudah dibersihkan dibanding dengan sekat kokoh seperti tembok. Selain itu diharapkan adanya sekat pada tiap proses guna meminimalisir adanya kontaminasi terutama pada proses 1 (proses mixing) dan proses 2 (proses filling-capping), dimana pada tahap ini diharapkan tetap dalam kondisi higien dikarenakan pada proses pembuatan sirup tidak ada langkah khusus deaktivasi mikroorganisme.

Setelah rancangan tata letak ditentukan, area kerja dan jarak yang tersedia juga perlu diperhatikan. Berikut ini merupakan tabel Area Kerja Antar Proses dan Jarak yang tersedia

Tabel 20. Jarak Antar Proses dan Bagian Dalam Pilot plant

Antar Bagian	Jarak (cm)
Mesin 1 – Pintu masuk	148,8
Mesin 1 – dinding kiri	148,8
Mesin 1 – dinding belakang	292,8
Mesin 1 – dinding depan	340
Mesin 1 – mesin 2	73,6
Mesin 2 – pintu masuk	308,8
Mesin 2 – dinding belakang	168,8
Mesin 2 – dinding depan	348,8
Mesin 2 – mesin 3	160
Mesin 3 – dinding depan	346,4
Mesin 3 – dinding belakang	191,2
Mesin 3 – dinding kanan	168,8
Mesin 3 – pintu keluar	346,5
Lebar pintu masuk	92
Lebar pintu keluar	113,6

Tabel 21. Perkiraan Luas Lantai Produksi

Nama Mesin	Dimensi Mesin (cm)	Luas Mesin (cm ²)	Area Kerja (cm ²)	Lantai Produksi (cm ²)	Allowance (%)
Mixing	80 x 80 x 170	6.400	187.136	193.536	3.024
Filling dan Capping	200 x 110 x 240	22.000	149.648	171.648	780

Labeling	180 x 90 x 165	16.200	223.416	239.616	1.479
Total	-	44.600	560.200	604.800	1.356

Berdasarkan **Tabel 21.** dapat dilihat jarak antar mesin yang dimiliki terbesar yaitu pada mesin 2 dan mesin 3 yaitu sebesar 160 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 1 dan mesin 2 diharapkan steril sedangkan untuk mesin 3 tingkat higienitasnya tidak perlu terlalu diperhatikan serta antara mesin 2 dan 3 diberi sekat.

Lalu **Tabel 20.** bahwa setiap mesin memiliki ruang yang cukup antara pintu, dinding, dan mesin lainnya. Pemberian ruang yang cukup ini bertujuan untuk memudahkan proses pembersihan CIP sebagai ruang kerja dan mencegah kontaminasi silang dari satu proses ke proses lainnya.

Pada perhitungan luas lantai produksi pada **Tabel 21.** dapat dilihat bahwa area kerja pada mesin 2 merupakan area terkecil yang digunakan jika dibandingkan dengan ketiga mesin lainnya. Ini dikarenakan mesin yang digunakan pada proses filling-capping merupakan mesin yang besar dan pada proses mixing dan filling tidak diberi sekat sehingga tidak perlu ada penambahan area untuk mesin filling karena masih terdapat area yang cukup luas dari mesin mixing dan pada mesin ini juga berkerja secara otomatis sehingga hanya dibutuhkan satu atau dua karyawan saja yang menjadi operatornya.

Perbedaan jarak pada mesin 1 ke mesin 2 lebih kecil yaitu sebesar 73,6 cm sehingga area kerja yang dimiliki menjadi lebih kecil juga ini dikarenakan setelah mixing harus segera dilakukan filling ke dalam botol serta penutupan botol guna meminimalisir adanya kontaminasi. 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 besar jika dibandingkan dengan mesin 1 sehingga ruangan gerak yang dimiliki oleh mesin 2 lebih kecil jika dibandingkan dengan mesin 1, namun masih bisa ditoleransi karena area mesin 1 dan 2 tidak diberi sekat. Sedangkan antara mesin 2 dan 3 diberi sekat serta diberikan jarak yang cukup besar dikarenakan mesin 3 tingkat higienitasnya tidak terlalu diperhatikan.

4.4. Parameter Keberhasilan Mini Plant

Perancangan pilot plant sirup kelapa pada tugas akhir ini dapat berhasil jika menerapkan 3 parameter yaitu fleksibilitas, pembuktian konsep, efektivitas proses produksi dari pilot plant. Parameter pertama yaitu fleksibilitas, parameter ini diharapkan fleksibel jika memungkinkan urutan operasi unit untuk dikonfigurasi ulang (dapat diubah), jika perlu menambahkan operasi unit baru serta berbagai kondisi operasi yang lainnya seperti perubahan jumlah produksi (Whalley, 2016). Pada pilot plant pembuatan sirup kelapa ini ruang yang tersedia cukup besar serta mesin yang digunakan tidak banyak, selain itu mesin yang digunakan pun merupakan mesin yang umum digunakan pada proses pembuatan jenis minuman apapun sehingga parameter fleksibel bisa dibilang sudah terpenuhi.

Untuk pembuktian konsep sendiri telah menetapkan sistem higiene pada setiap tahapan produksi. Pada perancangan ini nantinya akan diberikan tirai plastik guna memberikan sekat sehingga operator produksi disekitar area wajib melakukan protokol kebersihan pada saat masuk maupun keluar ruangan produksi, tirai plastik ini nantinya berguna untuk menjaga agar proses produksi tetap dalam kondisi steril dan meminimalisir kontaminasi. Dengan demikian parameter yang kedua ini telah diterapkan pada rancangan pilot plant sirup kelapa.

Untuk efektivitas dari proses produksi dilihat dari seberapa efektifnya proses tersebut untuk menciptakan suatu produk yang sesuai dengan standar serta energi yang digunakan pada proses juga efektif. Dalam perancangan pilot plant sirup

kelapa ini memilih menggunakan mesin berdasar pada ukuran mesin, biaya yang dikeluarkan dan kebutuhan energi yang diperlukan, dimana ini bertujuan untuk nantinya pilot plant dapat berjalan dengan efektif baik dari segi ukuran, biaya dan energinya. Maka untuk paramter yang ketiga ini telah diterapkan dalam rancangan pilot plant sirup kelapa.

