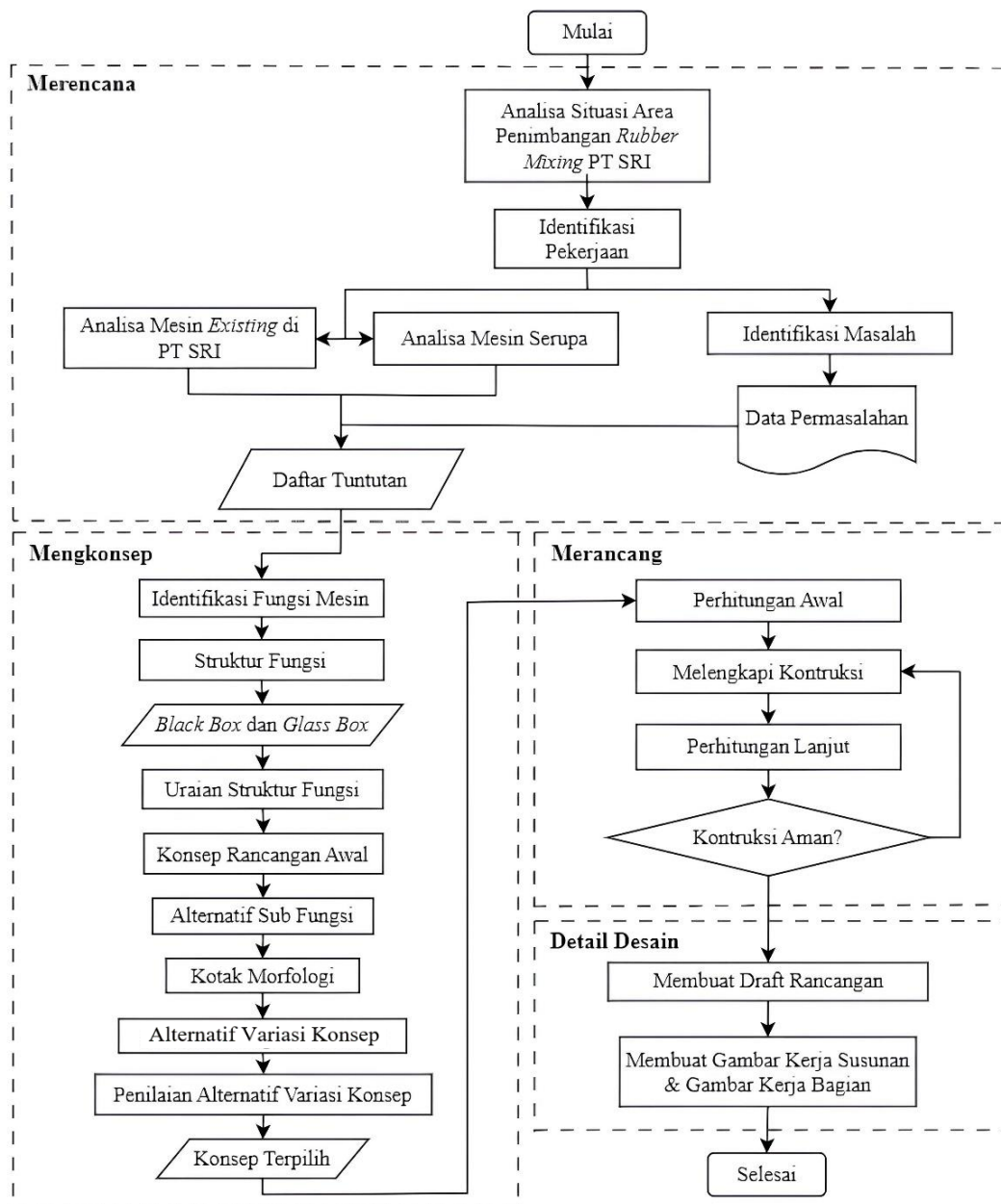


BAB III

METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH

Metodologi penyelesaian masalah yang akan digunakan pada mesin otomatis *cutting sealer* plastik *low melting eva roll* ini yaitu dengan mengacu pada metode perancangan VDI 2222 (*Verein Deutchsh Ingenieur*).



Gambar III.1 Flowchart Metode Perancangan VDI 2222

III.1 Merencana

Tahap awal metodologi perancangan VDI 2222 yaitu merencana. Tahapan ini mempunyai pekerjaan awal yaitu menganalisa data guna menunjang kebutuhan rancangan dan mengumpulkan data yang sesuai dengan rancangan yang akan dilaksanakan. *Output* dari tahap merencana ialah daftar tuntutan dari mesin yang akan dirancang. Dalam tahapan merencana ini memiliki lima kegiatan, untuk detail tuntutan dari kegiatan merencana yaitu analisa situasi area penimbangan *rubber mixing chemical* PT Suryaraya Rubberindo Industries (SRI), analisa mesin *existing* di PT Suryaraya Rubberindo Industries, analisa mesin serupa, identifikasi masalah, dan merumuskan data permasalahan yang akan menjadi daftar tuntutan. Kegiatan tersebut dirincikan sebagai berikut:

III.1.1 Analisa Situasi Area Penimbangan *Rubber Mixing Chemical* PT SRI

Kegiatan analisa situasi area penimbangan *rubber mixing* PT Suryaraya Rubberindo Industries merupakan kegiatan observasi tempat lingkungan yang berada di Divisi *Engineering*, Departemen *Process Engineering 1*, Seksi *Process Engineering Mixing*. Kegiatan ini yaitu mengidentifikasi situasi area yang berhubungan langsung dengan area penimbangan *rubber mixing chemical* di PT Suryaraya Rubberindo Industries. Terdapat beberapa data yang didapatkan selama proses kegiatan observasi ini, yaitu:

1. *Cycle time sealer cutting* pada mesin manual *sealer* plastik *eva roll* 01 masih terbilang lama, memakan waktu 15 detik. 3 detik untuk menarik plastik, 2 detik untuk mengukur panjang plastik, 7 detik untuk *seal* plastik, dan 3 detik untuk memotong plastik.
2. Proses penimbangan kimia bubuk (*chemical powder*) masih menggunakan mesin manual *sealer* plastik *eva roll* 01, menyebabkan penurunan efisiensi produksi. Diperlukannya optimalisasi proses langkah kerja untuk membuat produksi tetap berjalan.
3. Plastik yang digunakan untuk mewadahi kimia bubuk (*chemical powder*) sebelum dimasukkan ke mesin *banbury mixer* masih menggunakan bahan plastik *low melting eva bag*, harus dilakukan penggantian bahan dan jenis plastik menjadi plastik *low melting eva roll*.
4. Penggunaan dari plastik *low melting eva bag* yang tidak sesuai kebutuhan menjadikan plastik tidak digunakan secara maksimal. Dari analisa ini mampu

dikembangkan untuk penggunaan ukuran panjang plastiknya, dengan diatur penggunaannya secara maksimal yaitu dengan di potong sesuai dengan kebutuhan kimia bubuk (*chemical powder*) yang digunakan yaitu 5 varian plastik.

5. Dalam estimasi penggunaan plastik *low melting eva bag* dalam satu bulan mencapai 500 pcs. Untuk ukuran *layout* mesin yang tersedia pada PT SRI hanya tersedia 0,68 meter x 1,3 meter.

III.1.2 Identifikasi Pekerjaan

Kegiatan identifikasi pekerjaan merupakan pembagian kegiatan yang nantinya menjadi bagian dari proses manajemen kegiatan yang akan dilakukan. Identifikasi pekerjaan bertujuan untuk mengidentifikasikan dan mendefinisikan secara jelas tugas-tugas, kualifikasi dan tanggung jawab, nantinya data dari pekerjaan berikut dijadikan sebuah data yang dibutuhkan untuk menunjang perancangan mesin.

1. Kegiatan analisa mesin *existing* di PT SRI yaitu mencari data dan memahami secara rinci mesin yang sudah ada di PT SRI, yang nantinya digunakan sebagai penunjang dari pengembangan rancangan mesin yang akan dilakukan. Bertujuan untuk identifikasi secara spesifik mekanisme dari mesin *existing* PT SRI, analisa ini membantu dalam menentukan kekurangan atau kelebihan dari mesin ini yang nantinya dapat menjadi acuan untuk perbaikan atau pengembangan.
2. Kegiatan analisa mesin serupa yaitu melibatkan studi terhadap mesin-mesin serupa yang mungkin telah dibuat di industri lain untuk membandingkan spesifikasi mesin dan fungsi mesin. Bertujuan untuk memahami kinerja mesin, keandalan mesin, dan efisiensi mesin dalam operasinya.
3. Kegiatan identifikasi masalah yaitu proses untuk mengidentifikasikan masalah yang telah didapat datanya untuk dijadikan sebuah acuan dari pengembangan mesin ini. Bertujuan untuk mendefinisikan masalah-masalah yang mungkin dapat menghambat efisiensi atau kinerja mesin, diharap data yang diperoleh ini mampu menjadi acuan untuk merancang sebuah perbaikan yang sesuai untuk mengatasi masalah tersebut dan mampu meningkatkan efisiensi operasional.

III.1.3 Analisa Mesin *Existing* di PT SRI

Kegiatan analisa mesin *existing* di PT Suryaraya Rubberindo Industries merupakan kegiatan indentifikasi analisa mesin manual *existing* yang digunakan untuk penimbangan kimia bubuk (*chemical powder*). Pada kegiatan identifikasi ini

terdapat beberapa data yang didapatkan selama proses identifikasi analisa kegiatan mesin *existing*, yaitu:

1. Sesi observasi menyebutkan bahwa bahan material mesin *existing sealer* plastik 01 kurang lebih dari Rp. 50.000.000, maka untuk pengembangan mesin selanjutnya bahan material mesin baru kurang lebih dari Rp. 50.000.000. Biaya ini tidak termasuk biaya pembuatan.
2. Mekanisme mesin *existing sealer* plastik *eva roll* 01 bersifat berlanjut (*intermittent processes*).
3. Mesin masih manual, menyebabkan proses *rubber mixing* pada mesin *banbury mixer* mengalami *delay*. Karena *step* (langkah kerja) yang begitu banyak.
4. Penggunaan mesin kurang memperhatikan perawatan mesin yang tidak diketahui oleh operator dalam penggunaannya, maka diperlukan SOP dan *working intruction* mesin. Mesin *existing* manual *sealer* plastik *eva roll* 01 sulit dalam pengoperasian.
5. Mesin manual sudah menggunakan plastik *low melt eva roll* dengan data varian produk sebagai berikut:

Varian Produk					
Jenis	Plastik 1	Plastik 2	Plastik 3	Plastik 4	Plastik 5
Ilustrasi					
					
Dimensi (mm)	300x250	300x300	300x350	300x400	300x450

Gambar III.2 Data Spesifikasi Penggunaan Plastik *Low Melting Eva Roll*

III.1.4 Analisa Mesin Serupa

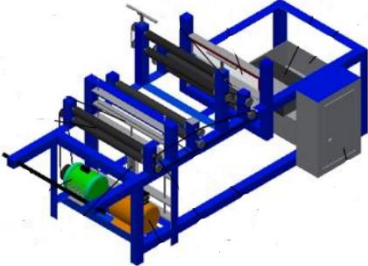
Pada kegiatan analisa mesin serupa, diperlukannya beberapa referensi untuk mengetahui spesifikasi mesin dan fungsi yang harus diketahui. Kegiatan ini untuk memahami kinerja, keandalan, dan efisiensi mesin dalam bekerja. Kegiatan analisa mesin serupa didapatkan dua mesin pembanding yang bisa menjadi acuan dan memahami fungsi dari mesin tersebut, yaitu:

1. Rancang Bangun Sistem Pengepresan dengan Penggerak Pneumatik Pada Mesin *Press* dan Potong untuk Pembuatan Kantong Plastik ukuran 400 mm x 500 mm [28].

2. Sistem Kontrol Gerak dan Perhitungan Produk Pada Mesin *Press* dan Pemotong Kantong Plastik [29].

Dari analisa yang telah dilakukan dari kedua mesin tersebut, dibuatkan perbandingan referensi mesin untuk mempermudah penilaian serta menjadikan acuan dalam perancangan penelitian mesin otomatis *sealer cutting* plastik *low melting eva roll*. Hasil perbandingan tersebut dapat dilihat pada Tabel III.1.

Tabel III.1 Hasil Analisa Perbandingan Mesin Serupa

Analisa Perbandingan Mesin Serupa	
Mesin 1 [28]	Mesin 2 [28]
	
Prinsip Kerja	
1. <i>Roll</i> plastik dipasang pada posisinya. 2. Motor <i>stepper</i> menggerakkan <i>roll</i> plastik. 3. <i>Press</i> plastik digerakkan oleh silinder <i>pneumatic</i> 4. Katup selenoid memperoleh sinyal dari sistem kontrol katup untuk menekan plastik ke <i>heater</i> dan membuka plastik. 5. <i>Roll</i> plastik bergerak untuk menuju proses pemotongan dan perhitungan plastik.	1. <i>Roll</i> plastik dipasang pada as <i>input</i>. 2. Arduino memerintahkan motor <i>stepper</i> untuk menggerakkan <i>roll</i> plastik. 3. Sensor mendeteksi plastik dan memberhentikan <i>roll</i> plastik. 4. Arduino memerintahkan <i>press</i> dan potong plastik. 5. Arduino memerintahkan motor <i>stepper</i> untuk menggerakkan <i>roll</i> plastik. 6. Perhitungan sensor pada jumlah plastik, LCD menerima perintah dari sensor saat perhitungan.
Kelebihan	
1. Mekanisme lebih sederhana. 2. Harga murah. 3. Dimensi mesin tidak memakan <i>layout</i>. 4. Perawatan lebih murah.	1. Pemotongan lebih cepat. 2. Pemotongan dan <i>press</i> lebih cepat. 3. Ukuran plastik dapat di <i>custome size</i>. 4. Kapasitas <i>roll</i> plastik lebih besar.
Kekurangan	

1. Mekanisme lebih lambat. 2. Ukuran plastik tidak dapat di <i>custome size</i> . 3. Pemotongan dan <i>press</i> lebih lambat. 4. Kapasitas untuk <i>roll</i> plastik lebih kecil.	1. Harga lebih mahal. 2. Dimensi mesin memakan <i>layout</i> . 3. Perawatan lebih rumit.
---	--

III.1.5 Identifikasi Masalah

Pada bagian kegiatan identifikasi masalah ini merupakan tahapan yang bertujuan untuk mencari solusi yang perlu dicapai dengan cara merumuskan masalah tersebut sesuai dengan data yang diperoleh ketika identifikasi analisa situasi area penimbangan *rubber mixing chemical* PT Suryaraya Rubberindo Industries dan analisa mesin *existing* di PT SRI.

1. *Cycle time* pada mesin *existing* manual *sealer* plastik *eva roll* 01 masih terbilang lama, memakan waktu 15 detik. 3 detik untuk menarik plastik, 2 detik untuk mengukur panjang plastik, 7 detik untuk *seal* plastik, dan 3 detik untuk memotong plastik.
2. Proses penimbangan kimia bubuk (*chemical powder*) masih menggunakan mesin manual *sealer* plastik *eva roll* 01, menyebabkan penurunan efisiensi produksi. Diperlukannya optimalisasi proses langkah kerja pada proses penimbangan manual kimia bubuk (*chemical powder*).
3. Plastik yang digunakan untuk mewadahi kimia bubuk (*chemical powder*) sebelum dimasukkan ke mesin *banbury mixer* masih menggunakan plastik *low melting eva bag*. Dalam hal ini diperlukannya penggantian jenis plastik supaya untuk mengefisiesikan penggunaan plastik yang semula berjenis *eva bag* menjadi *eva roll*.
4. Penggunaan dari plastik *low melting eva bag* yang tidak sesuai kebutuhan menjadikan plastik tidak digunakan secara maksimal. Dari analisa ini mampu dikembangkan untuk penggunaan ukuran panjang plastiknya, dengan diatur penggunaannya secara maksimal yaitu dengan di potong sesuai dengan kebutuhan kimia bubuk (*chemical powder*) yang digunakan yaitu 5 varian plastik.
5. Estimasi penggunaan plastik *low melting eva bag* dalam satu bulan bisa mencapai 500 pcs, untuk ukuran plastik *eva bag* sendiri yaitu 300 mm x 500 mm. Untuk *layout* area untuk mesin hanya tersedia 0,68 meter x 1,3 meter.

6. Sesi observasi menyebutkan bahwa biaya bahan material mesin *existing sealer* plastik 01 kurang lebih dari Rp. 50.000.000, maka untuk pengembangan mesin selanjutnya bahan material mesin baru kurang lebih dari Rp. 50.000.000. Biaya ini tidak termasuk biaya pembuatan.
7. Penggunaan mesin kurang memperhatikan perawatan mesin yang tidak diketahui oleh operator dalam penggunaannya. Diperlukan SOP dan *working intruction*. Mesin *existing manual sealer* plastik *eva roll* 01 sulit dalam pengoperasian.

III.1.6 Data Permasalahan

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka dapat diperoleh data permasalahan sebagai berikut:

1. *Cycle time sealer cutting* pada mesin manual *sealer* plastik *eva roll* 01 masih terbilang lama, memakan waktu 15 detik/ pcs plastik.
2. Proses penimbangan kimia bubuk (*chemical powder*) masih menggunakan mesin manual *sealer* plastik *eva roll* 01, diperlukannya optimalisasi proses langkah kerja.
3. Diperlukannya penggantian jenis plastik supaya untuk mengefisiensikan penggunaan plastik yang semula berjenis *eva bag* menjadi *eva roll*.
4. Penggunaan plastik *eva bag* yang tidak sesuai kebutuhan menjadikan plastik tidak digunakan secara maksimal. Ukuran panjang plastik disesuaikan dengan kebutuhan kimia bubuk (*chemical powder*), yaitu 5 varian plastik.
5. Estimasi penggunaan plastik *eva bag* dalam satu bulan mencapai 500 pcs, serta untuk *layout area* untuk mesin hanya tersedia 0,68 meter x 1,3 meter.
6. Biaya bahan material mesin *existing sealer* plastik *eva roll* 01 kurang lebih dari Rp. 50.000.000.
7. Penggunaan mesin kurang memperhatikan perawatan mesin yang tidak diketahui oleh operator dalam penggunaannya, maka diperlukan SOP dan *working intruction* mesin. Mesin *existing manual sealer* plastik *eva roll* 01 sulit dalam pengoperasian.

III.1.7 Daftar Tuntutan

Berdasarkan data yang telah diperoleh tahapan merencana dari bagian analisa situasi area penimbangan *rubber mixing chemical* di PT Suryaraya Rubberindo

Industries dan data dari identifikasi masalah yang telah diuraikan, maka diperoleh *output* berupa daftar tuntutan yang dapat dilihat pada Tabel III.2.

Tabel III.2 Daftar Tuntutan

Tuntutan Utama	
Daftar Tuntutan	Keterangan
<i>Cycle Time</i>	5 detik/ pcs plastik.
Optimalisasi Proses	3 langkah proses kerja.
Jenis Plastik	<i>Roll film</i> .
Ukuran Plastik	5 varian plastk.
<i>Layout</i> Mesin	Maksimal 0,68 meter x 1,3 meter
Biaya Bahan Baku atau Material	≤ Rp. 50.000.000,.
Tuntutan Tambahan	
Perawatan dan Proses Pengoperasian	SOP dan <i>working intruction</i> .

III.2 Mengkonsep

Tahapan kedua setelah merencana yaitu mengkonsep. Tahapan ini dilakukan penentuan konsep rancangan berdasarkan fungsi bagian dari masing-masing komponen mesin yang kemudian dijadikan suatu sistem. *Output* yang dihasilkan dari tahap mengkonsep adalah menghasilkan konsep rancangan mesin dari mesin otomatis *sealer cutting* plastik *low melting eva roll*.

III.2.1 Identifikasi Fungsi Mesin

Kegiatan identifikasi fungsi mesin yaitu untuk mengetahui fungsi-fungsi yang nantinya akan dirancang dari mesin otomatis *sealer cutting* plastik *low melting eva roll* untuk efisiensi penggunaan plastik di PT Suryaraya Rubberindo Industries. Data dari mesin *existing* PT Suryarayra Rubberindo Industries digunakan sebagai referensi untuk penyempurnaan yang akan dilakukan dan sebagai acuan untuk perbaikan lanjutan yang akan dibuat pada mesin otomatis *sealer cutting* plastik *low melting eva roll* untuk efisiensi penggunaan plastik di PT Suryaraya Rubberindo Industries. Tujuan dari kegiatan identifikasi fungsi mesin ini adalah untuk mengidentifikasikan secara detail dan teliti cara kerja, kemampuan, serta potensi penggunaan mesin tersebut dengan berfokus pada efisiensi penggunaan plastik tersebut. Dengan demikian, kegiatan ini memastikan kembali bahwa mesin otomatis *sealer cutting* plastik *low melting eva roll* tersebut dapat dioperasikan secara optimal dan memberikan kontribusi positif terhadap upaya pengurangan limbah plastik, serta penghematan biaya di PT Suryaraya Rubberindo Industries.

III.2.2 Struktur Fungsi

Bagian struktur fungsi merupakan proses perumusan masalah yang memperlihatkan keseluruhan proses antara *input* dan *output* dari sebuah rancangan mesin otomatis *sealer cutting plastik low melting eva roll*. Struktur fungsi ini memerlukan diagram blok yang digunakan untuk memperlihatkan hasil dari rumusan masalah tersebut berdasarkan aliran energi, material, dan sinyal. Pada bagian proses ini terbagi menjadi dua jenis diagram blok yaitu diagram *black box*, dan *glass box*.

1. Black Box

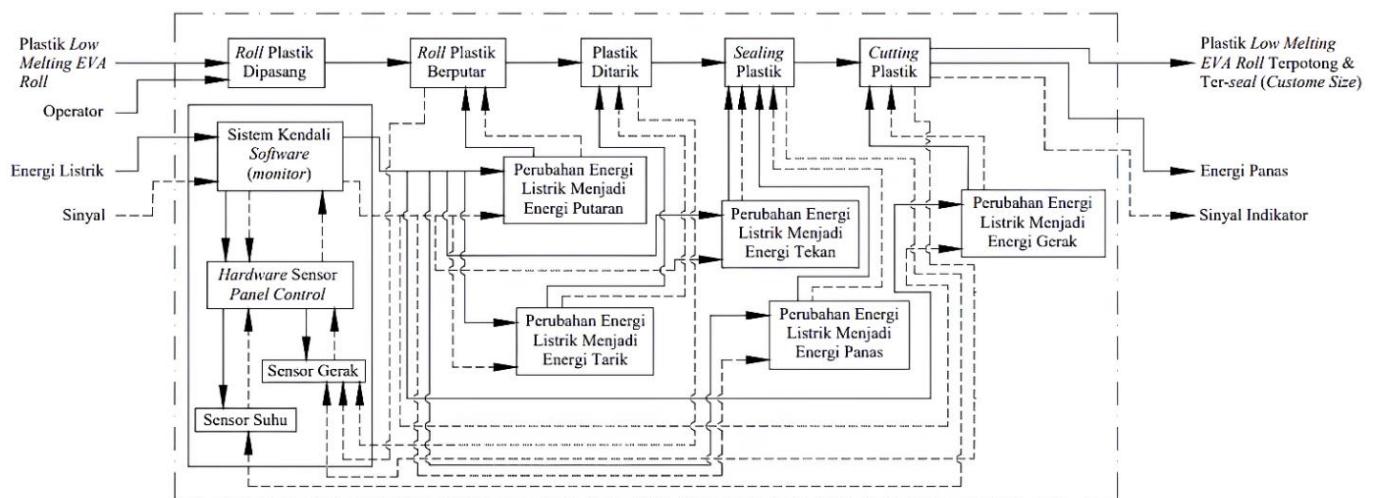
Black box merupakan diagram blok yang menjelaskan secara umum mengenai alur proses dari rancangan mesin yang akan dibuat. Diagram blok ini menjelaskan mengenai *input*, proses, dan *output* secara general.



Gambar III.3 Black Box

2. Glass Box

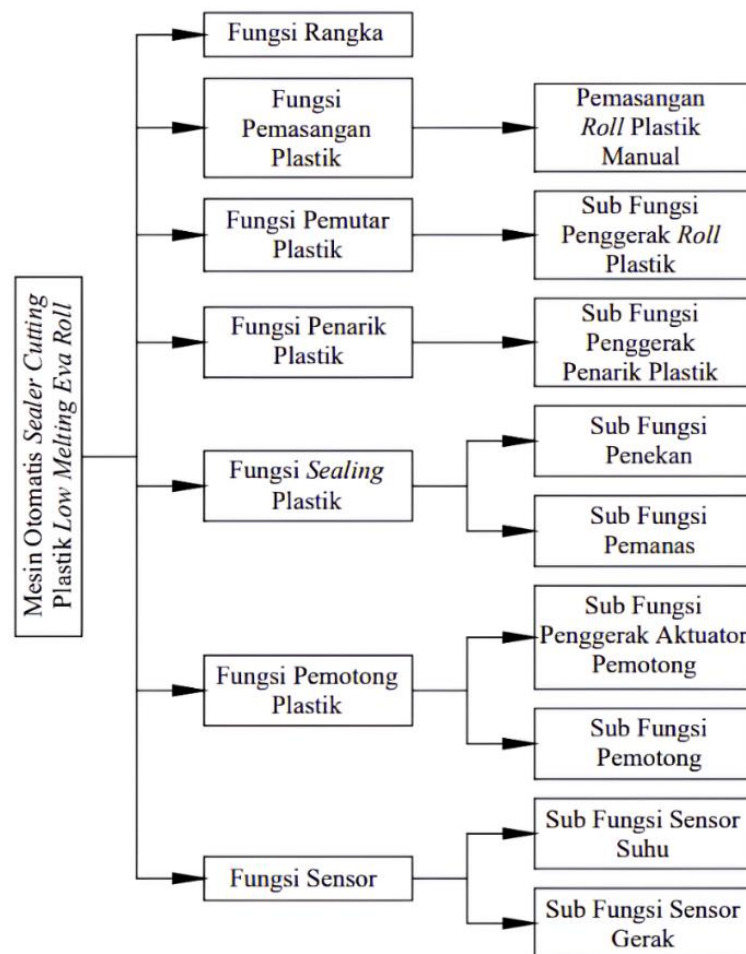
Glass box merupakan diagram blok yang menjabarkan fungsi mesin secara detail guna mempermudah pengertian pada proses mesin, sehingga dapat mengetahui pencarian komponen yang dapat digunakan pada mesin sehingga rancangan mesin otomatis *sealer cutting plastik low melting eva roll* dapat terselesaikan secara tepat.



Gambar III.4 Glass Box

III.2.3 Uraian Struktur Fungsi

Penguraian struktur fungsi bertujuan untuk menguraikan ide yang ada untuk memperoleh sebuah solusi dari diagram *black box* yang telah didefinisikan. Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan, rancangan yang akan dibuat terdiri dari bagian yang memiliki fungsi utama. Melakukan pengelompokan fungsi bagian tersebut perlu dilakukan untuk memahami fungsi setiap bagian secara lebih rinci. Maka, disajikanlah konsep rancangan yang memiliki semua fungsi dibutuhkan dengan struktur fungsi bagian dapat dilihat pada Gambar III.5.



Gambar III.5 Uraian Struktur Fungsi

Berdasarkan diagram fungsi bagian dari mesin otomatis *sealer cutting* plastik *low melting eva roll* dapat diuraikan, diantaranya:

a. Fungsi Rangka

Fungsi rangka, rangka yang dimaksud memiliki fungsi yang mampu menahan beban yang kuat dari material maupun komponen mekanisme mesin. Penentuan

dimensi rangka harus mempertimbangkan *layout* area mesin serta aspek ergonomis bagi pengguna mesin.

b. Fungsi Pemasangan Plastik

Fungsi pemasangan plastik ini merupakan pemasangan dari *roll* plastik ke tempat *roll* plastik pada mesin. Pemasangan ini dilakukan manual oleh operator, dan tidak memerlukan alternatif fungsi lainnya untuk melakukan pemasangan *roll* plastik ini. Fungsi ini meliputi pemasangan *roll* plastik manual.

1) Pemasangan *Roll* Plastik Manual

Pemasangan *roll* plastik manual dimaksud dengan proses pemasangan *roll* plastik oleh operator secara manual. *Roll* plastik ini nantinya akan diangkat serta ditempatkan pada *input* dari proses mesin otomatis *sealer cutting* plastik *low melting eva roll*.

c. Fungsi Pemutar Plastik

Fungsi pemutar plastik dimaksud untuk menggerakkan *roll* plastik, penarik plastik ke tempat pemotongan & *sealer* plastik, serta penggerak aktuator pemotong. Pada bagian fungsi penggerak ini, motor listrik dapat diatur menggunakan sistem kendali yang sudah dirancang, sehingga mampu menggerakkan fungsi-fungsi penggerak pada mesin. Fungsi ini meliputi sub fungsi penggerak *roll* plastik.

1) Sub Fungsi Penggerak *Roll* Plastik

Sub Fungsi Penggerak *Roll* Plastik dimaksud untuk memfokuskan motor induksi yang berfungsi memutar *roll* plastik supaya dapat terkontrol, optimal, konsisten dalam kecepatan putaran *roll* plastik, dan memastikan *roll* plastik berputar dengan arah yang diinginkan proses produksi.

d. Fungsi Penarik Plastik

Fungsi Penarik Plastik dimaksud untuk menarik plastik ke tempat pemanas dan pemotong. Fungsi penarik plastik ini menggunakan motor penggerak listrik sebagai penarik plastik tersebut, selain itu motor listrik dapat memberikan gerakan tarik yang konsisten dan terkontrol. Fungsi ini meliputi sub fungsi penggerak penarik plastik.

1) Sub Fungsi Penggerak Penarik Plastik

Sub fungsi penggerak penarik plastik dimaksud untuk menarik plastik ke tempat pemanas dan pemotong. Penggerak untuk penarikan plastik ini

menggunakan motor penggerak listrik. Selain itu, motor listrik dapat memberikan gerakan tarik yang konsisten dan terkontrol.

e. Fungsi *Sealing* Plastik

Fungsi *Sealing* Plastik merupakan proses untuk penyegelan atau menutup kemasan plastik dengan cara membentuk sambungan yang rapat dan tahan air. Fungsi utama dari *sealing* plastik adalah untuk mencegah kerusakan atau rusaknya material kimia bubuk (*chemical powder*), keamanan plastik, dan kontaminasi dari luar plastik. Fungsi ini meliputi sub fungsi penekan, dan sub fungsi pemanas.

1) Sub Fungsi Penekan

Sub fungsi penekan atau penekan komponen oleh aktuator adalah fungsi yang berperan penting untuk penekanan pada blokudukan pemotong & *sealing* plastik. Sub fungsi ini harus mampu memberikan gaya dorong untuk blokudukan pemotongan supaya mendekati plastik.

2) Sub Fungsi Pemanas

Sub fungsi pemanas merupakan sub fungsi untuk penyegelan plastik supaya plastik tertutup rapat pada bagian bawah plastik. Fungsi ini harus mampu *mensealing* dalam suhu yang sesuai supaya plastik tidak mengalami kegagalan seal yang disebabkan suhu yang kurang dan plastik tidak mengalami leleh dikarenakan suhu yang terlalu tinggi.

f. Fungsi Pemotong Plastik

Fungsi pemotong plastik merupakan fungsi untuk melakukan pemotongan plastik sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan pada sistem kendali. Fungsi ini harus mampu memotong plastik secara baik, presisi, dan seragam pada setiap plastik yang dipotong. Fungsi ini meliputi sub fungsi penggerak aktuator pemotong, dan sub fungsi pemotong.

1) Sub Fungsi Penggerak Aktuator Pemotong

Sub fungsi penggerak aktuator pemotong yang dimaksud adalah untuk menggerakkan mata pemotong plastik yang nanti di kontrol sistem kendali untuk memotong plastik. Selain itu, diharapkan motor dapat memberikan gerakan yang presisi, kecepatan, dan tekanan yang sesuai dengan pemotongan.

2) Sub Fungsi Pemotong

Sub fungsi pemotong dimaksud untuk mencapai hasil yang diinginkan dalam bentuk, ukuran, dan kepresisian yang ingin dicapai, selain itu pemotongan ini diharapkan dapat presisi, baik, dan seragam.

g. Fungsi Sensor

Fungsi sensor merupakan fungsi untuk mendeteksi suhu dari pemanas *sealer* untuk plastik dan mendeteksi pergerakan putaran *roll* plastik yang berlebih. Sinyal pada sensor-sensor ini akan dikirimkan pada *hardware* sensor *panel control* dan akan menjadi sinyal indikator ke sistem kendali *software*.

1) Sub Fungsi Sensor Suhu

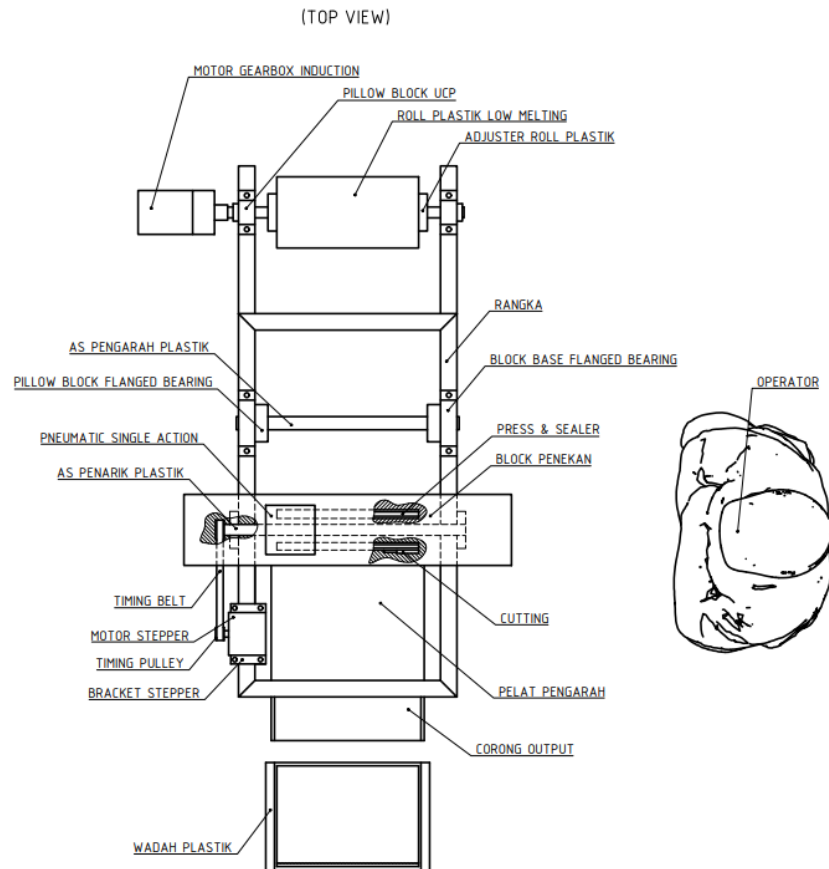
Sub Fungsi Sensor Suhu difungsikan untuk mendeteksi perubahan suhu dan menjadi sinyal listrik yang lalu dikirimkan sinyalnya kepada sistem kendali pengendalian pengaturan suhu yang tepat. Serta menjaga keamanan sistem dengan memonitor suhu yang terjadi pada plastik.

2) Sub Fungsi Sensor Gerak

Sub Fungsi Sensor Gerak difungsikan untuk mendeteksi pergerakan dari komponen pengatur gerakan plastik yang nantinya akan diubah menjadi sinyal elektrik sesuai dengan gerakan terdeteksi. Selain itu, memicu respon untuk motor induksi pemutar *roll* plastik supaya berputar untuk meregangkan plastik.

III.2.4 Konsep Rancangan Awal

Konsep rancangan awal pada mesin otomatis *sealer cutting* plastik *low melting eva roll* dapat dilihat pada Gambar III.6 yang dimana pada mesin ini dilakukan sebuah penggabungan dari elemen pemanas *hand sealer* dan mesin otomatis *cutting* plastik *low melting eva roll*. Pada konsep rancangan mesin otomatis *sealer cutting* plastik *low melting eva roll* dimulai dari pemasangan *roll* plastik *low melting eva roll* ini akan digerakkan oleh motor induksi dan plastik akan ditarik oleh motor *stepper* menuju *hand sealer* yang telah di modifikasi untuk pemanasan *seal* plastik. Setelah plastik berhenti pada *step sealer*, plastik akan tertekan dan terseal dalam waktu 1,5 detik. Tertekannya plastik disebabkan oleh *pneumatic* yang mendorong *block sealer*. Selanjutnya dilakukan pemotongan plastik sesuai panjang dibutuhkan sesuai pada kontrol pada sistem kendali, berikutnya plastik menuju *box output* penyimpanan plastik.

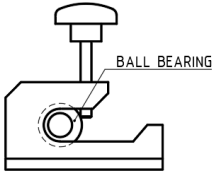


Gambar III.6 Konsep Rancangan Awal Mesin Otomatis *Sealer Cutting* Plastik
Low Melting Eva Roll

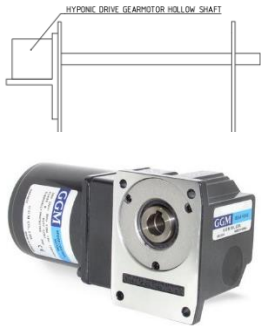
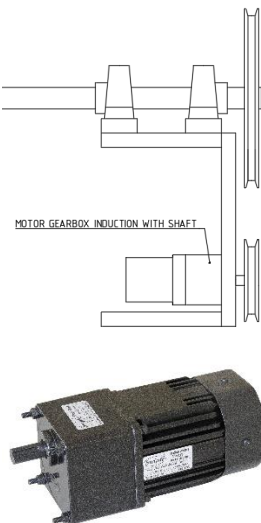
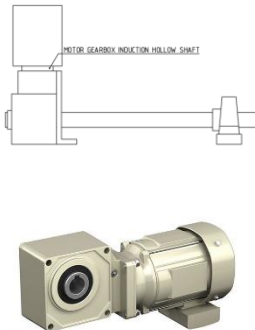
III.2.5 Alternatif Sub Fungsi

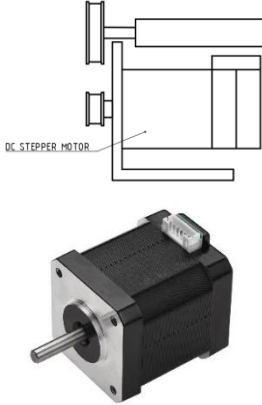
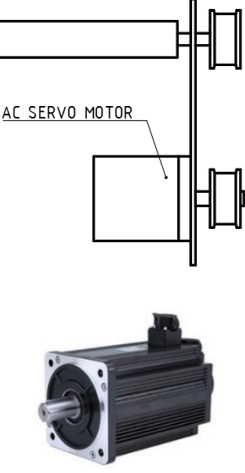
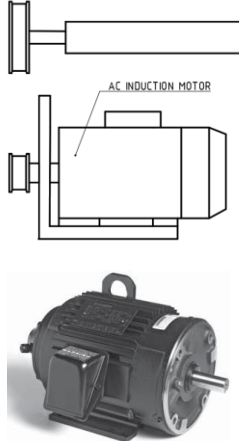
Tabel III.3 Alternatif Sub Fungsi

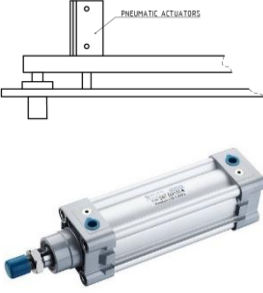
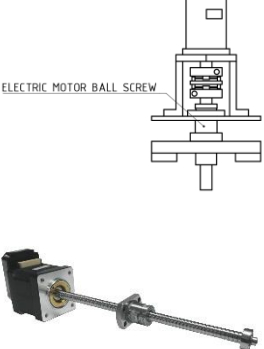
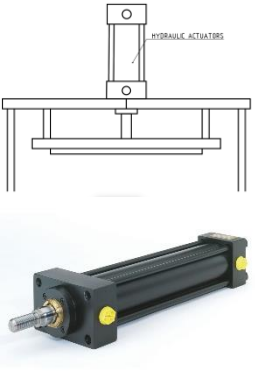
Fungsi Bagian	A		
	Fungsi Rangka		
Spesifikasi Fungsi	1. Mampu menahan beban yang kuat dari material maupun komponen mekanisme mesin supaya aman. 2. Mudah dalam proses pembuatan, pemeliharaan, dan perbaikan mesin dengan penyediaan titik-titik pemasangan yang diperlukan untuk komponen mesin. 3. Konstruksi mesin tidak melebihi <i>layout</i> area mesin pada PT SRI.		
Visual	(A1) Besi Profil Kotak	(A2) <i>Sheet Metal</i>	(A3) Besi Profil Siku

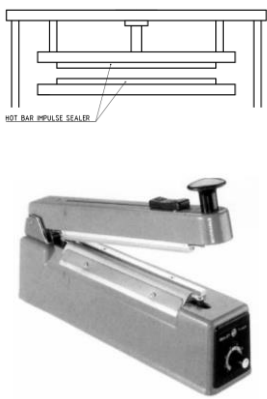
				
Keterangan	Kelebihan	1. <i>Rigiditas</i> baik . 2. Proses pembuatan mudah.	1. Rangka lebih kokoh. 2. Mampu menahan beban deformasi yang besar. 3. Fleksibilitas dalam penggunaan .	1. Ringan dan kuat. 2. Murah.
	Kekurangan	1. Mahal. 2. Berat.	1. Mahal. 2. Rentan terhadap korosi. 3. Proses pembuatan harus menggunakan mesin plasma.	1. Sulit untuk menjadi base <i>block</i> mesin. 2. Mudah terjadi <i>deformation</i> saat proses pembuatan.
Fungsi Bagian		B		
		Fungsi Pemasangan Plastik		
Spesifikasi Fungsi		1. Pemasangan mudah untuk plastik <i>low melting eva roll</i> 2. Pemasangan mudah oleh operator dengan cara manual 3. Mampu memutar plastik <i>low melting eva roll</i>		
Visual		(B1) <i>Ball Bearing</i>	(B2) <i>Pillow Bearing</i>	(B3) <i>Flanged Bearing</i>
		 	 	 

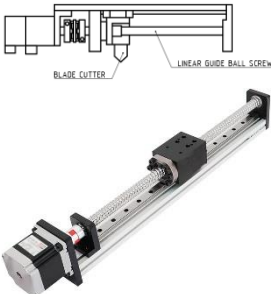
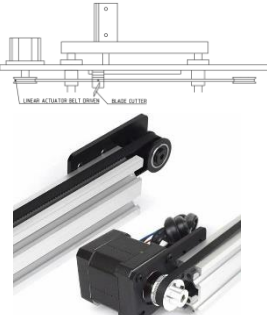
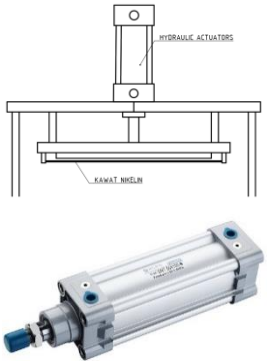
	Kelebihan	1. Biaya murah. 2. Pemasangan mudah. 3. Efisiensi yang mampu mengurangi gesekan dan meningkatkan efisiensi putaran. 4. Mampu menahan beban radial dan aksial yang tinggi.	1. Pemasangan mudah. 2. Mampu menyerap getaran mesin yang berlebih. 3. Tahan terhadap beban aksial. 4. Biaya murah.	1. Penempatan yang stabil 2. Cocok untuk pengaplikasian secara linear. 3. Tahan terhadap beban aksial. 4. Biaya murah.
	Kekurangan	1. Berisiko terhadap kotoran dan debu. 2. Perlu perawatan berkala seperti diberikan pelumas secara teratur.	1. Ukuran yang besar memerlukan tempat yang luas. 2. Perlu perawatan berkala untuk memastikan kinerja yang optimal. 3. Tidak cocok untuk beban yang sangat tinggi.	1. Pemasangan yang sulit. 2. Kemungkinan pembebanan tidak merata. 3. Kurang efisien untuk putaran tinggi.
Fungsi Bagian	C			
	Fungsi Penggerak Pemutar <i>Roll</i> Plastik			
Spesifikasi Fungsi	1. Spesifikasi daya motor harus cukup untuk mengatasi tahanan dan beban yang terjadi selama proses berlangsung. 2. Mudah dalam proses pemasangan. 3. Torsi dan kecepatan harus tepat untuk mengatasi proses berlangsung, hal ini mempengaruhi efisiensi produksi dan serta kualitas pemotongan. 4. Kontrol kecepatan dan torsi harus dilengkapi sistem kontrol yang memungkinkan pengaturan serta pemeliharaan kecepatan.			
Visual	(C1) <i>Motor Gearbox Induction Hollow Shaft</i>	(C2) <i>Motor Gearbox Induction With Shaft</i>	(C3) <i>Hyponic Drive Gearmotor Hollow Shaft AC</i>	

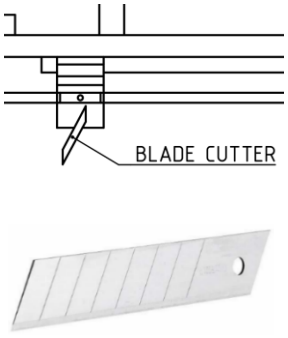
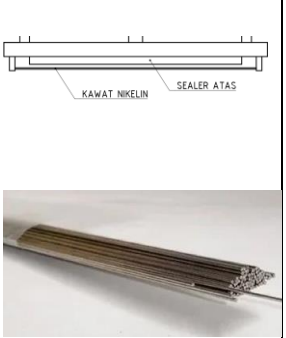
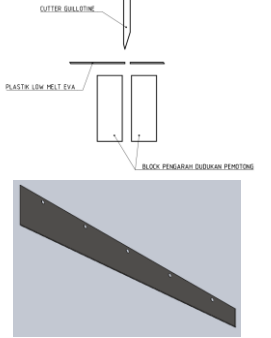
				
Keterangan	Kelebihan	1. Efisiensi tinggi. 2. Ukuran kecil mampu digunakan di <i>layout</i> terbatas. 3. Kinerja yang stabil.	1. Torsi putaran tinggi. 2. Umur pemakaian yang panjang. 3. Biaya murah.	1. Reduksi kecepatan yang besar. 2. Tingkat keamanan tinggi mencegah pergerakan balik yang tidak diinginkan. 3. Kekuatan tinggi sehingga mampu menangani beban berat.
	Kekurangan	1. Biaya mahal. 2. Tingkat kecepatan terbatas.	1. Perlu perawatan khusus. 2. Kurang efisien sebaik motor <i>gearbox</i> lainnya.	1. Efisiensi rendah. 2. Perawatan yang khusus. 3. Biaya mahal.
Fungsi		D		
Bagian		Fungsi Penggerak Penarik Plastik		
Spesifikasi Fungsi		1. Mampu mengatur tensi atau kekuatan tarikan sesuai dengan kontrol sistem kendali yang diinginkan. 2. Mudah dalam proses pemasangan. 3. Dapat mentransmisikan putaran dengan baik, konsisten, dan terkontrol. 4. Mudah dalam perawatan berkala.		
Visual		(D1) <i>DC Stepper Motor</i>	(D2) <i>AC Servo Motor</i>	(D3) <i>AC Induction Motor</i>

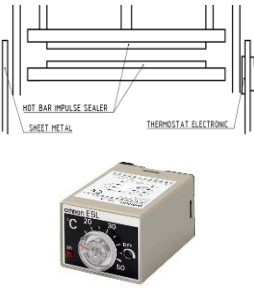
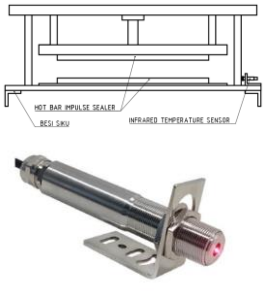
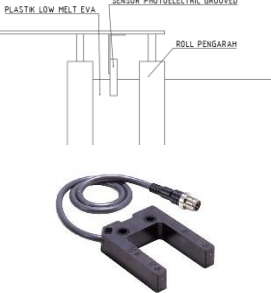
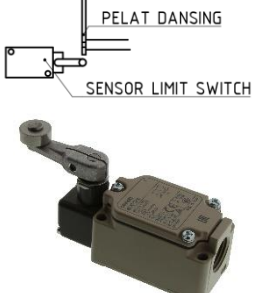
				
Keterangan	Kelebihan	1. Murah. 2. Estimasi mudah didapatkan. 3. Tidak perlu perawatan khusus.	1. Torsi putaran besar. 2. Kemampuan akurasi bagus $\pm 0,01$ mm. 3. <i>Noise turning</i> pergerakan lebih halus. 4. Umur pemakaian lebih lama.	1. Sederhana dan mampu bertahan lama. 2. Memerlukan sedikit perawatan berkala. 3. Biaya rendah. 4. Efisiensi tinggi.
	Kekurangan	1. Kemampuan akurasi kurang bagus $\pm 0,02$ mm. 2. Torsi putaran rendah.	1. Perlu perawatan khusus. 2. Biaya lebih mahal.	1. Kontrol kecepatan terbatas. 2. Perubahan kecepatan yang lambat. 3. Efisiensi menurun pada beban rendah.
Fungsi		E		
Bagian		Fungsi <i>Sealing</i> Plastik, Sub Fungsi Penekan		
Spesifikasi Fungsi		1. Mampu memberikan gaya dorong yang cukup untuk blok 2. Mudah dalam perawatan berkala 3. Komponen mampu bertahan terhadap temperatur sekitar 4. Tingkat kebisingan rendah dan efisiensi energi tinggi untuk mengurangi konsumsi energi 5. Kemudahan instalasi 6. Keandalan dan ketahanan untuk meminimum <i>downtime</i>		
Visual		(E1) <i>Pneumatic Actuators</i>	(E2) <i>Electric Motor Ball Screw</i>	(E3) <i>Hydraulic Actuators</i>

				
Keterangan	Kelebihan	1. Kecepatan responsif cepat. 2. Mampu menghasilkan gaya yang besar. 3. Perawatan mudah 4. Tahan terhadap <i>overload</i>. 5. Biaya murah.	1. Kontrol presisi. 2. Pemantauan <i>actuators</i> mudah karena dapat dilengkapi sensor. 3. Tidak menghasilkan emisi udara..	1. Kekuatan tinggi. 2. Presisi. 3. Responsif.
	Kekurangan	1. Membutuhkan udara bertekanan yang stabil dan berkualitas baik. 2. Perawatan berkala harus intensif. 3. Memerlukan sistem penyaringan udara.	1. Biaya mahal. 2. Waktu respons lebih lambat. 3. Perawatan lebih rumit. 4. Keterbatasan daya.	1. Biaya mahal. 2. Lebih berat. 3. Resiko kebocoran. 4. Perawatan berkala harus teratur.
Fungsi Bagian		F		
		Fungsi <i>Sealing</i> Plastik, Sub Fungsi Pemanas		
Spesifikasi Fungsi		1. Mudah dalam proses pemasangan. 2. Mampu men-<i>sealer</i> plastik dalam waktu cepat. 3. Hasil penyegelan rapih, kuat, dan seragam. 4. Perawatan mudah.		
Visual		(F1) <i>Hot Bar Impulse Sealer</i>	(F2) <i>Constant Heat Sealer</i>	(F3) <i>Electromagnetic Induction Sealer</i>

			(Alternatif Sub Fungsi ini tidak digunakan) 	(Alternatif Sub Fungsi ini tidak digunakan) 
Keterangan	Kelebihan	1. Kualitas penyegelan yang konsisten dan kuat. 2. Harga <i>hand sealer</i> murah, dan serta ringan. 3. Penggunaan mudah dipahami.	1. Cocok untuk plastik yang tebal. 2. Penyegelan berkelanjutan. 3. Fleksibilitas pengaturan panas untuk menyesuaikan dengan jenis plastik.	1. Pemanasan cepat. 2. Kontrol suhu yang akurat. 3. Tidak memerlukan kontak langsung dengan plastik .
	Kekurangan	1. Memerlukan perbaikan rutin. 2. Ketergantungan pada listrik.	1. Kurang efisien dalam konsumsi energi. 2. Tingkat produksi yang lebih lambat. 3. Rentan terhadap deformasi plastik.	1. Biaya mahal. 2. Memerlukan konsumsi energi listrik yang signifikan selama beroperasi.
Fungsi Bagian		G Fungsi Pemotong, Sub Fungsi Penggerak Aktuator Pemotong		
Spesifikasi Fungsi		1. Dapat mentransmisikan putaran motor menjadi gerakan <i>linear</i> . 2. Mudah dalam pemasangan & Mudah dalam perawatan. 3. Dapat menjadi tempat kedudukan <i>tool cutting</i> . 4. Mampu mengatur gerakan yang presisi, kecepatan, dan tekanan yang sesuai dengan kebutuhan pemotongan.		
Visual		(G1) <i>Linear Guide Ball Screw</i>	(G2) <i>Linear Actuator Belt Driven</i>	(G3) <i>Pneumatic Actuators</i>

				
Keterangan	Kelebihan	1. Kepresisian tinggi. 2. Efisiensi tinggi karena gesekan yang rendah terhadap bola dan ulir. 3. Responsitas yang cepat. 4. <i>Life time</i> pemakaian terbilang cukup panjang.	1. Pemindahan yang presisi. 2. Kekuatan dapat diatur dengan mudah. 3. Kemampuan untuk menangani beban yang berat. 4. Pemindahan tidak berisik. 5. Fleksibilitas dalam instalasi.	1. Kecepatan responsif dan cepat. 2. Mampu menghasilkan gaya yang besar. 3. Perawatan mudah. 4. Tahan terhadap <i>overload</i>. 5. Biaya murah.
	Kekurangan	1. Biaya mahal. 2. Kebisingan dari <i>ball screw</i> saat beroperasi. 3. Perawatan berkala supaya kinerja optimal. 4. Panjang perpindahan terbatas dari panjang batang ulir.	1. Pemeliharaan berkala terhadap <i>belt</i>. 2. Respon yang lambat. 3. Panjang perpindahan terbatas dari panjang <i>belt driven</i>.	1. Membutuhkan udara bertekanan yang stabil dan berkualitas baik. 2. Perawatan berkala harus intensif. 3. Memerlukan sistem penyaringan udara.
Fungsi Bagian		H		
		Fungsi Pemotong Plastik, Sub Fungsi Pemotong		
Spesifikasi Fungsi		1. Mampu memotong material secara presisi dan akurat untuk menjaga kualitas dan keamanan produk plastik akhir. 2. Dapat memotong material secara cepat dan efisien. 3. Mudah dalam pemasangan dan pengadaan <i>part</i> nya.		
Visual		(H1) <i>Blade Cutter</i>	(H2) Kawat Nikelin 201	(H3) <i>Guillotine Cutter</i>

				
Keterangan	Kelebihan	1. Murah. 2. Mudah didapatkan. 3. Hasil pemotongan lebih rapih.	1. Pengoperasian pemotongan lebih cepat. 2. Perawatan kawat lebih mudah.	1. Hasil pemotongan rapih. 2. Perawatan lebih mudah. 3. Pengoperasian pemotongan cepat.
	Kekurangan	1. Mudah tumpul dan patah. 2. Pengoperasian pemotongan lebih lama.	1. Biaya mahal. 2. Perlu dipanaskan. 3. Memerlukan aliran listrik agar kawat panas. 4. Memerlukan aliran listrik agar kawat panas.	1. Harus dibikin terlebih dahulu. 2. Biaya mahal.
Fungsi Bagian		I		
		Fungsi Sensor, Sub Fungsi Sensor Suhu		
Spesifikasi Fungsi		1. Untuk pendeteksian perubahan suhu pada <i>sealer</i> pemanas plastik. 2. Dapat memicu responsitas ketika suhu mencapai titik tertentu dengan mengirimkan sinyal kepada sistem kendali. 3. Mengirimkan informasi suhu dan sinyal listrik kepada sistem kendali untuk pengaturan suhu. 4. Menjaga keamanan suhu plastik yang di <i>seal</i> dengan memonitor suhu pada plastik tersebut.		
Visual		(I1) Sensor <i>Thermocouple</i> <i>Pyrocouple</i>	(I2) <i>Thermostat</i> <i>Electronic</i>	(I3) <i>Infrared</i> <i>Temperature Sensor</i>

				
Keterangan	Kelebihan	1. Perawatan mudah. 2. Akurasi pendeteksian suhu bagus dan cepat. 3. Umur sensor terbilang lama.	1. Kontrol suhu tepat. 2. Efisiensi energi. 3. Pemasangan mudah, dan dapat diprogram.	1. Non-kontak dengan benda yang diukur suhunya. 2. Cepat dan akurat. 3. Mampu mendeteksi suhu rendah maupun sangat tinggi.
	Kekurangan	1. Biaya mahal. 2. Kalibrasi sulit. 3. Keterbatasan mendeteksi suhu rendah.	1. Sensitif terhadap faktor lingkungan. 2. Masa pakai baterai.	1. Biaya mahal. 2. Perlu kalibrasi. 3. Keterbatasan dalam pengukuran material.
Fungsi Bagian		J		
		Fungsi Sensor, Sub Fungsi Sensor Gerak		
Spesifikasi Fungsi		1. Untuk mendeteksi gerakan mekanisme ketegangan plastik. 2. Mampu mengirimkan sinyal elektrik yang sesuai dengan gerakan yang terdeteksi. 3. Mengirimkan informasi dan sinyal elektrik kepada sistem pengendalian untuk mengambil tindakan yang sesuai.		
Visual		(J1) Sensor Photoelectric Grooved 	(J2) Sensor Limit Switch 	(J3) Sensor PIR (Passive Infrared) (Alternatif Sub Fungsi ini tidak digunakan) 

Keterangan	Kelebihan	1. <i>Grooved design</i> . 2. Kabel panjang. 3. Jarak pengukuran dapat disesuaikan.	1. Lebih awet. 2. Bisa menggunakan tegangan listrik AC 220V. 3. Pemasangan mudah.	1. Mudah dalam pemasangan. 2. Biaya murah. 3. Efisiensi energi yang digunakan saat ada pergerakan saja.
	Kekurangan	1. Jarak pengukuran terbatas. 2. Mahal.	1. Mahal. 2. Perawatan lebih susah.	1. Terbatas pada gerakan yang memiliki suhu saja. 2. Tidak cocok untuk deteksi gerakan yang presisi.

III.2.6 Kotak Morfologi

Dalam penentuan alternatif sub fungsi, maka diperlukan kotak morfologi untuk mengubah beberapa fungsi bagian yang perlu digabungkan sebagai sebuah solusi keseluruhan, serta kebutuhan fungsi mesin yang sesuai dengan parameter yang sesuai. Berikut kotak morfologi dari mesin otomatis *sealer cutting* plastik *low melting eva roll* dapat dilihat pada Tabel III.4.

Tabel III.4 Kotak Morfologi

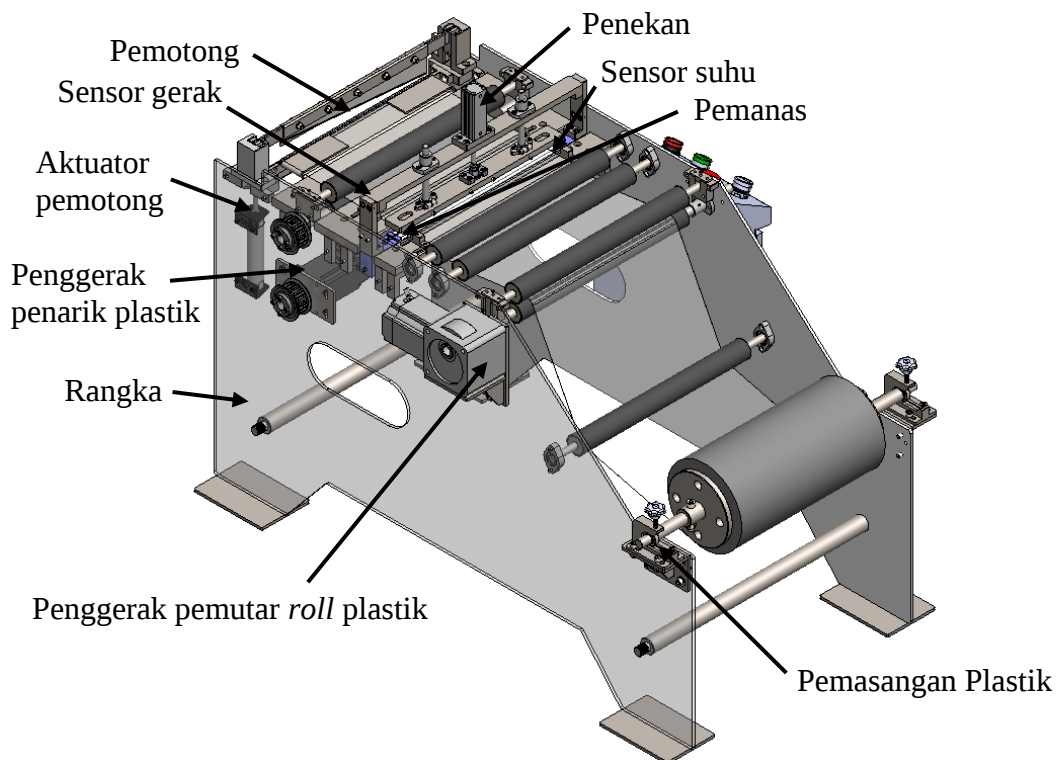
Sub Fungsi Bagian		Alternatif Sub Fungsi		
		Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
A	Fungsi Rangka	A.1	A.2	A.3
B	Fungsi Pemasangan Plastik	B.1	B.2	B.3
C	Fungsi Penggerak Pemutar <i>Roll</i> Plastik	C.1	C.2	C.3
D	Fungsi Penggerak Penarik Plastik	D.1	D.2	D.3
E	Fungsi <i>Sealing</i> Plastik, Sub Fungsi Penekan	E.1	E.2	E.3
F	Fungsi <i>Sealing</i> Plastik, Sub Fungsi Pemanas	F.1	F.2	F.3
G	Fungsi Pemotong Plastik, Sub Fungsi Penggerak Aktuator Pemotong	G.1	G.2	G.3

H	Fungsi Pemotong Plastik, Sub Fungsi Pemotong	H.1 	H.2 	H.3 
I	Fungsi Sensor, Sub Fungsi Sensor Suhu	I.1 	I.2 	I.3 
J	Fungsi Sensor, Sub Fungsi Sensor Gerak	J.1 	J.2 	J.3 
Alternatif Variasi Konsep		AVK 1 	AVK 2 	AVK 3 

III.2.7 Alternatif Variasi Konsep

Berdasarkan kotak morfologi atau tabel variasi konsep diatas, didapatkannya tiga alternatif variasi konsep yang akan dibuat dalam bentuk rancangan *3d modeling* untuk memudahkan proses penggabungan fungsi serta penilaiannya. Masing-masing dari alternatif variasi konsep tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

a. Alternatif Variasi Konsep 1 (AVK 1)



Gambar III.7 Rancangan Alternatif Variasi Konsep 1 (AVK 1)

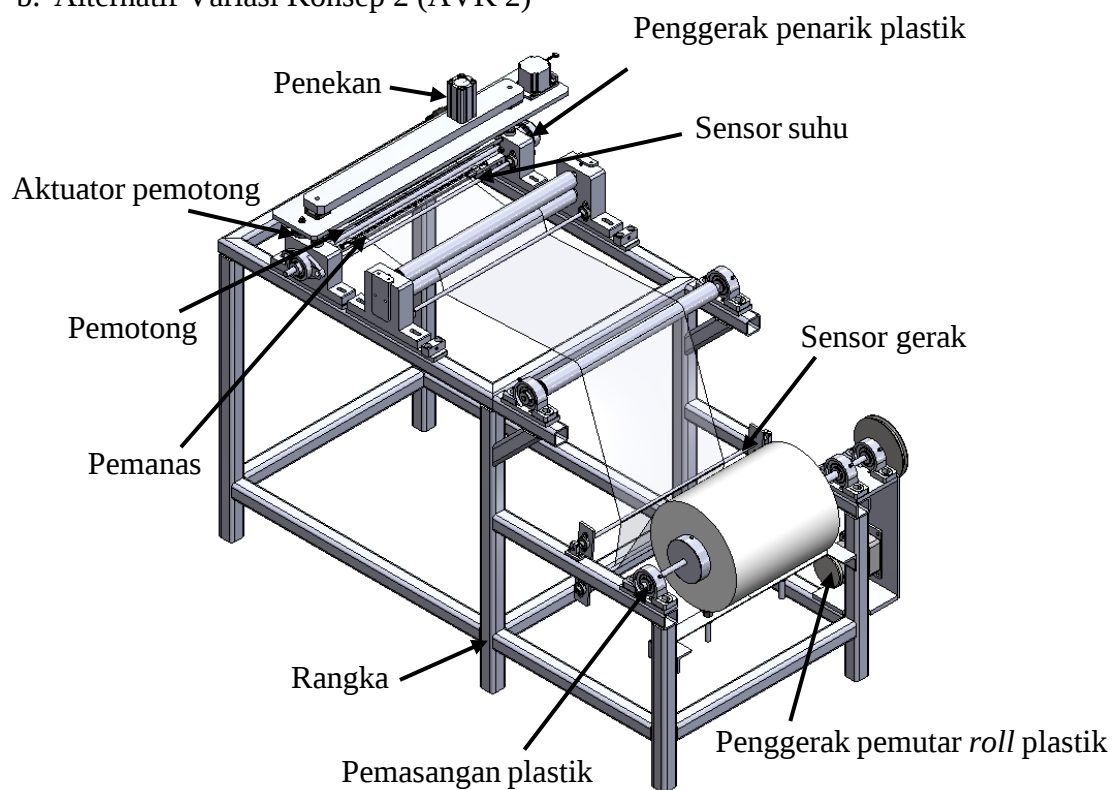
Pada Alternatif Variasi Konsep 1 (AVK 1) menggunakan komponen sebagai berikut, yaitu:

Tabel III.5 Alternatif Variasi Konsep 1

No.	Fungsi Bagian	Alternatif Terpilih
A2	Fungsi rangka	<i>Sheet metal</i>
B1	Fungsi pemasangan plastik	<i>Ball bearing</i>

C3	Fungsi penggerak pemutar <i>roll</i> plastik	<i>Hyponic drive gearmotor hollow shaft</i>
D2	Fungsi penggerak penarik plastik	<i>Ac servo motor</i>
E1	Fungsi <i>sealing</i> plastik, sub fungsi penekan	<i>Pneumatic actuators</i>
F1	Fungsi <i>sealing</i> plastik, sub fungsi pemanas	<i>Hot bar impulse sealer</i>
G3	Fungsi pemotong, sub fungsi penggerak aktuator pemotong	<i>Pneumatic actuators</i>
H3	Fungsi pemotong plastik, sub fungsi pemotong	<i>Guillotine cutter</i>
I2	Fungsi sensor, sub fungsi sensor suhu	Sensor <i>thermocouple pyrocouple</i>
J1	Fungsi sensor, sub fungsi sensor gerak	Sensor <i>proximity</i>

b. Alternatif Variasi Konsep 2 (AVK 2)



Gambar III.8 Rancangan Alternatif Variasi Konsep 2 (AVK 2)

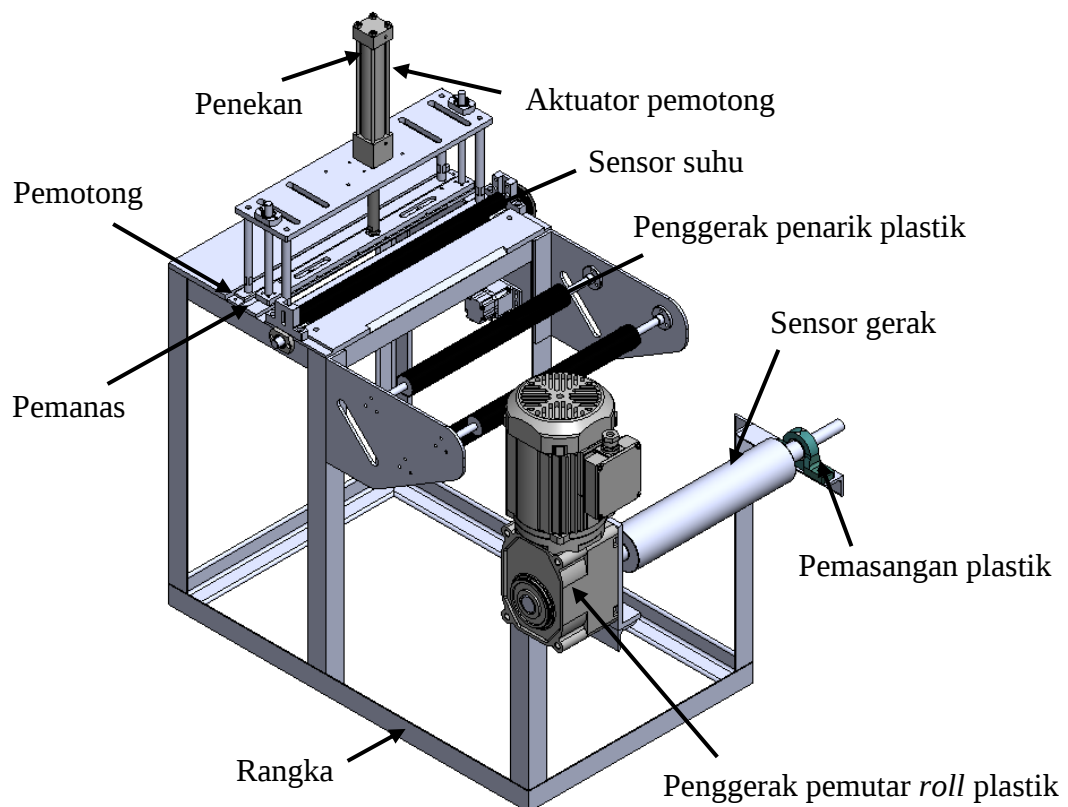
Pada Alternatif Variasi Konsep 2 (AVK 2) menggunakan komponen sebagai berikut, yaitu:

Tabel III.6 Alternatif Variasi Konsep 2

No.	Fungsi Bagian	Alternatif Terpilih
A1	Fungsi rangka	Besi profil kotak
B2	Fungsi pemasangan plastik	<i>Pillow bearing</i>

C2	Fungsi penggerak pemutar <i>roll</i> plastik	<i>Motor gearbox induction with shaft</i>
D1	Fungsi penggerak penarik plastik	<i>Dc stepper motor</i>
E1	Fungsi <i>sealing</i> plastik, sub fungsi penekan	<i>Pneumatic actuators</i>
F1	Fungsi <i>sealing</i> plastik, sub fungsi pemanas	<i>Hot bar impulse sealer</i>
G2	Fungsi pemotong, sub fungsi penggerak aktuator pemotong	<i>Linear actuator belt driven</i>
H1	Fungsi pemotong plastik, sub fungsi pemotong	<i>Blade cutter</i>
I1	Fungsi sensor, sub fungsi sensor suhu	<i>Sensor thermocouple type T</i>
J1	Fungsi sensor, sub fungsi sensor gerak	<i>Sensor proximity</i>

c. Alternatif Variasi Konsep 3 (AVK 3)



Gambar III.9 Rancangan Alternatif Variasi Konsep 3 (AVK 3)

Pada Alternatif Variasi Konsep 3 (AVK 3) menggunakan komponen sebagai berikut, yaitu:

Tabel III.7 Alternatif Variasi Konsep 3

No.	Fungsi Bagian	Alternatif Terpilih
A3	Fungsi rangka	Besi profil siku
B2	Fungsi pemasangan plastik	<i>Pillow bearing</i>

C1	Fungsi penggerak pemutar <i>roll</i> plastik	<i>Motor gearbox induction hollow shaft</i>
D2	Fungsi penggerak penarik plastik	<i>Ac servo motor</i>
E3	Fungsi <i>sealing</i> plastik, sub fungsi penekan	<i>Hydraulic actuators</i>
F1	Fungsi <i>sealing</i> plastik, sub fungsi pemanas	<i>Hot bar impulse sealer</i>
G3	Fungsi pemotong, sub fungsi penggerak aktuator pemotong	<i>Hydraulic actuators</i>
H2	Fungsi pemotong plastik, sub fungsi pemotong	Kawat nikelin 201
I3	Fungsi sensor, sub fungsi sensor suhu	<i>Infrared temperature sensor</i>
J2	Fungsi sensor, sub fungsi sensor gerak	<i>Sensor limit switch</i>

III.2.8 Penilaian Alternatif Variasi Konsep

Penilaian alternatif variasi konsep ini menggunakan metode penilaian VDI 2225 sebagai acuan penilaian alternatif yang ada. Sebagai parameter dalam penilaian konsep, dibuatlah rubrik penilaian konsep yang memiliki tiga aspek yaitu aspek teknis, aspek ekonomis, dan perbandingan penilaian aspek. Sistem penilaian ini menggunakan rentang angka satu sampai dengan empat berdasarkan kategorinya yaitu, (0) sangat buruk, (1) buruk, (2) cukup, (3) bagus, (4) sangat bagus. Sistem tersebut digunakan untuk menilai beberapa kriteria yang akan memutuskan nilai dari alternatif variasi konsep yang ada. Untuk bobot nilai dari penilaian aspek, penilaian ekonomis, dan perbandingan penilaian aspek didapatkan dari hasil diskusi dengan pengguna dan operator di PT SRI, serta di sesuaikan kembali nilainya dengan nilai total. Skala penjelasan lebih detail mengenai penilaian aspek teknis, aspek ekonomis, dan perbandingan penilaian aspek tertera pada Lampiran 2.

Tabel III.8 Penilaian Aspek Teknis

No	Aspek Penilaian	Bobot Nilai	Alternatif Variasi Konsep						Nilai Ideal	
			Alt 1		Alt 2		Alt 3			
1	Ketercapaian Fungsi	20	4	80	4	80	4	80	4	80
2	Konstruksi	15	4	60	3	45	3	45	4	60
3	Perakitan	10	4	40	4	40	4	40	4	40
4	Pengoperasian	15	4	60	4	60	3	45	4	60
5	Proses Perawatan	15	3	45	4	60	3	45	4	60
6	Proses Pembuatan Komponen	15	4	60	4	60	4	60	4	60
7	Keamanan Fungsional	10	4	40	3	30	4	40	4	40

Nilai Total	100	385	375	355	28	400
Presentase (%)		96%	94%	89%		100%

Tabel III.9 Penilaian Aspek Ekonomis

No	Aspek Penilaian	Bobot Nilai	Alternatif Variasi Konsep						Nilai Ideal	
			Alt 1		Alt 2		Alt 3			
1	Biaya Pembuatan Komponen	35	3	105	4	140	4	140	4	140
2	Biaya Perawatan	30	4	120	3	90	3	90	4	120
3	Biaya Penggunaan Komponen Standar	35	4	140	3	105	3	105	4	140
Nilai Total		100	365		335		335		12	400
Presentase (%)			91%		84%		84%		100%	

Tabel III.10 Perbandingan Penilaian Aspek

No	Aspek Penilaian	Bobot Nilai	Nilai Total						Nilai Ideal	
			Alternatif Variasi Konsep							
			Alt 1		Alt 2		Alt 3			
1	Aspek Teknis	4	385	1540	380	1500	325	1420	400	1600
2	Aspek Ekonomis	6	365	2190	335	2010	335	2010	400	2400
Nilai Total		10	3730		3510		3430		4000	
Presentase			93%		88%		86%		100%	

Berdasarkan skala penilaian masing-masing alternatif variasi konsep diatas, dan diperbandingkan penilaian aspek tersebut dipilihlah variasi konsep terbaik yaitu alternatif variasi konsep 1 (AVK 1) sebagai alternatif yang terbaik dan memungkinkan untuk dirancang. Dari skala rubrik penilaian konsep diatas dapat disimpulkan bahwa Alternatif Variasi Konsep 1 (AVK 1) adalah alternatif rancangan yang terpilih.

III.3 Merancang

Tahapan merancang ialah tahapan hasil evaluasi terhadap ketiga variasi konsep. Tahapan ini dilakukannya proses perancangan terdiri dari melakukan perhitungan awal, melengkapi konstruksi berdasarkan variasi konsep terpilih, dan perhitungan lanjutan.

III.3.1 Perhitungan Awal

1. Perhitungan *cycle time* keseluruhan proses pada mesin otomatis *sealer cutting* plastik *low melting eva roll*

Perhitungan keseluruhan proses terdiri dari motor penggerak pemutar *roll* plastik, *sealer* plastik, *cutting* plastik, dan motor penggerak penarik plastik. Data *cycle time* disesuaikan dari daftar tuntutan yang sudah tertera yaitu 5 detik/ pcs plastik, maka diketahui bahwa setiap proses yang terjadi dituliskan pada Tabel III.11.

Tabel III.11 Data *Cycle Time Sealer Cutting* Plastik Machine

No	Deskripsi	Keterangan
1.	Motor penggerak pemutar <i>roll</i> plastik	1 detik
2.	<i>Sealer</i> plastik	1,5 detik
3.	Motor penggerak penarik plastik	1 detik
4.	<i>Cutting</i> plastik	1,5 detik
Total		5 detik

Maka untuk *cycle time* keseluruhan dari proses mesin otomatis *sealer cutting* plastik *low melt eva roll* adalah 5 detik/ pcs plastik.

2. Perhitungan plastik *low melting eva bag* & plastik *low melting eva roll*

Kebutuhan plastik pada PT Suryaraya Rubberindo Industries di Divisi *Engineering*, Departemen *Process Engineering 1*, Seksi *Process Engineering Mixing*, Area Penimbangan *Chemical Manual*, diperlukan 500 pcs estimasi penggunaan plastik *low melting eva bag* dalam 1 bulan.

- a. Menentukan Panjang Plastik & Kebutuhan Plastik *Low Melting Eva Roll*

Dengan kebutuhan plastik *low melting eva bag* sebanyak 500 pcs dalam 1 bulan dengan ukuran *costume size* 0.05 mm x 300 mm x 500 mm, maka diperoleh total panjang yang dibutuhkan adalah sekitar:

$$(500 \text{ pcs}) \times 500 \text{ mm} = 250.000 \text{ mm}^2.$$

Untuk menentukan pembelian plastik *low melting eva roll* dengan panjang 250.000 mm²

Untuk pembelian plastik *low melting eva bag* seberat 10 Kg, dengan lebar 300 mm, tebal 50 µm, dan *density* $9.2 \times 10^{-7} \text{ Kg/ mm}^3$.

$$\rho = \frac{m}{v} \quad \text{(III-1)}$$

Keterangan:

ρ = Massa jenis [Kg/m^3]

m = Massa [Kg]

V = Volume [m^3]

$$9.2 \times 10^{-7} \text{ Kg} / \text{mm}^3 = \frac{m}{300 \text{ mm} \cdot 0,05 \text{ mm} \cdot 250.000 \text{ mm}}$$

$$250.000 \text{ mm} = \frac{m}{9.2 \times 10^{-7} \text{ Kg} / \text{mm}^3 \cdot 300 \text{ mm} \cdot 0,05 \text{ mm}}$$

$$m = \frac{250.000 \text{ mm}}{9.2 \times 10^{-7} \text{ Kg} / \text{mm}^3 \cdot 300 \text{ mm} \cdot 0,05 \text{ mm}}$$

$$m = 3,45 \text{ Kg}$$

Berat plastik *low melting eva roll* yang dibutuhkan 3,45 Kg = 4 Kg untuk menggantikan estimasi penggunaan plastik *low melting eva bag* 500 pcs dalam 1 bulan dengan ukuran standar 300 mm x 500 mm.

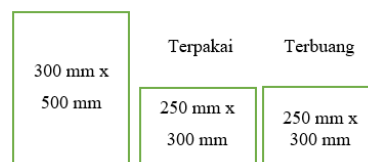
b. Menentukan Efisiensi Penggunaan Panjang Plastik *Low Melting Eva Roll*

Varian Produk					
Jenis	Plastik 1	Plastik 2	Plastik 3	Plastik 4	Plastik 5
Ilustrasi	Plastik Sesuai Kebutuhan	Plastik Sesuai Kebutuhan	Plastik Sesuai Kebutuhan	Plastik Sesuai Kebutuhan	Plastik Sesuai Kebutuhan
					
Dimensi (mm)	300x250	300x300	300x350	300x400	300x450

Gambar III.10 Data Spesifikasi Penggunaan Plastik *Low Melting Eva Roll*

Jika diperbandingkan dengan ukuran *costume size* plastik *low melting eva bag* dengan panjang 500 mm, lebar 300 mm, dan tebal 0,05 mm serta hanya ukuran panjang yang berubah maka:

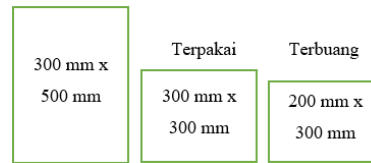
- 1) Jenis plastik 1 dengan ukuran plastik panjang 250 mm, lebar 300 mm, dan tebal 0,05 mm



Gambar III.11 Jenis Plastik 1

Dengan ukuran awal panjang plastik *low melting eva bag* panjang 500 mm, dan lebar 300 mm, untuk membuat jenis plastik 1 tidak ada bagian yang terbuang. 1 pcs plastik *low melting eva bag* panjang 500 mm bisa memperoleh 2 pcs jika ingin menggunakan jenis plastik 1.

- 2) Jenis plastik 2 dengan ukuran plastik panjang 300 mm, lebar 300 mm, dan tebal 0,05 mm



Gambar III.12 Jenis Plastik 2

Dengan ukuran awal panjang plastik *low melting eva bag* panjang 500 mm, dan lebar 300 mm, untuk membuat jenis plastik 2 ada bagian yang terbuang. 1 pcs plastik *low melting eva bag* panjang 500 mm bisa memperoleh 1 jenis plastik tipe 2 dengan ukuran 300 mm x 300 mm, dan ukuran tersisa tersebut 200 mm x 300 mm terbuang.

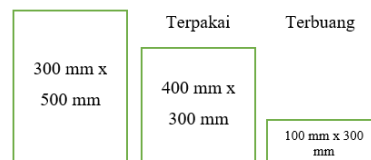
- 3) Jenis plastik 3 dengan ukuran plastik panjang 350 mm, lebar 300 mm, dan tebal 0,05 mm



Gambar III.13 Jenis Plastik 3

Dengan ukuran awal panjang plastik *low melting eva bag* panjang 500 mm, dan lebar 300 mm, untuk membuat jenis plastik 3 ada bagian yang terbuang. 1 pcs plastik *low melting eva bag* panjang 500 mm bisa memperoleh 1 jenis plastik tipe 3 dengan ukuran 350 mm x 300 mm, dan ukuran tersisa tersebut 150 mm x 300 mm terbuang.

- 4) Jenis plastik 4 dengan ukuran plastik panjang 400 mm, lebar 300 mm, dan tebal 0,05 mm

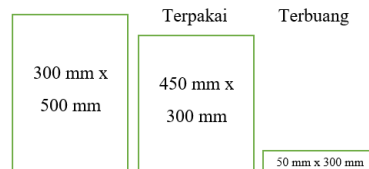


Gambar III.14 Jenis Plastik 4

Dengan ukuran awal panjang plastik *low melting eva bag* panjang 500 mm, dan lebar 300 mm, untuk membuat jenis plastik 4 ada bagian yang terbuang. 1 pcs plastik *low melting eva bag* panjang 500 mm bisa

memperoleh 1 jenis plastik tipe 4 dengan ukuran 400 mm x 300 mm, dan ukuran tersisa tersebut 100 mm x 300 mm terbang.

- 5) Jenis plastik 5 dengan ukuran plastik panjang 450 mm, lebar 300 mm, dan tebal 0,05 mm



Gambar III.15 Jenis Plastik 5

Dengan ukuran awal panjang plastik *low melting eva bag* panjang 500 mm, dan lebar 300 mm, untuk membuat jenis plastik 5 ada bagian yang terbang. 1 pcs plastik *low melting eva bag* panjang 500 mm bisa memperoleh 1 jenis plastik tipe 5 dengan ukuran 450 mm x 300 mm, dan ukuran tersisa tersebut 50 mm x 300 mm terbang.

Maka dengan perhitungan skema seperti contoh diatas dapat dihitung kerugian dari plastik yang terbang dari setiap kebutuhan variasi jenis plastik *low melting eva bag*.

Jenis plastik 1 = tidak ada bagian plastik yang terbang.

Jenis plastik 2 = 200 mm × (100 pcs) maka panjang plastik yang terbang adalah 20.000 mm.

Jenis plastik 3 = 150 mm × (100 pcs) maka panjang plastik yang terbang adalah 15.000 mm.

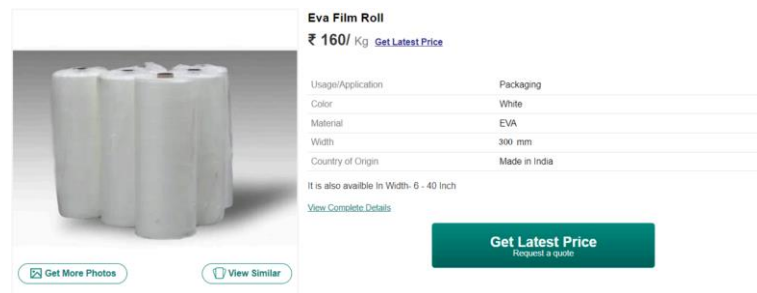
Jenis plastik 4 = 100 mm × (100 pcs) maka panjang plastik yang terbang adalah 10.000 mm.

Jenis plastik 5 = 50 mm × (100 pcs) maka panjang plastik yang terbang adalah 5.000 mm.

$$j_p 1 + j_p 2 + j_p 3 + j_p 4 + j_p 5 = 50.000 \text{ mm} \quad (\text{III-2})$$

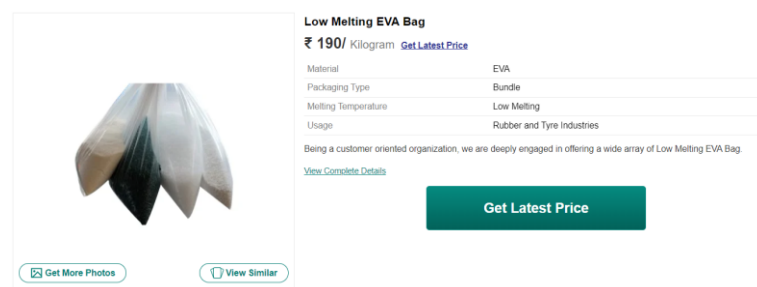
Maka panjang plastik yang terbang dari jenis *low melting eva bag* per bulan yaitu sekitar 50.000 mm. Tetapi jika menggunakan jenis plastik *low melting eva roll* maka masih ada tersisa sepanjang 50.000 mm dan bisa dibuat menjadi jenis-jenis plastik dari setiap varian plastik yang dibutuhkan.

c. Perbandingan Harga Plastik *Low Melting Eva Roll* dengan Plastik *Low Melting Eva Bag*



Gambar III.16 Harga Plastik *Low Melt Eva Roll*

Pembelian plastik *low melt eva roll* di *india mart online*, dengan per kg yaitu ₹ 160/ Kg. Jika pembelian dengan 4 Kg plastik *low melt eva roll*, maka untuk harga rupiah nya seharga Rp 126.000.



Gambar III.17 Plastik *Low Melt Eva Bags*

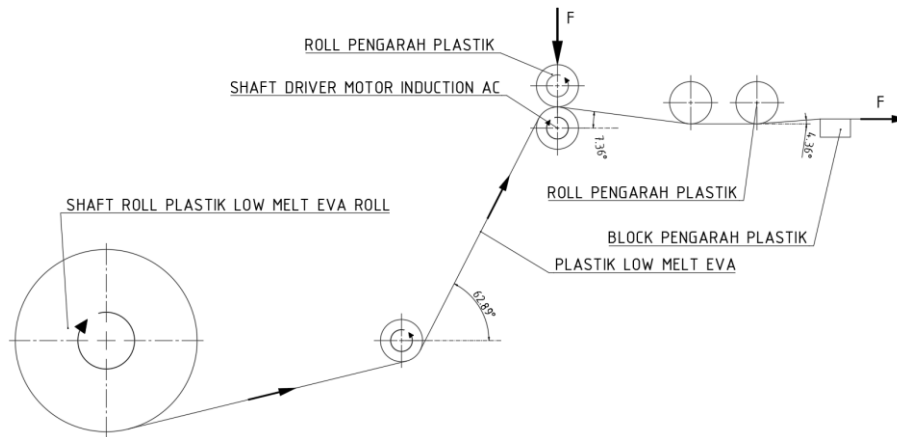
Pembelian plastik *low melt eva roll* di *india mart online*, dengan per kg yaitu ₹ 190/ Kg. Jika pembelian dengan 4 Kg plastik *low melt eva bag*, maka untuk harga rupiah nya seharga Rp 149.500.

Maka untuk pergantian plastik yang dulu nya plastik *low melt eva bags* menjadi plastik *low melt eva roll*, bisa dikatakan **MENGUNTUNGKAN**.

3. Perhitungan motor *induction* penggerak pemutar *roll* plastik

Varian Produk					
Jenis	Plastik 1	Plastik 2	Plastik 3	Plastik 4	Plastik 5
Ilustrasi	Plastik Sesuai Kebutuhan	Plastik Sesuai Kebutuhan	Plastik Sesuai Kebutuhan	Plastik Sesuai Kebutuhan	Plastik Sesuai Kebutuhan
	material kimia bubuk	material kimia bubuk	material kimia bubuk	material kimia bubuk	material kimia bubuk
Dimensi (mm)	300x250	300x300	300x350	300x400	300x450

Gambar III.18 Data Spesifikasi Penggunaan Plastik *Low Melting Eva Roll*



Gambar III.19 Konsep Motor *Induction* Penggerak Pemutar *Roll* Plastik

- a. Menentukan *speed machine motor*/ (rpm) pada setiap varian produk plastik
- Sebelum menentukan kecepatan mesin yang dibutuhkan, pada mesin otomatis *sealer cutting* plastik *low melting eva roll* ini memiliki varian produk plastik dari 1 s/d 5. Dalam penentuan kecepatan mesin akan menggunakan dimensi produk pada varian produk plastik 1 & 5.

- 1) Varian produk plastik 1 yaitu panjang 250 mm x lebar 300 mm

Cycle time yang telah diperoleh yaitu 5 detik/ plastik. Dalam 1 menit mampu menghasilkan 12 pcs plastik untuk varian produk plastik ukuran 250 mm x lebar 300 mm, jika ditotal dalam 1 menit terpakai sekitar 3000 mm (3 meter). Maka panjang yang diperoleh yaitu 3 meter/ menit.

Untuk *inverter* yang digunakan yaitu 50 Hz (kecepatan maksimal) & 20 Hz (kecepatan minimal), jika yang digunakan *inverter* dengan kecepatan maksimal yaitu 50 Hz maka:

$$p_{total} = \frac{50 \text{ Hz}}{20 \text{ Hz}} \times 3 \text{ meter/ menit} = 7,5 \text{ meter/ menit} \quad (\text{III-3})$$

Maka digunakan *inverter* 50 Hz yang menghasilkan 7,5 meter/ menit. Jika disesuaikan lagi dengan ukuran varian produk plastik 5 dengan panjang 250 mm x lebar 300 mm, maka untuk panjang 7,5 meter/ min setelah menggunakan *inverter* 50 Hz bisa menghasilkan 30 plastik/ min.

Diameter *shaft roll driver* yang digunakan untuk yaitu $\varnothing 35$ mm. Dicarikan keliling dari diameter *shaft roll driver* dengan rumus yaitu:

$$C = \text{diameter shaft roll driver} \times \pi \quad (\text{III-4})$$

$$C = 35 \text{ mm} \times \pi = 110 \text{ mm}$$

Maka didapatkan keliling dari diameter *shaft roll driver* yaitu 110 mm.

Setelah didapatkan keperluan data-data dari diatas, maka akan dilakukan perhitungan untuk menentukan kecepatan mesin (rpm) yang dibutuhkan untuk memutar *roll* plastik *low melting eva roll* tersebut.

$$n = \frac{l}{c} \quad (\text{III-5})$$

Keterangan:

n = Kecepatan mesin [rpm]

l = Panjang produk [mm/ menit]

C = Keliling lingkaran [mm]

$$n = \frac{7500 \text{ mm/menit}}{110 \text{ mm}} = 68.18 \text{ rpm [r/min]}$$

Maka diperoleh putaran mesin yang diperlukan yaitu 68,18 rpm untuk dapat memutar *roll* plastik *low melting eva roll* untuk tipe varian produk plastik 1.

2) Varian produk plastik 2 yaitu panjang 300 mm x lebar 300 mm

Cycle time yang telah diperoleh yaitu 5 detik/ plastik. Dalam 1 menit mampu menghasilkan 12 pcs plastik untuk varian produk plastik ukuran 300 mm x lebar 300 mm, jika ditotal dalam 1 menit terpakai sekitar 3600 mm (3,6 meter). Maka panjang yang diperoleh yaitu 3,6 meter/ menit.

Untuk *inverter* yang digunakan yaitu 50 Hz (kecepatan maksimal) & 20 Hz (kecepatan minimal), jika yang digunakan *inverter* dengan kecepatan maksimal yaitu 50 Hz maka:

$$p_{total} = \frac{50 \text{ Hz}}{20 \text{ Hz}} \times 3,6 \text{ meter/ menit} = 9 \text{ meter/menit} \quad (\text{III-6})$$

Maka digunakan *inverter* 50 Hz yang menghasilkan 9 meter/ menit.

Diameter *shaft roll driver* yang digunakan untuk yaitu $\varnothing 35$ mm. Dicarikan keliling dari diameter *shaft roll driver* dengan rumus yaitu:

$$C = \text{diameter shaft roll driver} \times \pi \quad (\text{III-7})$$

$$C = 35 \text{ mm} \times \pi = 110 \text{ mm}$$

Maka didapatkan keliling dari diameter *shaft roll driver* yaitu 110 mm. Jika disesuaikan lagi dengan ukuran varian produk plastik 2 dengan panjang 300 mm x lebar 300 mm, maka untuk panjang 9 meter/ min setelah menggunakan *inverter* 50 Hz bisa menghasilkan 30 plastik/ min.

Setelah didapatkan keperluan data-data dari diatas, maka akan dilakukan perhitungan untuk menentukan kecepatan mesin (rpm) yang dibutuhkan untuk memutar *roll* plastik *low melting eva roll* tersebut

$$n = \frac{l}{c} \quad \text{(III-8)}$$

Keterangan:

n = Kecepatan mesin [rpm]

l = Panjang produk [mm/ menit]

C = Keliling lingkaran [mm]

$$n = \frac{9000 \text{ mm/menit}}{110 \text{ mm}} = 81,81 \text{ rpm [r/min]}$$

Maka diperoleh putaran mesin yang diperlukan yaitu 81,81 rpm untuk dapat memutar *roll* plastik *low melting eva roll* untuk tipe varian produk plastik 2.

3) Varian produk plastik 3 yaitu panjang 350 mm x lebar 300 mm

Cycle time yang telah diperoleh yaitu 5 detik/ plastik. Dalam 1 menit mampu menghasilkan 12 pcs plastik untuk varian produk plastik ukuran 350 mm x lebar 300 mm, jika ditotal dalam 1 menit terpakai sekitar 4200 mm (4,2 meter). Maka panjang yang diperoleh yaitu 4,2 meter/ menit.

Untuk *inverter* yang digunakan yaitu 50 Hz (kecepatan maksimal) & 20 Hz (kecepatan minimal), jika yang digunakan *inverter* dengan kecepatan maksimal yaitu 50 Hz maka:

$$p_{total} = \frac{50 \text{ Hz}}{20 \text{ Hz}} \times 4,2 \text{ meter/ menit} = 10,5 \text{ meter/menit} \quad \text{(III-9)}$$

Maka digunakan *inverter* 50 Hz yang menghasilkan 10,5 meter/ menit. Jika disesuaikan lagi dengan ukuran varian produk plastik 3 dengan panjang 350 mm x lebar 300 mm, maka untuk panjang 10,5 meter/ min setelah menggunakan *inverter* 50 Hz bisa menghasilkan 30 plastik/ min.

Diameter *shaft roll driver* yang digunakan untuk yaitu $\varnothing 35$ mm. Dicarikan keliling dari diameter *shaft roll driver* dengan rumus yaitu:

$$C = \text{diameter shaft roll driver} \times \pi \quad \text{(III-10)}$$

$$C = 35 \text{ mm} \times \pi = 110 \text{ mm}$$

Maka didapatkan keliling dari diameter *shaft roll driver* yaitu 110 mm.

Setelah didapatkan keperluan data-data dari diatas, maka akan dilakukan perhitungan untuk menentukan kecepatan mesin (rpm) yang dibutuhkan untuk memutar *roll* plastik *low melting eva roll* tersebut.

$$n = \frac{l}{c} \quad (\text{III-11})$$

Keterangan:

n = Kecepatan mesin [rpm]

l = Panjang produk [mm/ menit]

C = Keliling lingkaran [mm]

$$n = \frac{10.500 \text{ mm/min}}{110 \text{ mm}} = 95,45 \text{ rpm [r/min]}$$

Maka diperoleh putaran mesin yang diperlukan yaitu 95,45 rpm untuk dapat memutar *roll* plastik *low melting eva roll* untuk tipe varian produk plastik 3.

- 4) Varian produk plastik 4 yaitu panjang 400 mm x lebar 300 mm

Cycle time yang telah diperoleh yaitu 5 detik/ plastik. Dalam 1 menit mampu menghasilkan 12 pcs plastik untuk varian produk plastik ukuran 400 mm x lebar 300 mm, jika ditotal dalam 1 menit terpakai sekitar 4800 mm (4,8 meter). Maka panjang yang diperoleh yaitu 4,8 meter/ menit.

Untuk *inverter* yang digunakan yaitu 50 Hz (kecepatan maksimal) & 20 Hz (kecepatan minimal), jika yang digunakan *inverter* dengan kecepatan maksimal yaitu 50 Hz maka:

$$p_{total} = \frac{50 \text{ Hz}}{20 \text{ Hz}} \times 4,8 \text{ meter/ menit} = 12 \text{ meter/ menit} \quad (\text{III-12})$$

Maka digunakan *inverter* 50 Hz yang menghasilkan 12 meter/ menit. Jika disesuaikan lagi dengan ukuran varian produk plastik 4 dengan panjang 400 mm x lebar 300 mm, maka untuk panjang 12 meter/ min setelah menggunakan *inverter* 50 Hz bisa menghasilkan 30 plastik/ min.

Diameter *shaft roll driver* yang digunakan untuk yaitu $\phi 35$ mm. Dicarikan keliling dari diameter *shaft roll driver* dengan rumus yaitu:

$$C = \text{diameter shaft roll driver} \times \pi \quad (\text{III-13})$$

$$C = 35 \text{ mm} \times \pi = 110 \text{ mm}$$

Maka didapatkan keliling dari diameter *shaft roll driver* yaitu 110 mm.

Setelah didapatkan keperluan data-data dari diatas, maka akan dilakukan perhitungan untuk menentukan kecepatan mesin (rpm) yang dibutuhkan untuk memutar *roll* plastik *low melting eva roll* tersebut

$$n = \frac{l}{c} \quad (\text{III-14})$$

Keterangan:

n = Kecepatan mesin [rpm]

l = Panjang produk [mm/ menit]

C = Keliling lingkaran [mm]

$$n = \frac{12.000 \text{ mm/menit}}{110 \text{ mm}} = 109,09 \text{ rpm [r/min]}$$

Maka diperoleh putaran mesin yang diperlukan yaitu 109,09 rpm untuk dapat memutar *roll* plastik *low melting eva roll* untuk tipe varian produk plastik 4.

5) Varian produk plastik 5 yaitu panjang 450 mm x lebar 300 mm

Cycle time yang telah diperoleh yaitu 5 detik/ plastik. Dalam 1 menit mampu menghasilkan 12 pcs plastik untuk varian produk plastik ukuran 450 mm x lebar 300 mm, jika ditotal dalam 1 menit terpakai sekitar 5400 mm (5,4 meter). Maka panjang yang diperoleh yaitu 5,4 meter/ menit.

Untuk *inverter* yang digunakan yaitu 50 Hz (kecepatan maksimal) & 20 Hz (kecepatan minimal), jika yang digunakan *inverter* dengan kecepatan maksimal yaitu 50 Hz maka:

$$p_{total} = \frac{50 \text{ Hz}}{20 \text{ Hz}} \times 5,4 \text{ meter/ menit} = 13,5 \text{ meter/menit} \quad (\text{III-15})$$

Maka digunakan *inverter* 50 Hz yang menghasilkan 13,5 meter/ min. Jika disesuaikan lagi dengan ukuran varian produk plastik 5 dengan panjang 450 mm x lebar 300 mm, maka untuk panjang 13,5 meter/ min setelah menggunakan *inverter* 50 Hz bisa menghasilkan 30 plastik/ min.

Diameter *shaft roll driver* yang digunakan untuk yaitu $\phi 35$ mm. Dicarikan keliling dari diameter *shaft roll driver* dengan rumus yaitu:

$$C = \text{diameter shaft roll driver} \times \pi \quad (\text{III-16})$$

$$C = 35 \text{ mm} \times \pi = 110 \text{ mm}$$

Maka didapatkan keliling dari diameter *shaft roll driver* yaitu 110 mm.

Setelah didapatkan keperluan data-data dari diatas, maka akan dilakukan perhitungan untuk menentukan kecepatan mesin (rpm) yang dibutuhkan untuk memutar *roll* plastik *low melting eva roll* tersebut

$$n = \frac{l}{c} \quad (\text{III-17})$$

Keterangan:

n = Kecepatan mesin [rpm]

l = Panjang produk [mm/ menit]

C = Keliling lingkaran [mm]

$$n = \frac{13.500 \text{ mm/menit}}{110 \text{ mm}} = 122,72 \text{ rpm [r/min]}$$

Maka diperoleh putaran mesin yang diperlukan yaitu 122,72 rpm untuk dapat memutar *roll* plastik *low melting eva roll* untuk tipe varian produk plastik 5.

Maka dapat diketahui *speed machine motor/* (rpm) pada setiap varian produk plastik seperti pada Tabel III.12.

Tabel III.12 *Speed Machine Motor/* (RPM) Setiap Varian Produk Plastik

No.	Deskripsi	Keterangan
1.	Varian Produk Plastik 1	68,18 rpm [r/min]
2.	Varian Produk Plastik 2	81,81 rpm [r/min]
3.	Varian Produk Plastik 3	95,45 rpm [r/min]
4.	Varian Produk Plastik 4	109,09 rpm [r/min]
5.	Varian Produk Plastik 5	122,72 rpm [r/min]

Untuk pemilihan motor yang akan digunakan akan disesuaikan dengan *speed machine motor/* (rpm) yang terbesar dari varian produk plastik 5, dengan *speed machine motor/* (rpm) 122,72 rpm.

b. Menentukan torsi motor yang dibutuhkan

Setelah menentukan *speed machine/* rpm yang dibutuhkan untuk motor penggerak pemutar plastik *low melt eva*, maka selanjutnya menentukan torsi motor yang dibutuhkan untuk motor penggerak pemutar plastik *low melt eva*. Untuk data-data yang dibutuhkan terlampir pada Tabel III.13.

Tabel III.13 Data Keperluan Torsi Motor Penggerak Pemutar *Roll* Plastik

No.	Deskripsi	Keterangan
1.	<i>Massa roll</i> pengarah plastik	0,7 Kg
2.	Kemiringan plastik setelah <i>roll</i> pengarah	7,36°

3.	Diameter <i>shaft</i> motor penggerak pemutar	Ø35 mm
4.	<i>Speed machine motor</i> / rpm	122,72 rpm

Untuk mencari torsi yang akan digunakan untuk penggerak pemutar *roll* plastik, diperlukan gaya penekanan yang terjadi pada *roll* pengarah plastik terhadap *shaft driver* motor *induction AC*. Kemudian untuk berat plastik *low melt eva* akan diabaikan. Untuk formula perhitungan sebagai berikut.

$$F = m \cdot g \quad (\text{III-18})$$

Keterangan:

m = Massa [Kg]

g = Gaya gravitasi [m/s^2]

$$F = 0,7 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 6,86 \text{ N}$$

Gaya yang akan menekan plastik yaitu 6,86 N. Selanjutnya menentukan gaya resultan yang terjadi dengan sudut kemiringan dari plastik, untuk formula perhitungan sebagai berikut.

$$F_{\text{resultan}} = \frac{F}{\sin(\theta^\circ)} \quad (\text{III-19})$$

Keterangan:

F_{resultan} = Gaya resultan plastik [N]

F = Gaya *roll* pengarah plastik [N]

$\sin(\theta^\circ)$ = Sudut penanjakan plastik [θ°]

$$F_{\text{resultan}} = \frac{6,86 \text{ N}}{\sin(7,36^\circ)} = 53,59 \text{ N}$$

Untuk hasil gaya resultan plastik yaitu 53,59 N, dan hasil ini untuk menentukan torsi motor yang akan dibutuhkan. Maka untuk menemukan torsi dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$T = F_{\text{resultan}} \cdot r \quad (\text{III-20})$$

Keterangan:

T = Torsi [Nm]

F_{resultan} = Gaya resultan plastik [N]

r = Jari-jari lingkaran [m]

$$T = 53,59 \text{ N} \cdot 0,0175 \text{ m} = 0,94 \text{ Nm}$$

Dikarenakan motor *induction AC* yang digunakan adalah motor *hyponic* Sumitomo, maka untuk nilai SF sudah diketahui dari katalog motor *hyponic*

Sumitomo tersebut. Maka untuk mencari nilai torsi *safety* yaitu dengan dikalikan SF tersebut.

$$T_s = T \cdot SF \quad (\text{III-21})$$

$$T_s = 0,94 \text{ Nm} \cdot 1,5 = 1,41 \text{ Nm}$$

Selanjutnya mencari daya motor yang dibutuhkan untuk menarik plastik semua varian plastik, untuk formula perhitungan daya motor sebagai berikut:

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T_s}{60} \quad (\text{III-22})$$

Keterangan:

P = Daya motor [kW]

n = *Speed machine* [rpm]

T_s = Torsi *safety* [kN.m]

$$P = \frac{2\pi \cdot 122,72 \text{ rpm} \cdot 1,41 \text{ N.m}}{60} = 0,0019 \text{ kW}$$

Daya motor yang dibutuhkan untuk motor penggerak pemutar plastik yaitu 0,0019 kW.

Maka untuk pemilihan motor yang akan digunakan yaitu dengan melihat daya motor yaitu 0,0019 kW, torsi *safety* yang dibutuhkan untuk memutar *roll* plastik *low melting eva roll* dan menarik plastik awal adalah 1,41 Nm, dan untuk *speed machine motor* 122,72 rpm.

Setelah menyesuaikan keperluan motor yang akan digunakan, maka untuk pemilihan motor menggunakan jenis motor *induction AC*, yaitu Motor *Hyponic Sumitomo* 60 W 3 phase motor dengan series RNYM *hollow shaft type*. Data motor *induction AC*, yaitu Motor *Hyponic Sumitomo* 60 W 3 phase pada Lampiran 3.1.

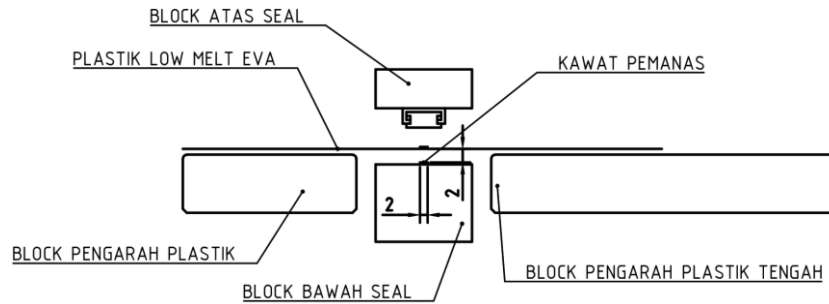
Tabel III.14 Spesifikasi Utama Motor *Hyponic Sumitomo* 60 W 3 Phase

Parameter	Keterangan
<i>Output speed</i>	145 rpm
<i>Output torque</i>	3,36 Nm
<i>Reduction ratio</i>	10

4. Perhitungan panas yang dibutuhkan untuk *mensealing* plastik

Pada proses pemanasan lembaran plastik *low melt eva*, panas dari *travo* plastik *impulse sealer* tidak langsung ditransferkan ke lembaran plastik. Tetapi, panas dari *travo* plastik *impulse sealer* di transferkan terlebih dahulu ke kawat pemanas

yang kemudian di transferkan kembali ke pelat alumunium lembaran atas *sealing* lalu diteruskan ke lembaran plastik. Hal ini bertujuan agar panas dari *heater* dapat menyebar dengan merata melalui pelat alumunium lembaran atas *sealing* sehingga proses pemanasan berlangsung dengan sempurna. Karena, sifat dari alumunium yang sangat baik dalam menghantarkan panas.



Gambar III.20 Konsep *Sealing* Plastik *Low Melt Eva*

- a. Menentukan area volume dan luas permukaan plastik yang akan di *seal*

Simbol	Parameter	Keterangan
l	Panjang plastik area <i>seal</i>	300 mm
w	Lebar plastik area <i>seal</i>	2 mm
h	Tinggi plastik	0,05 mm

Area volume *seal* plastik yang dicari ini seperti balok, maka untuk perhitungan area volume untuk *seal* plastik sebagai berikut:

$$V = l \cdot w \cdot h \quad (\text{III-23})$$

$$V = 300 \text{ mm} \cdot 2 \text{ mm} \cdot 0,05 \text{ mm} = 30 \text{ mm}^3$$

Telah diketahui untuk area volume *seal* plastik adalah 30 mm^3 . Setelah menentukan volume area *seal* plastik, maka harus mengetahui luas permukaan pada area *seal* plastik tersebut. Formula untuk menentukan luas permukaan sebagai berikut:

$$A = 2 \cdot [(l \cdot w)] + [(l \cdot h)] + [(w \cdot h)] \quad (\text{III-24})$$

$$A = 2 \cdot [(300\text{mm} \cdot 2\text{mm})] + [(300\text{mm} \cdot 0,05\text{mm})] + [(2\text{mm} \cdot 0,05\text{mm})]$$

$$A = 1215,1 \text{ mm}^2$$

Setelah diketahui volume 3 mm^3 dan luas permukaan $1201,5 \text{ mm}^2$ dari area yang akan di *seal*, maka selanjutnya akan mencari tahu luas permukaan yang akan memindahkan panas ke plastik *low melt eva*. Formula perhitungan sebagai berikut:

$$A_{pb} = w \cdot l = 600 \text{ mm}^2 \quad (\text{III-25})$$

Setelah menemukan luas permukaan yang akan memindahkan panas, setelah itu menghitung luas radiasi dan konveksi yang akan terjadi pada plastik *low melt eva*. Formula perhitungan sebagai berikut:

$$A_p = A - A_{pb} = 615,1 \text{ mm}^2 \quad (\text{III-26})$$

Setelah area volume dan luas permukaan plastik yang akan di *seal* telah diketahui, maka selanjutnya mencari perpindahan kalor dari pelat alumunium lembaran atas *sealing* dan perpindahan kalor plastik *low melt eva*.

b. Menentukan jumlah kalor pada pelat alumunium

Tabel III.15 Data Material Pelat Alumunium 1060-H16

No.	Deskripsi	Keterangan
1.	<i>Vicat softening point</i> plastik <i>low melt eva</i>	76°C
2.	<i>Density</i> pelat alumunium 1060-H16	2.7 g/ cm ³
3.	Suhu ruangan	28°C
4.	Berat pelat alumunium lembaran atas <i>sealing</i>	3,36 gram
5.	Kalor jenis alumunium 1060-H16	0,9 J/g

Setelah data yang diperlukan sudah ada, maka saatnya untuk mencari perpindahan kalor dari pelat alumunium lembaran atas *sealing* dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$Q_{\text{Pelat}} = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (\text{III-27})$$

Keterangan:

Q = Banyaknya kalor yang diterima/ dilepas [J]

m = Massa benda yang menerima/ melepas kalor [g]

c = Kalor jenis zat [J/g°C]

ΔT = Perubahan suhu [°C]

$$Q_{\text{Pelat}} = 3,36 \text{ g} \cdot 0,9 \text{ J/g} \cdot (76^\circ\text{C} - 28^\circ\text{C}) = 145,1 \text{ J}$$

Maka perpindahan kalor pada pelat alumunium lembaran atas *sealing* yaitu 145,1 J. Setelah menentukan perpindahan kalor pada pelat alumunium lembaran atas *sealing*, maka selanjutnya menentukan perpindahan kalor pada plastik *low melt eva*.

c. Menentukan jumlah kalor pada plastik *low melt eva*

Tabel III.16 Data Material Plastik *Low Melt Eva*

No.	Deskripsi	Keterangan
1.	<i>Vicat softening point</i> plastik <i>low melt eva</i>	76°C
2.	<i>Density</i> plastik <i>low melt eva</i>	0.93 g/ cm ³

3.	Suhu ruangan	28°C
4.	Kalor jenis plastik <i>low melt eva</i>	2,1 J/g
5.	Ketebalan plastik <i>low melt eva</i>	0,005 mm

Sebelum mencari perpindahan kalor pada plastik *low melt eva*, terlebih dahulu mengetahui volume area *vicat softening point* plastik yang akan terjadi pada area *seal*. Formula perhitungan sebagai berikut:

$$V_b = A_{pb} \cdot h \quad (\text{III-28})$$

Keterangan:

V_b = Volume area *vicat softening point* plastik [mm^3]

A_{pb} = Luas permukaan pemindahan panas plastik [mm^2]

h = Tinggi plastik [mm]

$$V_b = 600 \text{ mm}^2 \cdot 0,05 \text{ mm} = 60 \text{ mm}^3$$

Volume area *vicat softening point* plastik yaitu 60 mm^3 . Dikarenakan volume area *vicat softening point* plastik sudah diketahui, maka setelah itu mencari berat dari area *seal* plastik bisa ditentukan dengan formula sebagai berikut:

$$m = V_b \cdot \rho \quad (\text{III-29})$$

Keterangan:

m = Massa plastik *low melt eva* [gram]

V_b = Volume area *vicat softening point* plastik [mm^3]

ρ = Density plastik *low melt eva* [g/cm^3]

$$m = 60 \text{ mm}^3 \cdot 0,93 \text{ g}/\text{cm}^3 = 0,056 \text{ gram}$$

Untuk berat dari area *sealing* plastik *low melt eva* adalah 0,056 gram. Setelah menemukan berat dari area *sealing* plastik *low melt eva*, selanjutnya mencari perpindahan kalor untuk plastik. Untuk formula penentuan perpindahan kalor pada area *seal* plastik *low melt eva* sebagai berikut:

$$Q_{\text{Plastik}} = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (\text{III-30})$$

Keterangan:

Q = Banyaknya kalor yang diterima/ dilepas [J]

m = Massa benda yang menerima/ melepas kalor [g]

c = Kalor jenis zat [$\text{J}/\text{g}^\circ\text{C}$]

ΔT = Perubahan suhu [$^\circ\text{C}$]

$$Q_{\text{Plastik}} = 0,056 \text{ g} \cdot 2,1 \text{ J}/\text{g} \cdot (76^\circ\text{C} - 28^\circ\text{C}) = 5,64 \text{ J}$$

Maka perpindahan kalor pada pelat aluminium lembaran atas *sealing* yaitu 5,64 J. Setelah menentukan perpindahan kalor pada pelat aluminium lembaran atas *sealing*, maka selanjutnya menentukan perpindahan kalor pada plastik *low melt eva*.

d. Perhitungan waktu pemanasan lembar plastik *low melt eva*

Dalam perancangan mesin otomatis *sealer cutting* plastik *low melt eva roll*, untuk *heater* pemanasan menggunakan *travo impulse sealer* 300 mm dengan model seri *PFS-300*. *Heater* pemanasan ini memiliki daya *impulse* sebesar 430 Watt. Sehingga untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk *seal* lembar plastik *low melt eva* dapat dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$\Delta t = \frac{Q_{Pelat} + Q_{Plastik}}{P} \quad (III-31)$$

Keterangan:

Δt = Waktu pemanasan [s]

Q_{pelat} = Kalor pelat [J]

$Q_{plastik}$ = Kalor plastik *low melt eva roll* [J]

P = Daya *impulse* [W]

$$\Delta t = \frac{145,1 J + 5,64 J}{430 Watt} = 0,35 \text{ detik}$$

Maka, untuk waktu pemanasan yang terjadi pada lembar plastik *low melt eva roll* sebesar 0,35 detik. Waktu ini masih dalam waktu proses *sealer* yaitu 1,5 detik. Sehingga waktu pemanasan lembar plastik *low melt eva roll* dapat dipastikan **AMAN**.

e. Perhitungan waktu pendinginan plastik *low melt eva*

1) Menghitung *electrical power* yang dibutuhkan

Tabel III.17 Data Perhitungan *Dimensionless Numbers*

Simbol	Parameter	Keterangan
T_p	<i>Vicat softening point</i> plastik <i>low melt eva</i>	76°C = 349,15 K
T_r	Suhu ruangan	28°C = 301,15 K
g	Gaya gravitas	9,8 m/ s ²
l	Panjang plastik	0,3 m
v	Lampiran 3.2.	15,69 . 10 ⁴ m ² / s
Pr	Lampiran 3.2.	0,708
k	Lampiran 3.2.	0,02624 W/ m.°C

Perhitungan pertama untuk mengetahui *betha* pada suhu yaitu:

$$T_f = \frac{T_s + T_r}{2} \quad (\text{III-32})$$

Keterangan:

T_f = Suhu pendinginan [K]

$$T_f = \frac{76^\circ\text{C} + 28^\circ\text{C}}{2} = 52^\circ\text{C} = 325,15 \text{ K}$$

$$\beta = \frac{1 \text{ K}}{T_f} = \frac{1 \text{ K}}{325,15 \text{ K}} = 0,003 \quad (\text{III-33})$$

Setelah diketahui data-data untuk menentukan waktu pendinginan plastik *low melt eva*, maka selanjutnya akan menentukan bilangan *grashof* (Gr), bilangan *rayleigh* (Ra), dan bilangan *nusselt* (Nu). Perhitungan dapat dilihat sebagai berikut:

Mencari bilangan *grashof* (Gr)

$$G_r = \frac{g \cdot \beta \cdot (T_p - T_r) \cdot l^3 \cdot \left(\frac{A}{2 \cdot w + 2 \cdot l}\right)^3}{v^2} \quad (\text{III-34})$$

$$G_r = \frac{9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,003 \cdot (76^\circ\text{C} - 28^\circ\text{C}) \cdot 0,3 \text{ m}^3 \cdot \left(\frac{601,5 \text{ mm}}{2 \cdot 2 \text{ mm} + 2 \cdot 300 \text{ mm}}\right)^3}{(15,69 \cdot 10^4 \text{ m}^2/\text{s})^2}$$

$$G_r = 1,5 \cdot 10^4 \text{ K}$$

Mencari bilangan *rayleigh* (Ra)

$$R_a = G_r \cdot Pr \quad (\text{III-35})$$

$$R_a = 1,5 \cdot 10^4 \text{ K} \cdot 0,708 = 6,3 \cdot 10^{11}$$

Mencari bilangan *nusselt* (Nu)

Nilai R_a yang telah diketahui adalah $6,3 \times 10^{11}$, dapat dilihat pada Lampiran 3.3. Untuk nilai yang diperoleh yaitu $C_{air} = 0,15$ dan $m = 0,3$. Maka untuk perhitungan *nusselt* (Nu) sebagai berikut:

$$N_u = C_{air} \cdot (Pr)^m \quad (\text{III-36})$$

$$N_u = 0,15 \cdot (4,1 \cdot 10^9)^{0,3} = 114,8$$

Nilai koefisien perpindahan panas konveksi (H) untuk waktu pendinginan tersebut adalah:

$$H = \frac{N_u \cdot k}{l} \quad (\text{III-37})$$

Keterangan:

H = Nilai koefisien perpindahan panas [W/K]

N_u = Bilangan *nusselt*

k = Sifat-sifat udara pada tekanan atmosfer [W/m.K]

l = Panjang area *seal* [m]

$$H = \frac{114,8 \cdot 0,2624 \text{ W/m.K}}{0,3 \text{ m}} = 100,4 \text{ W/K}$$

Mencari nilai panas yang diserap setelah pendinginan sebagai berikut:

$$q = \frac{H \cdot A_p \cdot (T_s - T_r)}{(A \cdot N_u)} \quad (\text{III-38})$$

Keterangan:

q = Nilai panas konveksi [W]

H = Nilai koefisien perpindahan panas [W/K]

A_p = Luas radiasi dan konveksi [mm²]

A = Luas permukaan [mm²]

N_u = Bilangan *nusselt*

T_s = *Vicat softening point* plastik [K]

T_r = Suhu ruangan [K]

$$q = \frac{100,4 \frac{\text{W}}{\text{K}} \cdot 615,1 \text{ mm}^2 \cdot (349,15 \text{ K} - 301,15 \text{ K})}{(1215,1 \text{ mm}^2 \cdot 114,8)} = 21,25 \text{ Watt}$$

2) Menghitung waktu pendinginan area *seal* pada lembaran plastik

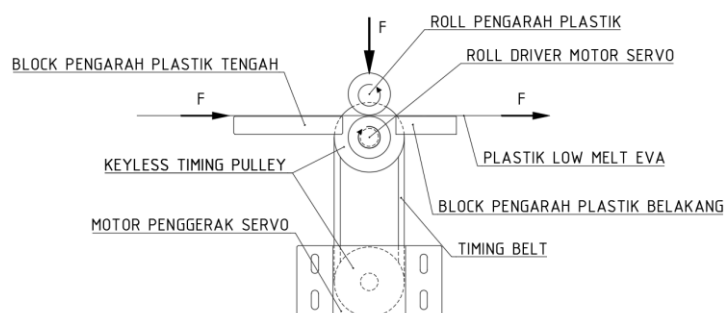
Waktu pendinginan yang terjadi pada area *seal* pada lembaran plastik sebagai berikut:

$$t = \frac{Q_{\text{plastik}}}{q} \quad (\text{III-39})$$

$$t = \frac{5,64 \text{ J}}{21,25 \text{ Watt}} = 0,3 \text{ detik}$$

Maka untuk waktu pendinginan lembaran plastik *low melt eva* adalah 0,3 detik per lembar pada area *seal*. Waktu pendinginan ini sesuai dengan waktu proses *sealer* yaitu 1,5 detik. Maka dapat dipastikan waktu pendinginan pada area *seal* **AMAN**. Selanjutnya melakukan perhitungan motor *servo* penggerak penarik plastik.

5. Perhitungan motor *servo* penggerak penarik plastik



Gambar III.21 Konsep Motor Penggerak Penarik Plastik

Varian Produk					
Jenis	Plastik 1	Plastik 2	Plastik 3	Plastik 4	Plastik 5
Ilustrasi	Plastik Sesuai Kebutuhan	Plastik Sesuai Kebutuhan	Plastik Sesuai Kebutuhan	Plastik Sesuai Kebutuhan	Plastik Sesuai Kebutuhan
					
Dimensi (mm)	300x250	300x300	300x350	300x400	300x450

Gambar III.22 Data Spesifikasi Penggunaan Plastik *Low Melting Eva Roll*

- a. Menentukan *speed machine motor*/ (rpm) pada setiap varian produk plastik
- Sebelum menentukan kecepatan mesin yang dibutuhkan, pada mesin otomatis *sealer cutting* plastik *low melting eva roll* ini memiliki varian produk plastik dari 1 s/d 5. Dalam penentuan kecepatan mesin akan menggunakan dimensi produk pada varian produk plastik 1 & 5.

- 1) Varian produk plastik 1 dengan panjang 250 mm x lebar 300 mm

Pada perhitungan motor penggerak pemutar *roll* plastik telah ditemukan varian produk plastik 1 yaitu panjang 250 mm x lebar 300 mm mampu menghasilkan 30 plastik/ min. Maka untuk panjang total yang dikeluarkan untuk varian produk plastik 1 yaitu 7,5 meter/ min.

Setelah diketahui data plastik berikut, maka untuk diameter *shaft* penggerak penarik plastik yaitu $\varnothing 35$ mm. Perlu diketahui keliling dari *shaft* penggerak penarik plastik dengan formula sebagai berikut:

$$C = \text{diameter shaft roll driver} \times \pi \quad (\text{III-40})$$

$$C = 35 \text{ mm} \times \pi = 110 \text{ mm}$$

Maka didapatkan keliling dari diameter *shaft* penggerak penarik plastik yaitu 110 mm. Setelah didapatkan keperluan data-data diatas, maka akan dilakukan perhitungan untuk menentukan kecepatan mesin (rpm) yang dibutuhkan untuk memutar *shaft* penggerak penarik plastik.

$$n = \frac{l}{c} \quad (\text{III-41})$$

Keterangan:

n = Kecepatan mesin [rpm]

l = Panjang produk [mm/ menit]

C = Keliling lingkaran [mm]

$$n = \frac{7500 \text{ mm/min}}{110 \text{ mm}} = 68,18 \text{ rpm [r/min]}$$

Maka diperoleh putaran untuk *shaft* penggerak penarik plastik yaitu 68,18 rpm untuk dapat menarik plastik *low melting eva roll* untuk tipe varian produk plastik 1.

2) Varian produk plastik 2 dengan panjang 300 mm x lebar 300 mm

Pada perhitungan motor penggerak pemutar *roll* plastik telah ditemukan varian produk plastik 2 yaitu panjang 300 mm x lebar 300 mm mampu menghasilkan 30 plastik/ min. Maka untuk panjang total yang dikeluarkan untuk varian produk plastik 2 yaitu 9 meter/ min.

Setelah diketahui data plastik berikut, maka untuk diameter *shaft* penggerak penarik plastik yaitu $\phi 35$ mm. Perlu diketahui keliling dari *shaft* penggerak penarik plastik dengan formula sebagai berikut:

$$C = \text{diameter shaft roll driver} \times \pi \quad (\text{III-42})$$

$$C = 35 \text{ mm} \times \pi = 110 \text{ mm}$$

Maka didapatkan keliling dari diameter *shaft* penggerak penarik plastik yaitu 110 mm. Setelah didapatkan keperluan data-data diatas, maka akan dilakukan perhitungan untuk menentukan kecepatan mesin (rpm) yang dibutuhkan untuk memutar *shaft* penggerak penarik plastik.

$$n = \frac{l}{c} \quad (\text{III-43})$$

Keterangan:

n = Kecepatan mesin [rpm]

l = Panjang produk [mm/ menit]

C = Keliling lingkaran [mm]

$$n = \frac{9000 \text{ mm/min}}{110 \text{ mm}} = 81,81 \text{ rpm [r/min]}$$

Maka diperoleh putaran untuk *shaft* penggerak penarik plastik yaitu 81,81 rpm untuk dapat menarik plastik *low melting eva roll* untuk tipe varian produk plastik 2.

3) Varian produk plastik 3 dengan panjang 350 mm x lebar 300 mm

Pada perhitungan motor penggerak pemutar *roll* plastik telah ditemukan varian produk plastik 3 yaitu panjang 350 mm x lebar 300 mm mampu menghasilkan 30 plastik/ min. Maka untuk panjang total yang dikeluarkan untuk varian produk plastik 3 yaitu 10,5 meter/ min.

Setelah diketahui data plastik berikut, maka untuk diameter *shaft* penggerak penarik plastik yaitu $\varnothing 35$ mm. Perlu diketahui keliling dari *shaft* penggerak penarik plastik dengan formula sebagai berikut:

$$C = \text{diameter shaft roll driver} \times \pi \quad (\text{III-44})$$

$$C = 35 \text{ mm} \times \pi = 110 \text{ mm}$$

Maka didapatkan keliling dari diameter *shaft* penggerak penarik plastik yaitu 110 mm. Setelah didapatkan keperluan data-data diatas, maka akan dilakukan perhitungan untuk menentukan kecepatan mesin (rpm) yang dibutuhkan untuk memutar *shaft* penggerak penarik plastik.

$$n = \frac{l}{c} \quad (\text{III-45})$$

Keterangan:

n = Kecepatan mesin [rpm]

l = Panjang produk [mm/ menit]

C = Keliling lingkaran [mm]

$$n = \frac{10.500 \text{ mm/min}}{110 \text{ mm}} = 95,45 \text{ rpm [r/min]}$$

Maka diperoleh putaran untuk *shaft* penggerak penarik plastik yaitu 95,45 rpm untuk dapat menarik plastik *low melting eva roll* untuk tipe varian produk plastik 3.

4) Varian produk plastik 4 dengan panjang 400 mm x lebar 300 mm

Pada perhitungan motor penggerak pemutar *roll* plastik telah ditemukan varian produk plastik 4 yaitu panjang 350 mm x lebar 300 mm mampu menghasilkan 30 plastik/ min. Maka untuk panjang total yang dikeluarkan untuk varian produk plastik 4 yaitu 12 meter/ min.

Setelah diketahui data plastik berikut, maka untuk diameter *shaft* penggerak penarik plastik yaitu $\varnothing 35$ mm. Perlu diketahui keliling dari *shaft* penggerak penarik plastik dengan formula sebagai berikut:

$$C = \text{diameter shaft roll driver} \times \pi \quad (\text{III-46})$$

$$C = 35 \text{ mm} \times \pi = 110 \text{ mm}$$

Maka didapatkan keliling dari diameter *shaft* penggerak penarik plastik yaitu 110 mm. Setelah didapatkan keperluan data-data diatas, maka akan dilakukan perhitungan untuk menentukan kecepatan mesin (rpm) yang dibutuhkan untuk memutar *shaft* penggerak penarik plastik.

$$n = \frac{l}{c} \quad (\text{III-47})$$

Keterangan:

n = Kecepatan mesin [rpm]

l = Panjang produk [mm/ menit]

C = Keliling lingkaran [mm]

$$n = \frac{12.000 \text{ mm/min}}{110 \text{ mm}} = 109,09 \text{ rpm [r/min]}$$

Maka diperoleh putaran untuk *shaft* penggerak penarik plastik yaitu 95,45 rpm untuk dapat menarik plastik *low melting eva roll* untuk tipe varian produk plastik 4.

- 5) Varian produk plastik 5 dengan panjang 450 mm x lebar 300 mm

Pada perhitungan motor penggerak pemutar *roll* plastik telah ditemukan varian produk plastik 5 yaitu panjang 450 mm x lebar 300 mm mampu menghasilkan 30 plastik/ min. Maka untuk panjang total yang dikeluarkan untuk varian produk plastik 5 yaitu 13,5 meter/ min.

Setelah diketahui data plastik berikut, maka untuk diameter *shaft* penggerak penarik plastik yaitu $\phi 35$ mm. Perlu diketahui keliling dari *shaft* penggerak penarik plastik dengan formula sebagai berikut:

$$C = \text{diameter shaft roll driver} \times \pi \quad (\text{III-48})$$

$$C = 35 \text{ mm} \times \pi = 110 \text{ mm}$$

Maka didapatkan keliling dari diameter *shaft* penggerak penarik plastik yaitu 110 mm. Setelah didapatkan keperluan data-data diatas, maka akan dilakukan perhitungan untuk menentukan kecepatan mesin (rpm) yang dibutuhkan untuk memutar *shaft* penggerak penarik plastik.

$$n = \frac{l}{c} \quad (\text{III-49})$$

Keterangan:

n = Kecepatan mesin [rpm]

l = Panjang produk [mm/ menit]

C = Keliling lingkaran [mm]

$$n = \frac{13.500 \text{ mm/min}}{110 \text{ mm}} = 122,72 \text{ rpm [r/min]}$$

Maka diperoleh putaran untuk *shaft* penggerak penarik plastik yaitu 122,72 rpm untuk dapat menarik plastik *low melting eva roll* untuk tipe varian produk plastik 5.

Tabel III.18 *Speed Machine Motor/ (RPM)* Setiap Varian Produk Plastik

No.	Deskripsi	Keterangan
1.	Varian Produk Plastik 1	68,18 rpm [r/min]
2.	Varian Produk Plastik 2	81,81 rpm [r/min]
3.	Varian Produk Plastik 3	95,45 rpm [r/min]
4.	Varian Produk Plastik 4	109,09 rpm [r/min]
5.	Varian Produk Plastik 5	122,72 rpm [r/min]

b. Menentukan torsi motor yang dibutuhkan

Setelah menentukan *speed machine/ rpm* yang dibutuhkan untuk motor penggerak penarik plastik *low melt eva*, maka selanjutnya menentukan torsi motor yang dibutuhkan untuk motor penggerak penarik plastik *low melt eva*. Untuk data-data yang dibutuhkan terlampir pada

Tabel III.19 Data Keperluan Torsi Penggerak Penarik Plastik

No.	Deskripsi	Keterangan
1.	<i>Roll</i> pengarah plastik	0,7 Kg
2.	Diameter <i>shaft</i> penggerak penarik plastik	Ø35 mm
3.	Gaya plastik setelah melewati <i>roll</i> pengarah	53,59 N
4.	Koefisien gesekan kinetis baja	0,6

$$F = m \cdot g \quad (\text{III-50})$$

Keterangan:

m = Massa [Kg]

g = Gaya gravitasi [m/s^2]

$$F = 0,7 \text{ Kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 6,86 \text{ N}$$

Gaya yang akan menekan plastik yaitu 6,86 N. Selanjutnya plastik akan terkena penanjakan dengan sudut kemiringan yaitu $4,36^\circ$, dan untuk gaya resultan masih sama dengan gaya penggerak pemutar *roll* plastik. Maka untuk Gaya tanjak dapat diketahui dengan formula sebagai berikut.

$$F_{\text{tanjak}} = \frac{F_{\text{resultan}}}{\cos(\theta^\circ)} \quad (\text{III-51})$$

Keterangan:

F_{tanjak} = Gaya tanjak setelah melalui *roll* pengarah depan [N]

$F_{resultan}$ = Gaya resultan plastik [N]

$\cos(\theta^\circ)$ = Sudut penanjakan plastik [θ°]

$$F_{tanjak} = \frac{53,59 \text{ N}}{\cos(4.36^\circ)} = 53,74 \text{ N}$$

Untuk gaya tanjak setelah melalui *roll* pengarah depan yaitu 53,74 N. Setelah menemukan gaya tanjak plastik, maka plastik akan bergesekan dengan baja dan karet. Untuk formula perhitungan sebagai berikut.

$$F_{gk} = \mu_k \cdot F_{tanjak} \quad (\text{III-52})$$

Keterangan:

F_{gk} = Gaya gesek kinetis [N]

μ_k = Koefisien gesekan kinetis baja

F_{tanjak} = Gaya tanjak setelah melalui *roll* pengarah depan [N]

$$F_{gk} = 0,6 \cdot 53,74 \text{ N} = 32,25 \text{ N}$$

Setelah diketahui gaya plastik yang telah bergesekan dengan baja dan karet, maka selanjutnya menambahkan gaya tarik plastik yang telah bergesekan dengan baja dan karet dengan gaya plastik yang akan terkena penekanan pada *roll* pengarah plastik. Formula perhitungan sebagai berikut.

$$F_{total} = F + F_{gk} \quad (\text{III-53})$$

$$F_{total} = 6,86 \text{ N} + 32,25 \text{ N} = 39,11 \text{ N}$$

Mencari torsi motor yang dibutuhkan sebagai berikut:

$$T = F_{total} \cdot r \quad (\text{III-54})$$

Keterangan:

T = Torsi [Nm]

F_{total} = Gaya yang berputar [N]

r = Jari-jari lingkaran [m]

$$T = 39,11 \text{ N} \cdot 0,0175 \text{ m} = 0,68 \text{ Nm}$$

Torsi sementara untuk pemutaran *shaft* penggerak penarik plastik ialah 0,68 Nm. Maka untuk memastikan keamanan dari motor yang akan digunakan, torsi sementara harus dikalikan oleh *safety factor* standar yaitu 2. Maka perhitungannya sebagai berikut:

$$T_s = T \cdot SF \quad (\text{III-55})$$

$$T_s = 0,68 \text{ Nm} \cdot 2 = 1,37 \text{ Nm}$$

Maka untuk torsi *safety* yang akan digunakan untuk memilih motor penarik penggerak plastik yaitu 1,37 Nm, serta untuk rpm yang dibutuhkan yaitu 122,72 rpm.

Setelah pencarian kebutuhan torsi *safety* pada motor penggerak penarik plastik. Selanjutnya mencari daya motor yang dibutuhkan untuk menarik plastik semua varian plastik. Formula perhitungan sebagai berikut:

$$P = \frac{2\pi \cdot n \cdot T_s}{60} \quad (\text{III-56})$$

Keterangan:

P = Daya motor [kW]

n = *Speed machine* [rpm]

T_s = Torsi *safety* [kN.m]

$$P = \frac{2\pi \cdot 122,72 \text{ rpm} \cdot 1,37 \text{ N.m}}{60} = 0,0018 \text{ kW}$$

Telah diketahui daya motor yang dibutuhkan yaitu 0,0018 kW untuk motor penggerak penarik plastik. Maka untuk pemilihan motor yang akan digunakan yaitu dengan melihat daya motor yaitu 0,0018 kW, *speed machine* yaitu 122,72 rpm, dan torsi *safety* yang dibutuhkan 1,37 Nm.

Maka untuk pemilihan motor servo yang sesuai dengan daya motor, torsi dan rpm berlaku yaitu motor servo Mitsubishi HG-KR43 (B).

Pada katalog Mitsubishi servo motor, *rated speed* untuk motor servo Mitsubishi HG-KR43 (B) ialah 3000 r/ min.

Setelah penentuan motor maka harus mengetahui rasio yang akan digunakan, untuk pengaturan rasio yang digunakan yaitu 1:25 dengan menggunakan mikrokontroler. Selanjutnya untuk formula penentuan rasio pada motor sebagai berikut:

Rasio yang diatur dengan mikrokontroler yaitu 1:25.

$$n_{motor} = \frac{n_{avg}}{25} = \frac{3.000 \text{ rpm}}{25} = 120 \text{ rpm}$$

$$R = \frac{n_{max}}{n_{motor}} \quad (\text{III-57})$$

Keterangan:

R = Rasio

n_{motor} = *Output speed* motor[rpm]

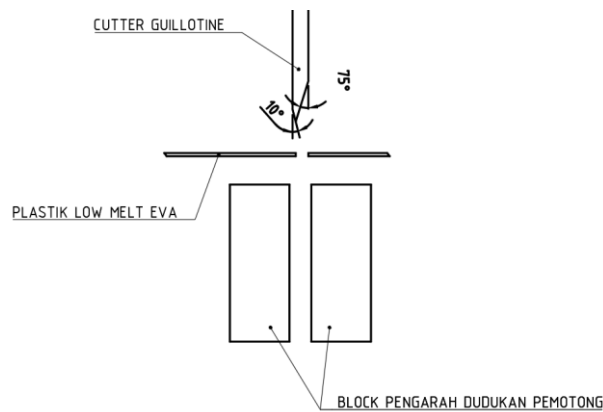
n_{max} = *Output speed* tertinggi pada varian plastik [rpm]

$$R = \frac{122,72 \text{ r/min}}{120 \text{ r/min}} = 1,02$$

Hasil rasio yang diperhitungkan ialah 1,02. Hasil ini masih dalam rasio dalam katalog Mitsubishi servo motor HG-KR43 (B), maka dapat dipastikan motor servo ini **AMAN** jika digunakan dengan mikrokontroler rasio 1:25.

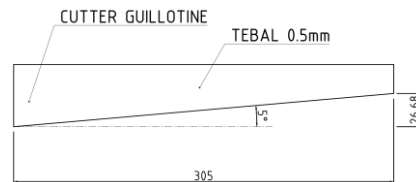
Untuk pemindahan torsi dan rpm pada motor ke *shaft* penggerak penarik plastik menggunakan *sprocket*. Maka untuk rasio *sprocket* yang digunakan 2:1.

6. Perhitungan gaya potong *cutter* terhadap plastik yang akan dipotong

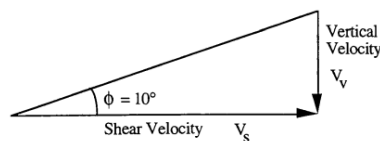


Gambar III.23 Konsep Pemotongan Plastik *Low Melt Eva*

a. Menentukan Kecepatan *Vertical* Dari *Cutter Guillotine*



Gambar III.24 *Cutter Guillotine*



Gambar III.25 Perhitungan Kecepatan Pada *Cutter Guillotine*

Plastik yang digunakan yaitu *ethylene vinyl acetate* dengan *shear stress* 9,58 MPa, untuk jarak pemotongan dari atas *cutter* yaitu 0,044 m. Untuk kecepatan pemotongan kebawah yaitu 0,75 detik. Maka untuk perhitungan kecepatan vertikal *cutter guillotine* sebagai berikut:

$$v_v = \frac{l}{t} \quad (\text{III-58})$$

Keterangan:

v_v = Kecepatan potong vertikal [m/s]

l = Panjang pemotongan [m]

t = Waktu pemotongan [s]

$$v_v = \frac{0,044 \text{ m}}{0,75 \text{ s}} = 0,13 \text{ m/s} \quad (\text{III-59})$$

Setelah diketahui kecepatan potong vertikal dari *cutter guillotine* terhadap plastik *low melt eva* yaitu 0,13 m/s. Maka selanjutnya mencari kecepatan potong geser terhadap plastik.

b. Menentukan Kecepatan Potong Geser Dari *Cutter Guillotine*

$$v_s = \frac{v_v}{\tan(\alpha)} \quad (\text{III-60})$$

Keterangan:

v_s = Kecepatan potong geser [m/s]

v_v = Kecepatan potong vertikal [mm]

α = Sudut *cutter guillotine* [°]

$$v_s = \frac{0,13 \text{ m/s}}{\tan(5^\circ)} = 3,3 \text{ m/s}$$

Hasil dari kecepatan potong geser yang terjadi pada plastik *low melt eva roll* adalah 3,3 m/s. Setelah mengetahui kecepatan potong geser plastik, maka selanjutnya menghitung kekuatan pemotongan yang dibutuhkan terhadap plastik *low melt eva*.

c. Menentukan Kekuatan Pemotongan Yang Dibutuhkan

Ketebalan dari plastik *low melt eva roll* adalah 0,05 mm untuk 1 layer, dan *shear stress* plastik *low melt eva roll* adalah 9,58 MPa. Setelah data yang diperlukan sudah tersedia, maka untuk formula perhitungan sebagai berikut:

$$F = \tau \cdot \left(\frac{h^2}{2 \cdot \tan(\alpha)} \right) \quad (\text{III-61})$$

Keterangan:

F = Gaya kekuatan pemotongan [N]

τ = *Shear stress* plastik *low melt eva* [MPa]

h = Tebal plastik [mm]

α = Sudut *cutter guillotine* [°]

$$F = 9,58 \text{ MPa} \cdot \left(\frac{(0,1 \text{ mm})^2}{2 \cdot \tan(5^\circ)} \right) = 0,55 \text{ N}$$

Maka untuk kekuatan potong yang dibutuhkan untuk memotong plastik *low melt eva roll* yaitu 0,55 N. Setelah perhitungan awal selesai, dilanjut dengan melengkapi konstruksi.

III.3.2 Melengkapi Konstruksi

Setelah evaluasi hasil penilaian berbagai konsep, dipilihlah alternatif fungsi kombinasi yang dianggap paling efektif. Langkah selanjutnya yaitu memperbaiki, dan memperinci *draft* perancangan yang telah disusun dan menentukan *design for ergonomics* pada rancangan mesin dapat dilihat pada Bab IV Hasil dan Pembahasan, serta kemungkinan ada beberapa penyesuaian dari tata letak untuk melengkapi konstruksi sebelumnya yang akan digambarkan secara lengkap dan lebih rinci.

III.3.3 Perhitungan Lanjut

Perhitungan lanjut diperlukan untuk memastikan perhitungan awal dari dimensi, bentuk, dan fungsi komponen mesin dapat beroperasi dengan baik dan optimal. Perhitungan lebih lanjut ini mencakup pengendalian perhitungan, validasi rancangan, dan analisis menggunakan *software solidworks*. Rincian perhitungan lebih lanjut, validasi, serta analisis lebih lanjut akan dijelaskan secara mendetail dalam bab selanjutnya yaitu Bab IV Hasil dan Pembahasan.

III.4 Detail Desain

Pada tahapan detail desain dilakukannya pembuatan dokumentasi teknik terhadap hasil rancangan yang dibuat. Sehingga luaran dari tahapan ini dihasilkannya gambar *draft* rancangan, dan gambar kerja.

III.4.1 Draft Rancangan

Draft rancangan dari mesin otomatis *sealer cutting* plastik *low melting eva roll* berfungsi untuk menunjukkan fungsi-fungsi bagian mesin secara lebih rinci, untuk *draft* rancangan terdapat pada Lampiran 5.

III.4.2 Gambar Kerja Susunan & Gambar Kerja Bagian

Menurut [30], Gambar kerja adalah gambar sebuah komponen konstruksi yang merupakan gambar kerja suatu komponen yang harus dibuat atau elemen standar yang dimodifikasi untuk dibuatkan di bengkel.