



***Perancangan Mesin Auto
Hot Stamping Unit dan Analisis penggunaan Hot
Stamping pada Material***

Tugas Akhir

**Oleh:
Dewa Kurnia Sandy (4211811028)**

**Program Studi Teknik Mekatronika
Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Batam
2023**

Pernyataan Keaslian Tugas Akhir

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan Tugas Akhir saya yang berjudul: "Perancangan Mesin Auto Hot Stamping Unit dan Analisis penggunaan Hot Stamping pada Material" adalah hasil karya sendiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan, dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip atau dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Batam, 21 Juni 2024



Dewa kurnia sandy
NIM: 42118110

Lembar Pengesahan

Tugas Akhir disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T)
di
Politeknik Negeri Batam

Oleh:
Dewa Kurnia Sandy (4211811028)

Tanggal Sidang: 17 Juli 2024

Disetujui oleh:

Penguji I



Dr. Abdurrahman Dwijotomo,
S.ST., M.Sc.
NIK: 122257

Pembimbing I



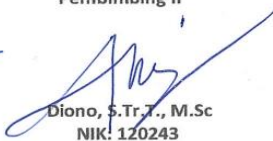
Irwanto Zarma Putra, S.Pd., M.Eng
NIK: 118200

Penguji II



Eka Mutia Lubis, S.Pd., M.Pd
NIK: 117186

Pembimbing II



Diono, S.Tr.T., M.Sc
NIK: 120243

Perancangan Mesin *Auto Hot Stamping Unit* dan Analisis Penggunaan *Hot Stamping* pada *Material*

Abstrak

Semakin bertambahnya tahun, ada banyak sekali perkembangan inovasi dari berbagai bidang, termasuk juga bidang kesehatan khususnya pada alat – alat medis itu sendiri. Salah satu syarat agar alat – alat medis dapat digunakan adalah dengan melihat kondisi alat tersebut, akan kelayakan pakai, sterilisasi hingga standarisasi pada alat – alat tersebut. Bilamana kondisi dari suatu alat medis tidaklah memenuhi persyaratan, maka penggunaan alat tersebut tentulah tidak direkomendasikan. Karena hal tersebut akan berdampak buruk pada proses tindak medis. maka dari itu, penelitian kali ini akan dibuat suatu mesin yang dapat melakukan proses *Stamping* atau *Marking* pada proses produksi alat *Tranfusi set*. Tujuan dari pemberian *marking* pada alat *Tranfusi set* adalah sebagai penanda arah pengunci dari alat itu sendiri, yang nantinya dapat memudahkan tenaga medis dalam melakukan tindak medis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menerapkan prinsip sistem penggerak Pneumatik dan PLC sebagai sistem kendali pada alat ini. Selain itu juga perancangan alat ini juga bertujuan untuk mengetahui dampak penggunaan *Hot Stamping* pada material yang berbahan dasar plastic PVC, serta dapat dilakukan analisa pada hasil proses tersebut. Pada penelitian ini nantinya proses analisis yang dilakukan pada selang transfusi set akan menggunakan metode analisis Deskriptif Kuantitatif pada *temperature stamping* tersebut, kemudian data dari hasil analisa tersebut akan digunakan untuk menentukan nilai *temperature optimum* dan durasi *stamping* yang sebaiknya digunakan untuk proses *stamping* pada proses produksi.

Kata kunci: Alat Medis, Sistem Pneumatik, PLC, *Rotary Encoder*.

Auto Machine Design Hot Stamping Unit and Analysis of the use of Hot Stamping on Materials

Abstract

As the years go by, there are many innovative developments in various fields, including the health sector, especially in medical devices themselves. One of the conditions for medical equipment to be used is to look at the condition of the equipment, its suitability for use, sterilization and standardization of the equipment. If the condition of a medical device does not meet the requirements, then the use of the device is certainly not recommended. Because this will have a negative impact on the medical process. Therefore, this research will create a machine that can carry out the stamping or marking process in the production process of transfusion set equipment. The purpose of marking the transfusion set device is to mark the locking direction of the device itself, which will make it easier for medical personnel to carry out medical procedures. The method used in this research is to apply the principle of a pneumatic drive system and PLC as a control system for this tool. Apart from that, the design of this tool also aims to determine the impact of using Hot Stamping on materials made from PVC plastic, and analysis of the results of the process can be carried out. In this research, the analysis process carried out on the set transfusion hose will use the Quantitative Descriptive analysis method on the stamping temperature, then the data from the results of this analysis will be used to determine the optimum temperature value and stamping duration that should be used for the stamping process in the production process.

Keywords: Medical Devices, Pneumatic Systems, PLC, Rotary Encoder.

Kata Pengantar

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Proyek Tugas Akhir yang berjudul “Perancangan Mesin Auto Hot Stamping Unit dan Analisis penggunaan Hot Stamping pada Material”. Proyek Akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan kelulusan akademis di jurusan Teknik Elektro program studi Diploma - IV Teknik Mekatronika, Politeknik Negeri Batam.

Dalam merancang, menyusun, dan membuat Laporan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, dukungan serta semangat dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis bermaksud ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada pihak berikut:

- 1. Kepada Yth. Bapak Uuf Brajawidagda, ST., MT., Ph.D., selaku Direktur Politeknik Negeri Batam.*
- 2. Kepada Yth. Bapak Dr. Budi Sugandi S.T., M.Eng., selaku Kepala Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Batam.*
- 3. Kepada Yth. Bapak Dr. Indra Hardian Mulyadi, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Mekatronika Politeknik Negeri Batam.*
- 4. Kepada Yth. Ibu Eka Mutia Lubis, S.Pd., M.Pd., selaku Wali Dosen penulis.*
- 5. Kepada Yth. Bapak Dr. Abdurahman Dwijotomo, S.ST., M.Sc. dan Yth. Ibu Eka Mutia Lubis, S.Pd., M.Pd. selaku Dosen Penguji penulis.*
- 6. Seluruh Dosen dan Staf Karyawan Teknik Elektro Politeknik Negeri Batam.*
- 7. Teman-teman seperjuangan di Teknik Mekatronika Malam angkatan 2018 yang tidak dapat disebut namanya satu persatu.*
- 8. Bapak Ichwan dan Bapak Fiki selaku rekan kerja, yang senantiasa membantu dan mengajari penulis selama proses berlangsung.*
- 9. Seluruh saudara dan kerabat yang senantiasa membantu penulis yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.*
- 10. Seluruh sahabat, teman dan rekan kerja yang selalu menyemangati dan memberi masukan positif untuk penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.*
- 11. Kepada Hesti Dwi Wardani selaku rekan hidup penulis, yang senantiasa menyemangati dan memberi masukan positif untuk penulis.*

Penulis menyadari masih terdapat banyak kesalahan dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diperlukan untuk memperbaiki kesalahan penulis.

Akhir kata dari penulis, semoga apa yang sudah dikerjakan dapat diamankan dengan baik oleh diri penulis sendiri dan bagi orang banyak. Penulis berdoa, semoga Allah SWT, membalas semua kebaikan dari banyak pihak yang telah membantu penulis.

Batam, 21 Juni 2024



Dewa kurnia sandy
NIM: 4211811028

Daftar Isi

Abstrak	iii
<i>Abstract</i>	iv
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	ix
Daftar Tabel	x
Bab 1. Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan	2
1.4. Manfaat	3
1.5. Batasan	3
1.6. <i>Work Breakdown Structure</i>	4
Bab 2. Tinjauan Pustaka	5
2.1. Pneumatik	5
2.2. <i>PLC (Programmable Logic Controller)</i>	6
2.2.1. Perangkat Keras pada PLC	7
2.2.2. Pemrograman PLC	7
2.2.3. PLC Omron CP2E-N30DR-D	8
2.2.4. <i>Rotary Encoder</i>	9
2.2.5. <i>Temperature Control</i>	9
Bab 3. Metodologi Penelitian	11
3.1. Perancangan	11
3.1.1. Rancangan Penelitian	11
3.1.2. Rancangan Mekanikal	13

3.1.3. Rancangan Elektrikal.....	14
3.1.4. Rancangan <i>Software</i>	19
3.2. Alat dan Bahan	20
3.3. Pengujian.....	23
3.3.1. Pengujian Produk.....	23
3.3.2. Prosedur Pengujian.....	23
3.3.2.1 Instrumen Pengujian.....	23
3.3.2.2 <i>Sampling</i>	27
Bab 4. Hasil dan Pembahasan	28
4.1. Data Hasil Penelitian	28
4.1.1. Perbandingan Manual Stamping dengan Mesin Auto Hot Stamping	28
4.2. Pembahasan.....	30
4.2.1. Pengujian Hot Stamping pada Sample produk	32
4.2.2. Standar Produk <i>AVF SafeStyle</i>	32
4.2.3. Penentuan holding time/Stamping.....	33
4.2.4. Pengujian Suhu dan Holding time terhadap bentuk marking dan ketahanan Tube	34
4.2.5. Pengujian Crack test, Fastness test dan <i>Size of Mark/Stamp</i> pada bentuk stamping	37
4.2.5.1 Fastness Test.....	37
4.2.5.2 <i>Crack Test</i>	38
4.2.5.3 <i>Size of Mark/Stamp</i>	38
Bab 5. Kesimpulan dan saran	53
5.1. Kesimpulan.....	53
5.2. Saran	54
Daftar Pustaka.....	55

Daftar Gambar

Gambar 1. PLC Omron CP1E-N30DR-D.....	8
Gambar 2. OMRON E6B2-CWZ6C <i>Rotary Encoder</i>	9
Gambar 3. Temperature Control OMRON E5CC-RX2ASM-800.....	10
Gambar 4. Motor AC 2GN90KF	10
Gambar 5. Flowchart Rangkaian Penelitian	11
Gambar 6. Diagram Blok Proses	12
Gambar 7. Rancangan Mekanikal #1.....	13
Gambar 8. Rancangan Mekanikal #2.....	14
Gambar 9. Alamat <i>Input</i> PLC	15
Gambar 10. Alamat <i>Output</i> PLC	16
Gambar 11. Wiring Control AC	17
Gambar 12. Wiring Control DC.....	18
Gambar 13. Rancangan <i>Software</i>	19
Gambar 14. <i>Sample Product AVF SafeStyle</i>	23
Gambar 15. <i>Power Switch</i>	24
Gambar 16. <i>Main Air Pressure</i>	24
Gambar 17. <i>Roller Tape</i> dan <i>Jig Stamping Unit</i>	25
Gambar 18. <i>Push Button</i>	25
Gambar 19. <i>Tube Cutting Part</i>	26
Gambar 20. <i>Motor Roller Tape</i>	26
Gambar 21. Perbandingan <i>Flowchart Manual Stamping</i> proses dan <i>Auto Stamping</i>	28
Gambar 22. Hasil perbandingan dari pengujian penentuan suhu dan <i>holding time</i>	36
Gambar 23. Hasil pengujian <i>Fastness test</i>	37
Gambar 24. Penyebaran Data dari pengujian ukuran panjang marking pada <i>Sample produk</i>	39
Gambar 25. Penyebaran Data dari hasil pengujian ukuran panjang marking pada <i>sample produk</i>	41
Gambar 26. Penyebaran Data dari hasil pengujian ukuran lebar marking pada <i>sample produk</i>	43
Gambar 27. Penyebaran Data dari hasil pengujian ukuran lebar marking pada <i>sample produk</i>	45
Gambar 28. Penyebaran Data dari hasil pengujian ukuran lebar marking pada <i>sample produk</i>	47

Daftar Tabel

Tabel 1. <i>Work Breakdown Structure</i>	4
Tabel 2. Alat dan Bahan	20
Tabel 3. Perbandingan Proses Manual dengan Proses Auto.....	29
Tabel 4. Parameter yang akan diuji pada Standar Produk	32
Tabel 5. Hasil perbandingan ukuran panjang stamping dari setiap parameter holding time	33
Tabel 6. Ringkasan Hasil pengujian pada penentuan suhu dan <i>Holding time</i>	35
Tabel 7. Ringkasan Hasil Pengujian <i>Fastness Test</i> , <i>Crack Test</i> dan <i>Size of Mark/Stamp</i>	50
Tabel 8. Nilai Parameter <i>Temperature</i> dan <i>holding time</i> pada Standar Produk <i>Avf SafeStyle</i>	51
Tabel 9. Nilai Batasan ukuran pada Standar Produk <i>Avf SafeStyle</i>	51
Tabel 10. Kriteria Penilaian pada Standar Produk <i>Avf SafeStyle</i>	52

Bab 1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Tranfusi set merupakan salah satu Peralatan medis yang begitu penting digunakan dalam proses transfusi darah, pada proses transfusi darah terdapat Standar yang harus diperhatikan ketika hendak menjalankan proses tersebut, termasuk standar pada alat Transfusi set itu sendiri. Salah satu standar kelayakan pada alat transfusi set ialah adanya tanda garis yang terdapat pada bagian ujung selang tranfusi set, tanda tersebut berupa garis hitam yang menunjukkan arah dari bagian ujung jarum dan pengunci selang tranfusi set. Hal ini penting diperhatikan oleh petugas medis ketika melakukan proses tindakan medis, terutama pada tindakan medis yang menggunakan alat transfusi set itu sendiri. karena ketika proses tindakan medis tersebut telah selesai dilaksanakan maka petugas medis harus dengan cepat melakukan penguncian pada alat tersebut agar darah yang mengalir dalam selang transfusi set tidak menyemprot keluar dan mengenai pasien, sangat beresiko fatal jika hal itu terjadi. Maka dari itu dalam penelitian ini, akan dibuat suatu mesin yang dapat melakukan suatu proses *marking* atau pemberian tanda pada alat Transfusi set. Ada beberapa metode yang akan digunakan dalam penelitian ini, yaitu sistem pneumatik, PLC dan *rotary encoder*. Ketiga metode tersebut akan diaplikasikan bersama, sehingga akan menjadi suatu mesin yang akan melakukan proses hot stamping pada *Tube* transfusi.

Hal yang mendasari dari perancangan Mesin *Auto hot stamping* ini ialah pada awalnya proses *marking* pada selang tranfusi set dilakukan dengan cara manual dengan menggunakan spidol dan jig pembatas sebagai alat media cetak *marking* pada selang transfuse set, setelah proses *marking* dilakukan, alat transfusi akan dilanjutkan dengan proses *dryer* atau proses pengeringan pada tinta marking yang telah dicetak diselang transfuse set, akan tetapi proses tersebut banyak menimbulkan reject pada bagian *marking* karena penggunaan tinta spidol yang tidak stabil pada proses marking. Sehingga dari permasalahan tersebut dirancanglah suatu mesin yang dapat melakukan proses *Hot Stamping* sebagai pengganti dari proses *marking* dengan menggunakan tinta spidol. *Hot stamping* adalah proses percetakan kering dimana pigmen warna atau bahan logam ditransfer dari lembaran kertas film terus menerus ke objek yang akan dihiasi. Penerapan ini dikendalikan oleh panas dan tekanan, proses ini bersih, kering dan cepat, dan bebas dari masalah umumnya terkait dengan proses percetakan tinta basah.

Penelitian tentang proses *Hot Stamping* bukan merupakan penelitian yang pertama kali diadakan. Penelitian ini sudah pernah dilakukan sebelumnya di Turkey oleh Munir Tasdemir pada material berbahan ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) (2016) [1]. bahwa jika tekanan pada proses *stamping* stabil maka suhu pada area *stamping* harus ditingkatkan sementara waktu siklus pada proses *stamping* dapat dikurangi agar hasil dari *stamping* mendapatkan kualitas yang baik.

Penelitian yang bertujuan untuk menguji dampak penggunaan *hot stamping* pada material baja pernah dilakukan oleh Naruhiko Nomura, Masahiro Kubo, Hiroshi Fukuchi dan Masahiro Nakata (2019) [2]. Hasil dari penelitian tersebut memberikan kesimpulan yaitu proses *Hot stamping* Umumnya dapat membuat lembaran baja menjadi lebih kuat jika melalui proses pendinginan.

Penelitian tentang alat pencetak tanggal kadaluarsa pada plastic pack dengan metode *hot stamping* pernah dilakukan oleh Eko Syamsudin (2020) [3]. Penelitian tersebut meneliti tentang pengaruh penggunaan *hot stamping* pada material plastic. Hasil penelitian tersebut memberikan kesimpulan tinta pada ribbon tape akan meleleh jika *stamping head* mengenai ribbon pada suhu 100°C, proses ini cukup aman pada objek yang akan distamping karena objek tersebut berupa plastik polipropilen yang dapat menahan panas hingga 140°C.

Setelah melihat beberapa referensi penelitian yang telah disebutkan diatas Maka dari itu berdasarkan latar belakang pemikiran yang telah diuraikan, penulis tertarik untuk mengangkat judul **“Perancangan Mesin Hot Stamping Unit dan analisis penggunaan Hot Stamping pada material”**

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah penelitian ini yaitu bagaimana perancangan mesin Auto Hot Stamping dan dampak yang terjadi jika mesin Auto Hot Stamping diimplementasikan pada material berbahan PVC (Polyvinyl Chloride).

1.3. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menjelaskan proses perancangan mesin *Auto Hot Stamping Unit* untuk membantu proses produksi yang sesuai dengan kriteria standar produksi.
2. Menjelaskan tahapan-tahapan dan cara kerja mesin *Auto Hot Stamping Unit* dalam proses produksi.
3. Menjelaskan dan menganalisa dampak penggunaan *Hot Stamping* terhadap material dan hasil produksi.

1.4. Manfaat

Perancangan mesin *Auto Hot Stamping Unit* ini diharapkan dapat memberikan manfaat kebijakan bagi perusahaan dalam industri produksi alat kesehatan. Secara umum dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam pengambilan kebijakan dalam penggunaan mesin *Auto Hot Stamping Unit* untuk menciptakan proses produksi yang lebih efektif dan efisien. Secara khusus mengenai kebijakan diperlukan atau tidaknya penggunaan mesin *Auto Hot Stamping* dalam proses produksi.

Hasil dari penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan keuntungan praktik baik dari sisi tenaga kerja dan perusahaan. Manfaat bagi tenaga kerja adalah mengurangi beban pada pekerja disaat proses produksi sehingga penggunaan tenaga kerja lebih efektif dan efisien. Adapun manfaat terhadap perusahaan menjadi lebih selektif dan objektif dalam menentukan arah yang ingin diraih perusahaan pada masa yang akan datang. Selanjutnya, perusahaan dapat menentukan penggunaan mesin dan efisiensi tenaga kerja pada perusahaan.

1.5. Batasan

Pada penelitian ini, permasalahan yang dibatasi sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan satu jenis standar produk.
2. Sistem pemantauan perhitungan mengolah data dari PLC dan hasilnya ditampilkan melalui counter.
3. Mesin ini dikerjakan oleh tim gabungan antara Mahasiswa Politeknik Negeri Batam dan Industri

1.6. *Work Breakdown Structure*

Pengerjaan mesin ini dilakukan oleh tim gabungan dari Mahasiswa Politeknik Negeri Batam dan Industri. Adapun pembagian tugas yang dilakukan adalah sebagai berikut

Tabel 1. *Work Breakdown Structure*
(Sumber: Data Pribadi)

No	Nama	Jabatan	Tugas dan Tanggung Jawab dalam Tim
1	Ichwan Akbar	<i>Asst. Manager</i> (Industri)	Penanggung Jawab Proyek
2	Fiki Akronali	<i>Programmer</i> PLC (Industri)	Membuat Program PLC dan Desain Mekanikal
3	Dewa Kurnia Sandy	Teknisi (Industri & Mahasiswa)	Desain Elektrikal dan Pneumatik

Bab 2. Tinjauan Pustaka

Hot stamping adalah proses pencetakan kering di mana pigmen warna atau bahan logam ditransfer dari lembaran film terus menerus ke objek yang akan distamping. Penerapan dikendalikan oleh panas dan tekanan, melepaskan warna dari kertas film menggunakan roller dan obligasi secara permanen ke objek yang dipilih. Namun pada proses mesin ini penggunaan kertas film digantikan dengan menggunakan *Blacktape* yang memiliki tekstur seperti kertas film. Proses ini bersih, kering dan cepat, dan bebas dari masalah umumnya terkait dengan proses pencetakan tinta basah [4], produksi perancangan mesin *hot stamping* ini terdiri dari beberapa komponen bergerak.

Komponen bergerak meliputi motor penggerak roller *blacktape*, motor penggerak roller *tube cutting*, *Cylinder stamping* dan *Cylinder grip*. Dan motor penggerak yang dihubungkan ke bagian roller *tube cutting* menggunakan metode pengereman *Rotary Encoder* sebagai pembatas putaran motor agar ukuran panjang tube bisa sesuaikan, dan mesin ini menggunakan PLC sebagai system kendali gerak disetiap komponen gerak yang terdapat di mesin ini.

Karena serangkaian proses bisa dijalankan dalam satu mesin secara bersamaan demi meningkatkan efisiensi. Maka Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menerapkan sistem pneumatik, PLC serta penggunaan rotary encoder dan juga motor Ac yang akan melakukan proses tube cutting.

2.1. Pneumatik

Pneumatik merupakan sebuah sistem penggerak yang menggunakan udara sebagai media penggeraknya. Prinsip kerja dari sistem pneumatik adalah mengubah energi pada udara bertekanan menjadi energi gerak, baik gerak translasi melalui silinder pneumatik, maupun gerak rotasi pada motor. Udara yang dijadikan media kerja dalam sistem pneumatik bukanlah sembarangan udara, tetapi merupakan udara yang telah dikompresi (dimampatkan). Biasanya yang digunakan adalah udara mampat kering (melalui proses pengeringan *air dryer*) [5].

Komponen dalam sistem pneumatik terdiri dari beberapa bagian sebagai berikut:

1. Aktuator

Aktuator merupakan komponen yang paling utama dari sebuah sistem pneumatik. Karena tanpa adanya aktuator, maka sebuah

sistem pneumatik tidak dapat dijalankan. Karena, fungsi dari aktuator adalah sebagai sebuah unit penggerak, dimana gerak tersebut dihasilkan dari perubahan energi pada udara diubah menjadi energi mekanik (translasi/rotasi).

2. Motor Pneumatik
Motor pneumatik mengubah energi pneumatik (udara kempa) menjadi gerakan putar mekanik yang kontinyu [6].
3. Kompresor
Kompresor memiliki fungsi sebagai media untuk memampatkan udara.
4. Penggerak Katup
Penggerak katup berfungsi untuk mengatur atau mengontrol udara yang keluar-masuk aktuator. Dan sebagai pencegah aliran balik pada udara.
5. Regulator
Regulator berfungsi untuk mengontrol jumlah udara yang masuk dalam sebuah sistem pneumatik [5].

2.2. PLC (*Programmable Logic Controller*)

Programmable Logic Controller menurut Capiel (1982) adalah sistem elektronik yang beroperasi secara digital dan didesain untuk pemakaian di lingkungan industri, dimana sistem ini menggunakan memori yang dapat diprogram untuk penyimpanan secara internal instruksi-instruksi yang mengimplementasikan fungsi-fungsi spesifik seperti logika, urutan, pewaktuan, pencacahan dan operasi aritmatik untuk mengontrol mesin atau proses melalui modul-modul I/O digital maupun analog [7].

PLC merupakan sebuah sistem kontrol digital yang didesain untuk pemakaian industri dengan menggunakan pemrograman memori. Definisi PLC juga bisa dipahami lebih jelas dari arti namanya, antara lain:

1. *Programmable*
Ini berarti PLC mampu untuk menyimpan program yang dibuat oleh manusia dengan berbagai macam fungsi dan kegunaan yang tersimpan dalam memori PLC.
2. *Logic*
PLC mampu memproses input secara aritmatika dan logika untuk melakukan fungsi penjumlahan, pembagian, pengurangan, negasi, AND, OR dan lainnya.
3. *Controller*

PLC juga memiliki kemampuan sebagai pengontrol dan pengatur segala proses yang kita inginkan sehingga mampu memberikan hasil output yang sesuai dengan intruksi pada program.

2.2.1. Perangkat Keras pada PLC

Terdapat tiga bagian perangkat keras pada PLC, yaitu bagian *input*, *logic*, dan *output*. Berikut adalah penjelasan dari masing – masing bagian tersebut:

1. *Input*

Pada bagian *input* merupakan perangkat keras yang akan menjadi pemicu dari program PLC sebelum dijalankan. Contoh dari perangkat kerasnya adalah saklar, *push button*, *limit switch*, *rotary encoder*, dan semua jenis sensor.

2. *Logic*

Setelah bagian input memberikan sinyal bahwa sistem telah berjalan, maka bagian *logic* akan memproses logika – logika pemrograman yang sebelumnya sudah dibuat untuk dijalankan oleh perangkat keras bagian *logic*. Contoh dari perangkat keras pada bagian *logic* adalah *relay*, *timer*, *counter*, *temperature control*, *driver PLC*.

3. *Output*

Setelah bagian *logic* sudah menyelesaikan logika pemrograman yang akan dijalankan, perangkat keras pada bagian *output* akan menjalankan hasil dari program yang sedang berjalan. Contoh dari perangkat keras pada bagian *output* adalah lampu indikator, konveyor, motor, dll.

2.2.2. Pemograman PLC

Pada PLC terdapat beberapa bahasa pemrograman yang dapat digunakan untuk melakukan suatu pekerjaan. Berikut adalah beberapa bahasa pemrograman yang ada pada PLC:

1. Bahasa Tekstural

Bahasa pemrograman tekstural adalah bahasa yang berbentuk teks dan terdiri dari perintah yang harus diketahui oleh semua pengguna untuk membuat program [9]. Terdapat dua bagian dari bahasa pemrograman tekstural, yaitu:

- *Structured Text*
- *Instrurction List*

2. Bahasa Grafis/Visual

Terdapat tiga bagian dari bahasa pemrograman berbentuk grafis/visual, seperti:

- *Functional Block Diagram*
Diagram blok fungsi adalah cara sederhana pemrograman PLC di mana ada "Blok fungsi" tersedia dalam perangkat lunak pemrograman [9].
- *Sequential Function Chart*
Sequential Function Chart, di sisi lain, berupa grafik yang mewakili masing-masing fungsi dalam sistem kontrol PLC secara berurutan. Bagan *Sequential Function* adalah representasi visual dari operasi sistem untuk menampilkan urutan tindakan yang terlibat dalam operasi.
- *Ladder Diagram*
Bahasa pemrograman *Ladder Diagram* merupakan bahasa pemrograman yang paling sering digunakan ketika melakukan pemrograman pada PLC. Hal ini dikarenakan bahasa pemrograman lebih mudah digunakan dan diaplikasikan.

2.2.3. PLC Omron CP2E-N30DR-D

Omron merupakan salah satu merek atau *brand* dagang yang menjual barang-barang untuk industri otomasi. Salah satu produknya adalah PLC Omron dengan tipe CP2E-N30DR-D. PLC ini memiliki masukan digital 36 *port*, keluaran digital 24 *port*, memiliki *Relay Output*, serta *Power Supply* sebesar 24VDC. PLC Omron dapat dikonfigurasi dengan beberapa perangkat lunak, salah satu contohnya adalah CX-Programmer dan CX-Designer.



Gambar 1. PLC Omron CP1E-N30DR-D

(Sumber: <https://industrial.omron.eu/en/products/CP2E-N60DR-D>)

2.2.4. Rotary Encoder

Encoder adalah perangkat yang dapat digunakan untuk mendeteksi dan mengubah gerakan mekanis menjadi sinyal output berkode analog atau digital. Cara kerja sebuah Encoder adalah menggunakan berbagai jenis teknologi untuk menghasilkan sinyal, termasuk: mekanik, magnetik, resistif, dan optik. Pada penelitian kali ini akan digunakan Rotary encoder OMRON E6B2-CWZ6C. *Rotary encoder* ini akan membatasi rotasi motor yang akan digunakan untuk menentukan panjang pada tube. Terdapat produk memiliki batas atas dan batas bawah untuk standar produknya.



Gambar 2. OMRON E6B2-CWZ6C Rotary Encoder

(Sumber: <https://industrial.omron.eu/en/products/E6B2-CWZ6C-1000P-R-0-5M>)

2.2.5. Temperature Control

Temperature Control adalah instrumen yang digunakan untuk mengontrol suhu, terutama tanpa keterlibatan operator yang ekstensif. Cara kerja sebuah *temperature control* adalah pengontrol dalam sistem kontrol suhu akan menerima sensor suhu seperti termokopel atau RTD sebagai input dan membandingkan suhu aktual dengan suhu kontrol yang diinginkan, atau *set point*. Kemudian akan memberikan output ke elemen kontrol [11]. Pada penelitian kali ini akan digunakan *Temperature Control* OMRON E5CC-RX2ASM-800. *Temperature control* ini akan membatasi suhu yang ada di mould Stamping agar suhu tetap berada di nilai 100 derajat celcius. Yang nantinya akan digunakan untuk Proses Stamping pada wing Transfusi.



Gambar 3. Temperature Control OMRON E5CC-RX2ASM-800

(Sumber: https://www.omron-ap.com/data_pdf/cat/e5_c-800_h179-e1_5_5_csm1001629.pdf)

2.2.6. Motor AC

adalah jenis motor listrik yang bekerja menggunakan tegangan AC (Alternating Current). Motor AC memiliki dua buah bagian utama yaitu “stator” dan “rotor”. Stator merupakan komponen motor AC yang statis. Rotor merupakan komponen motor AC yang berputar. Motor AC dapat dilengkapi dengan penggerak frekuensi variabel untuk mengendalikan kecepatan sekaligus menurunkan konsumsi dayanya[12]. Pada penelitian kali ini akan digunakan 2 buah Motor AC dengan tipe 2gn90kf. Motor AC yang digunakan pada mesin ini berfungsi untuk memutar roller tube cutting sebagai supply Tube dan juga berfungsi untuk memutar roller belt yang terhubung langsung ke bagian Blacktape. Yang nantinya akan digunakan untuk Proses Stamping pada wing Transfusi set.



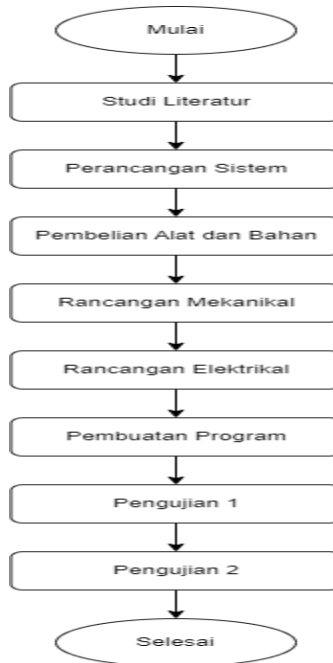
Gambar 4. Motor AC 2GN90KF

(Sumber: <http://dpcvietnam.com/san-pham/2ik6gn-sw2ml2gn9kf-2rk6gn-cw2ml2/>)

Bab 3. Metodologi Penelitian

3.1. Perancangan

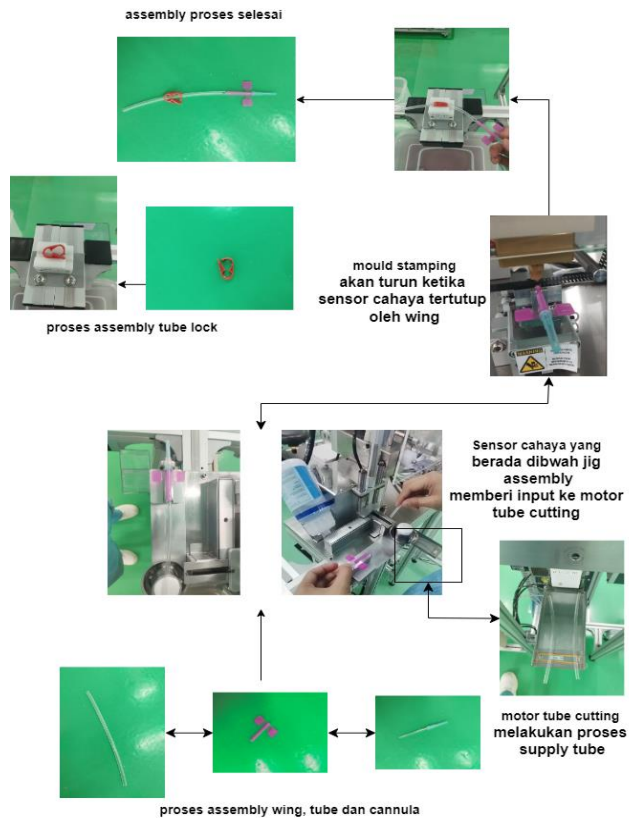
3.1.1. Rancangan Penelitian



**Gambar 5. Flowchart Rangkaian Penelitian
(Sumber : Data Pribadi)**

Pada Gambar 4 dapat diketahui terdapat beberapa tahapan dalam proses pembuatan Mesin *Auto Hot Stamping unit*. Tahapan paling awal adalah dengan melakukan studi literatur yang berguna untuk menunjang pembuatan mesin. Setelah mengetahui tentang informasi mengenai pembuatan mesin tersebut tahap selanjutnya adalah dengan merancang sistem, ketika rancangan sistem sudah ada berarti pada tahapan tersebut sudah ada gambaran mengenai alat dan bahan yang akan digunakan dalam pembuatan mesin. Kemudian adalah

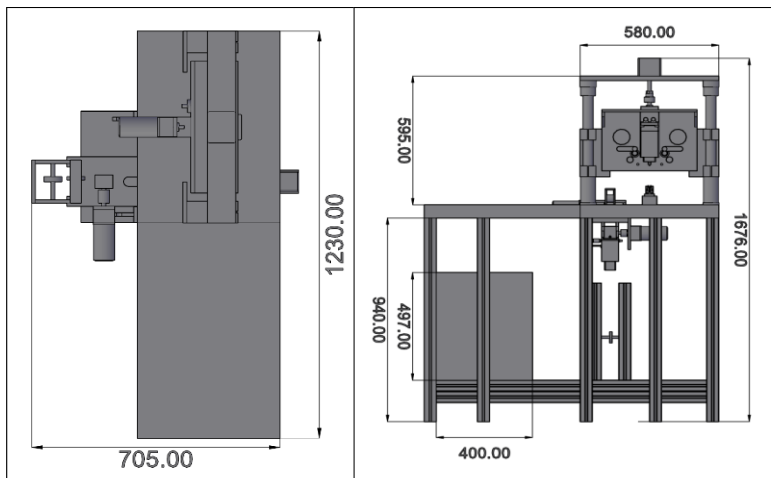
pembelian alat dan bahan, yang dilanjutkan dengan tahapan perancangan mekanikal. Ketika alat dan bahan, serta rancangan mekanikal sudah ada. Maka rancangan elektrikal sudah dapat dikerjakan, serta pembuatan program juga sudah dapat dilakukan. Setelah enam tahapan tersebut sudah dikerjakan, maka proses pembuatan mesin akan dapat berjalan sesuai dengan jadwal yang sudah dibuat. Bahkan, ketika salah satu dari tahapan tersebut dapat dikerjakan dengan cepat, maka proses pembuatan mesin dapat menjadi cepat dari jadwal yang sudah dibuat. Selanjutnya adalah tahapan pengujian 1 dan pengujian 2. Ketika kedua tahapan pengujian telah dilakukan, maka proses pembuatan mesin sudah selesai dan dapat dikirim ke bagian produksi.



Gambar 6. Diagram Blok Proses
(Sumber : Data Pribadi)

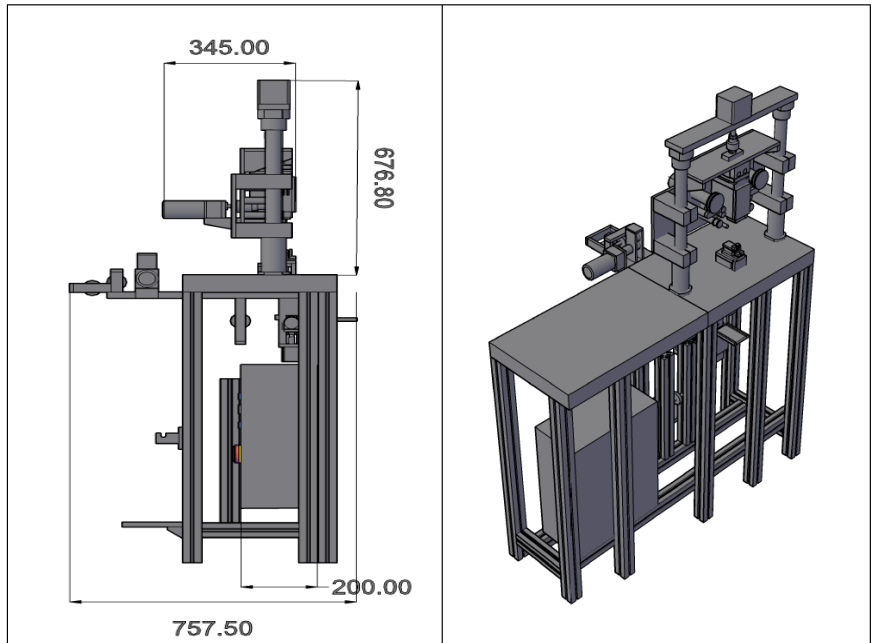
3.1.2. Rancangan Mekanikal

Rancangan mekanikal merupakan rancangan dasar yang akan dijadikan sebagai acuan dari desain mesin yang akan dibuat. Pada pembuatan Mesin *Auto Hot Stamping*, mesin akan dibuat dengan ukuran panjang 1230 mm, lebar 705 mm, dan tinggi 1636 mm. Dimensi tersebut adalah dimensi yang diukur dari base material mesin yang digunakan. Dan total tinggi dari keseluruhan mesin yang mencakup *Stamping Part* adalah 1676 mm. Untuk penjelasan lebih lanjut dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6.



Gambar 7. Rancangan Mekanikal #1

(Sebelah Kiri: Tampak atas, Sebelah Kanan: Tampak depan)
(Sumber: Data Pribadi)



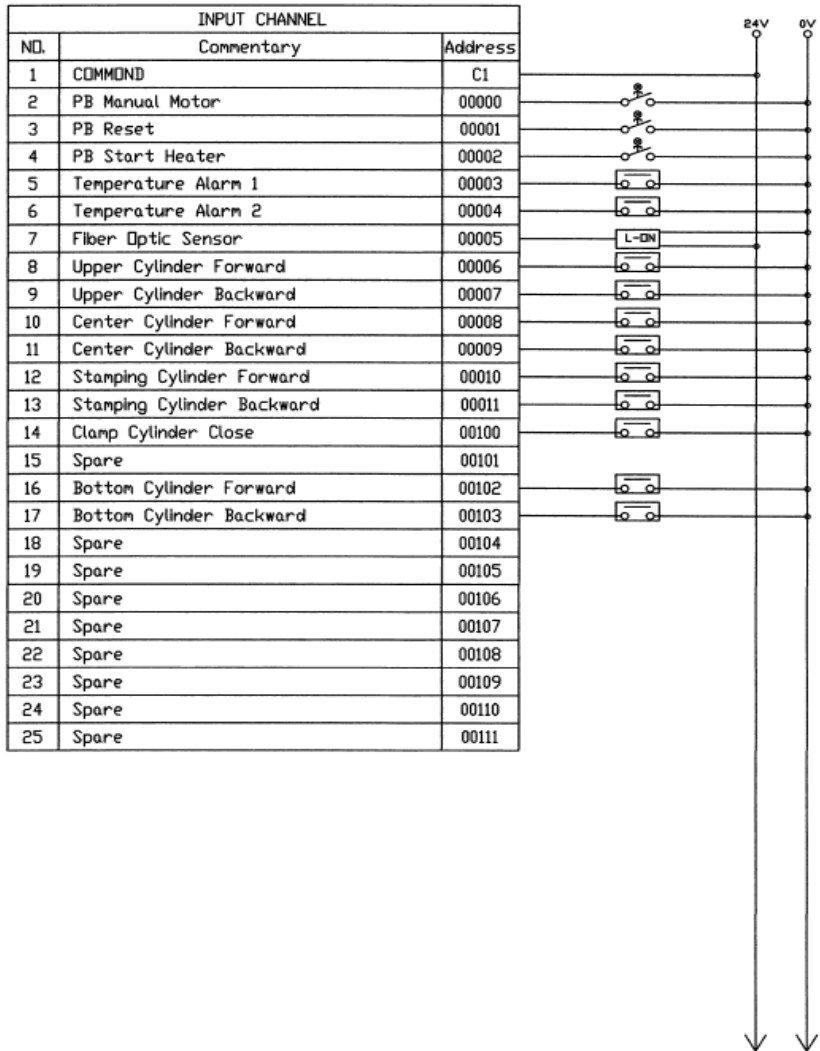
Gambar 8. Rancangan Mekanikal #2

**(Sebelah Kiri: Tampak samping, Sebelah Kanan: Tampak menyeluruh)
(Sumber: Data Pribadi)**

3.1.3. Rancangan Elektrikal

Rancangan Elektrikal dalam PLC diimplementasikan dengan membuat pengalamatan pada *input* dan *output* pada sistem PLC. Pengalamatan *input* dan *output* tersebut akan dipresentasikan dalam sebuah program PLC berupa *Ladder Diagram PLC*, yang akan menjalankan sistem PLC.

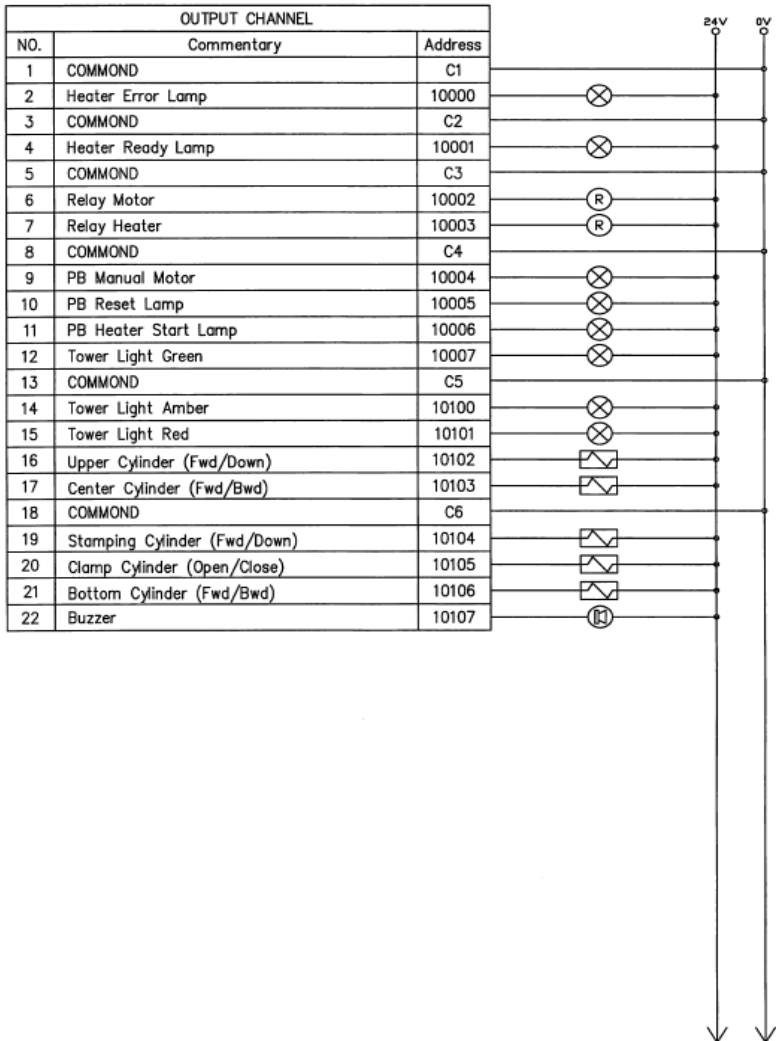
1. Alamat *Input* PLC



Gambar 9. Alamat *Input* PLC

(Sumber: Data Pribadi)

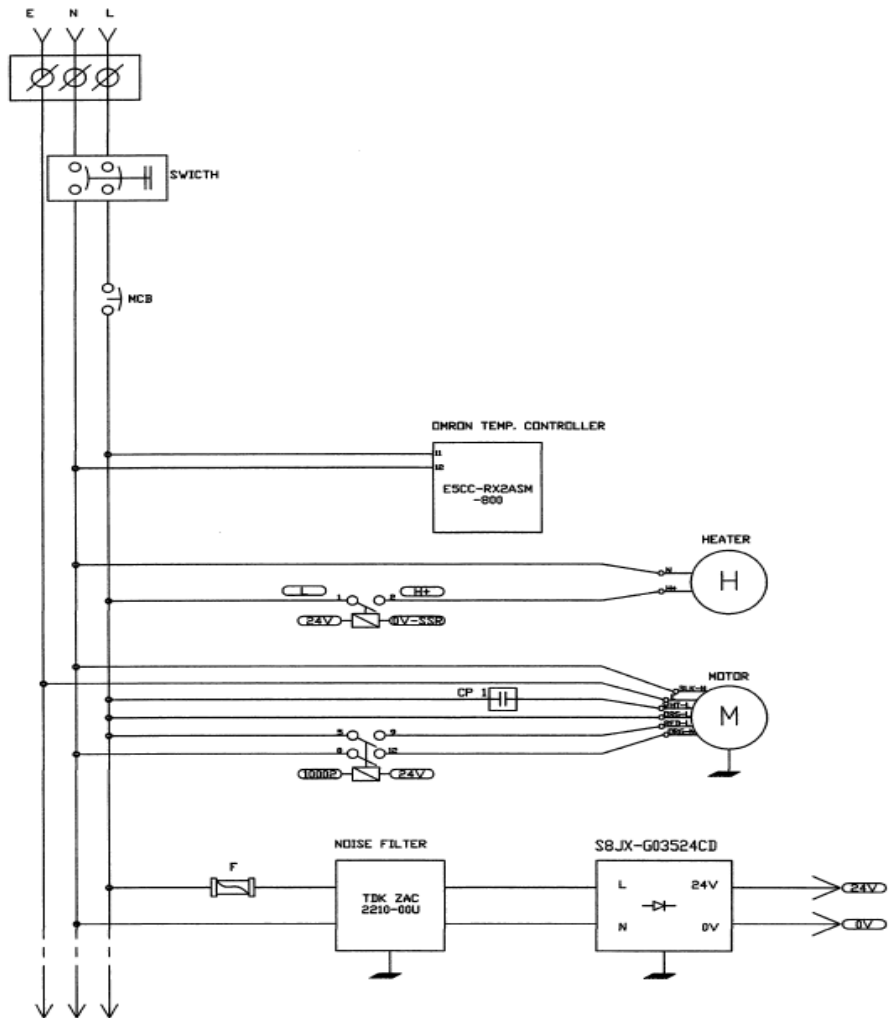
2. Alamat Output PLC



Gambar 10. Alamat Output PLC

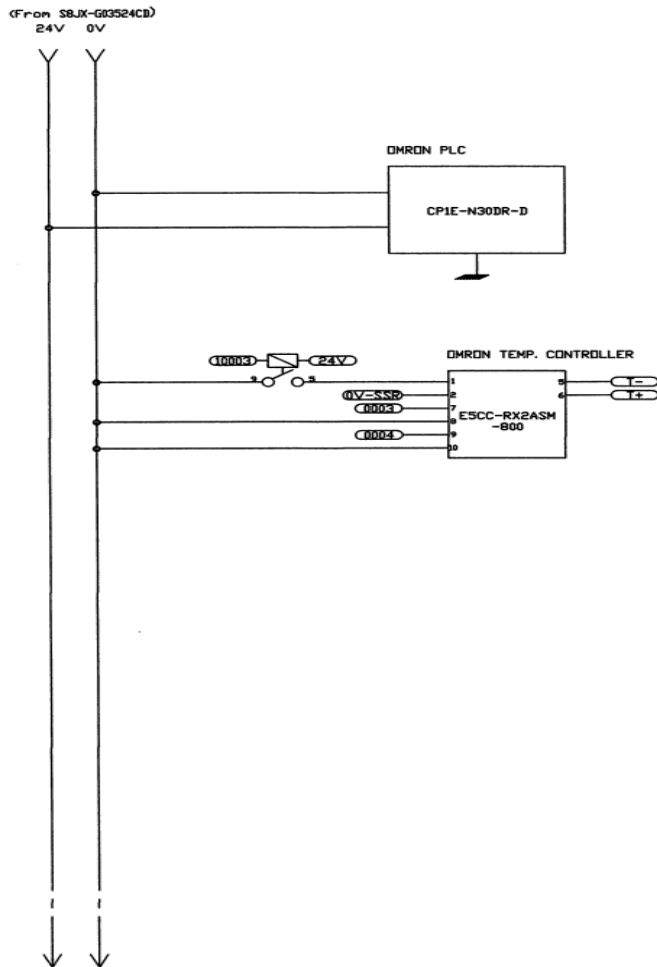
(Sumber: Data Pribadi)

3. Wiring Control AC



Gambar 11. Wiring Control AC
(Sumber: Data Pribadi)

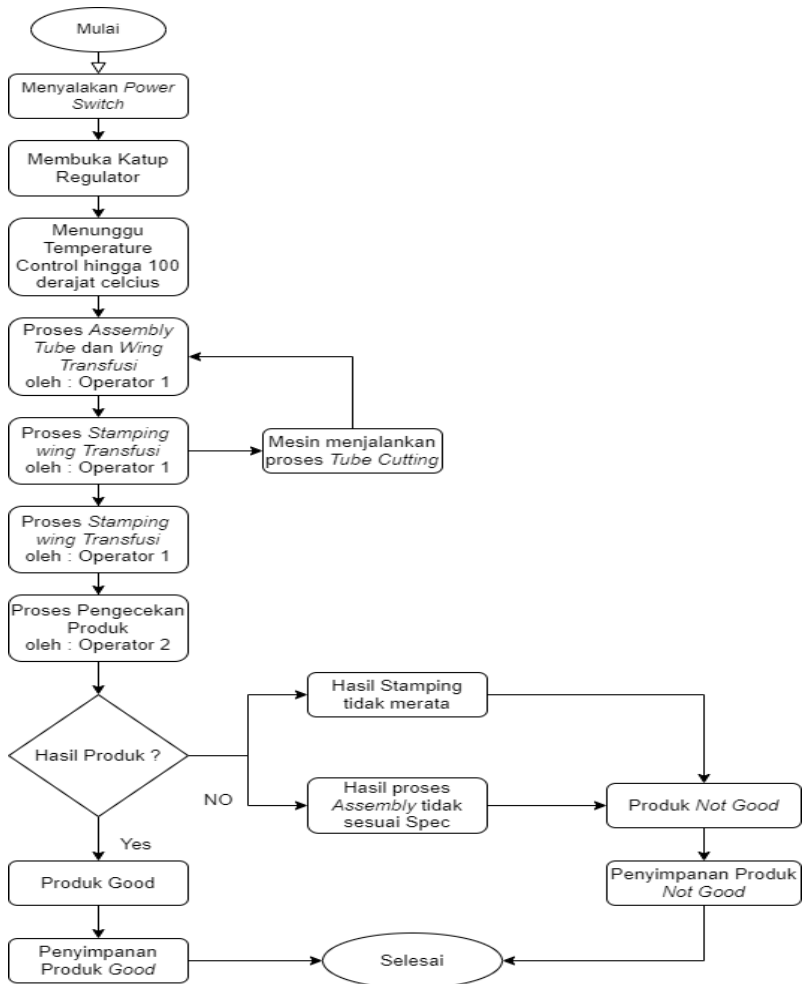
4. Wiring Control DC



Gambar 12. Wiring Control DC

(Sumber: Data Pribadi)

3.1.4. Rancangan Software



Gambar 13. Rancangan Software

(Sumber: Data Pribadi)

Gambar di atas merupakan *flowchart* dari rancangan sistem yang akan digunakan pada mesin. Diawali dengan menyalakan *power switch*, kemudian dilanjutkan dengan membuka katup udara pada bagian regulator, selanjutnya adalah menunggu *temperatur heater mould stamping* hingga mencapai nilai 100°C. Setelah temperatur heater telah mencapai 100°C, maka proses produksi dapat dijalankan dengan proses pertama yaitu proses assembly tube dan wing Transfusi yang dilakukan oleh operator 1, lalu meletakkan wing Transfusi ke dalam *stamping jig* yang tersedia. Ketika wing Transfusi yang telah diletakkan ke dalam *stamping jig* sudah benar, maka sensor yang terdapat dibawah permukaan jig akan membaca kemudian secara otomatis *stamping cylinder* akan bergerak turun untuk melakukan proses *stamping* pada Tube Transfusi dan secara serentak *motor roller tube cutting* juga akan bergerak untuk melakukan proses *tube supply* atau *tube cutting*. Hasilnya akan dilanjutkan oleh operator 2 untuk proses pengecekan. Kemudian produk tersebut dapat dipisahkan ke dalam penyimpanan produk.

Namun, jika peletakan wing Transfusi pada *stamping jig* salah maka hasil dari proses *stamping* tidak akan sesuai spesifikasi karena bentuk pada *jig stamping* tidak sesuai dengan bentuk *wing* ketika peletakan *wing* terbalik. Maka dari itu, efek yang ditimbulkan dari kesalahan tersebut bisa membuat kerusakan atau kecacatan pada bentuk *wing* Transfusi. Dan hasil dari proses produk tersebut adalah *not good* Kemudian produk *not good* tersebut akan dipisahkan dan disimpan pada tempat penyimpanan produk *not good* untuk menghindari terjadi tercampurnya produk yang sudah dilakukan pengecekan.

3.2. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan selama pembuatan Mesin *Hot Stamping* disediakan oleh Industri. Alat dan Bahan tersebut dapat dilihat pada Tabel 2 yang juga terdapat spesifikasi berupa *part number* dari alat dan bahan yang digunakan.

Tabel 2. Alat dan Bahan
(Sumber: Data industri)

S/N	Description / item	Drawing No / Model	Quantity
01	PLC	OMRON CP1E-N30DR-D	1
02	POWER SUPPLY	OMRON S8JX-G03524CD	1

03	RELAY + SOCKET	OMRON MY2N 24V DC 2P + PYF08A-E	1
04	SOLID STATE RELAY	OMRON G3PA-210B-VD DC5-24	1
05	FUSE	BAF111SN-3A, FUSE HOLDER 3A	1
06	NOISE FILTER	TDK ZAC2210-00U	1
07	1M DIN RAIL (1M ALUM RAIL)	BAA1000	2
08	TEMPERATURE CONTROL	OMRON E5CC-RX2ASM-800	1
09	TERMINAL BLOCK BOX 10 POLE, SIZE: W75 X L125 X H43MM	BOXCO BC-AGG-10PT	1
10	TERMINAL BLOCK BOX 10 POLE, SIZE: W100 X L230 X H70MM	BOXCO BC-AGG-20PT	1
11	ENCLOSURE, STEEL, 500X400X200MM	COREENIUM ST4 520	1
12	OPTICAL FIBER UNIT	KEYENCE FU-38V	1
13	FIBER AMPLIFIER UNIT	KEYENCE FU-N41N	1
14	ORIENTAL BREAK MOTOR	2RK6GN-CW2ML2 + 2GN90KF	1
15	CARTRIDGE HEATER, DIA. 9.0MM X L45MM, AC220V, 100W	CH-D9.0MMXL45MM-100W	1
16	SWITCH ON/OFF	CA10-A201-SGY006E/2POLE/ON/OFF/REDYEL LOW48X48MM	1
17	MARK TERMINAL BLOCK	BA111T W/COVER600V 16A 1.25MM	7
18	TERMINAL BLOCK IDEC	BND15W,DOUBLE DECK	30
19	PILOT LIGHT BLUE	XB5AVB6(ZB5AVB6+ZB5AV063)	1
20	PILOT LIGHT GREEN	XB5AVB3(ZB5AVB3+ZB5AV033)	1
21	PILOT LIGHT RED	XB5AVB4(ZB5AVB4+ZB5AV043)	1
22	ILLUMINATED LED PUSH BUTTON GREEN	XB5AW33B5(ZB5AW0B35 + ZB5AW333)	1
23	ILLUMINATED PUSH PUSH BUTTON YELLOW	XB5AW35B5(ZB5AW0B55 + ZB5AW353)	1
24	ILLUMINATED LED PUSH BUTTON BLUE	XB5AW36B5(ZB5AW0B65 + ZB5AW363)	1
25	SMC CYLINDER	CDQ2B80-15DZ-M9BVM	1
26	SMC CYLINDER	MXS20-10AS-M9BV	1
27	SMC CYLINDER	MXS20-10ASR-M9BV	1
28	SMC AIR GRIPPER	MHZ2-16D1	1

29	SMC CYLINDER	MXS16-10AS-M9BV	1
30	SMC FLOATING JOINT	JA63-16-200	1
31	SMC AIR REGULATOR	AC20C-02E-V-C-B	1
32	SMC SPEED CONTROLLER	AS1201F-M5-06A	4
33	SMC SPEED CONTROLLER	AS2201F-01-06SA	5
34	SMC SPEED CONTROLLER	AS3301F-03-08SA	2
35	SMC AUTO SWITCH	D-Y69B	2
36	SMC SCREW	CQ-M10X75L	4
37	SMC FITTING	KQ2L08-01AS	1
38	SMC FITTING	KQ2W08-01AS	1
39	SMC FITTING	KQ2W08-01AS	4
40	SMC FITTING	KQ2L08-01AS	4
41	SMC SELENOID VALVE	SY5120-5LZD-01	6
42	SMC BLANKING PLATE	SY5000-26-20A	1
43	SMC MANIFOLD	SS5Y5-20-06	1
44	SMC FITTING	KQ2L08-02AS	2
45	SMC SILENCER	AN15-02	2
46	SMC SILENCER	AN10-01	1
47	SMC TUBING	AN10-01	1

3.3. Pengujian

3.3.1. Pengujian Produk



Gambar 14. Sample Product AVF SafeStyle

(Sumber: Data Pribadi)

Gambar di atas merupakan produk dari hasil proses produksi mesin *Hot Stamping*. Produk tersebut berupa selang/*tube*, jarum suntik/*kanula*, *wing kanula*, *kanula cover* dan *clog tube*. Prinsip dasar dari proses produksi ini adalah untuk memberikan tanda pada tube Transfusi sebagai patokan arah kanula untuk pelepasan wing dari kanula ketika proses transfusi darah telah selesai. Proses pelepasan wing kanula tersebut juga bertujuan untuk menyumbat darah keluar dari selang transfusi yang bisa mengakibatkan banyak hal jika itu terjadi.

3.3.2. Prosedur Pengujian

Pengujian mesin dilakukan untuk mengetahui apakah mesin yang dibuat sudah berfungsi dengan baik dan untuk mengetahui apakah instrumen pengujian yang digunakan berfungsi dengan semestinya.

3.3.2.1 Instrumen Pengujian

Terdapat beberapa instrumen yang akan digunakan selama pengujian yaitu sebagai berikut:

1. *Power Switch*



Gambar 15. Power Switch
(Sumber: Data industri)

2. *Main Air Pressure*



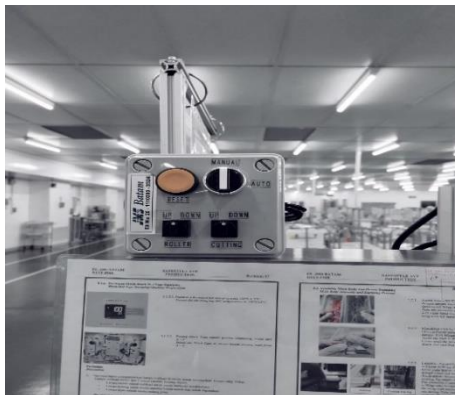
Gambar 16. Main Air Pressure
(Sumber: Data industri)

3. Jig Stamping



Gambar 17. Roller Tape dan Jig Stamping Unit
(Sumber: Data industri)

4. Manual Button Box



Gambar 18. Push Button
(Sumber: Data industri)

5. *Tube Cutting Part*



Gambar 19. Tube Cutting Part
(Sumber: Data industri)

6. *Motor Roller Tape*



Gambar 20. Motor Roller Tape
(Sumber: Data industri)

Pada beberapa instrumen pengujian akan terdapat beberapa pengaturan yang sudah ditetapkan dan ada juga yang akan dicari nilai optimal dari instrumen pengujian tersebut. Pada *main air pressure* nilai yang ditetapkan adalah 0.5 MPa, diambil dari ketetapan pada mesin manual yang sudah ada. Dan untuk nilai *temperature yang digunakan pada mould stamping* nantinya akan terdapat pengujian dan analisis menggunakan metode Deskriptif Kuantitatif. Metode penelitian tersebut merupakan metode yang mendeskripsikan, meneliti, dan menjelaskan sesuatu yang dipelajari apa adanya, dan menarik kesimpulan dari fenomena yang dapat diamati dengan menggunakan angka-angka. penggunaan metode tersebut bertujuan untuk meneliti sebuah fenomena proses dan dampak yang terjadi pada sebuah produk dari hasil proses pergerakan mesin yang kemudian dapat disimpulkan dari data yang didapat. Penggunaan metode tersebut juga bertujuan untuk meneliti *temperature* terhadap dampak yang terjadi pada material produk untuk menentukan nilai *temperature optimum* dan durasi *stamping* yang sebaiknya digunakan untuk proses *stamping* pada tube dan juga untuk mengetahui batasan bawah dan batas atas dari *temperature* dan durasi *stamping*.

Perbedaan proses manual yang sudah ada di industri dengan mesin *auto hot stamping* ini adalah, pada manual proses masih menggunakan marker atau spidol dan *jig holder* untuk pemberian tanda pada *tube*, namun pada proses tersebut berpeluang menimbulkan cacat noda pada material.

3.3.2.2 Sampling

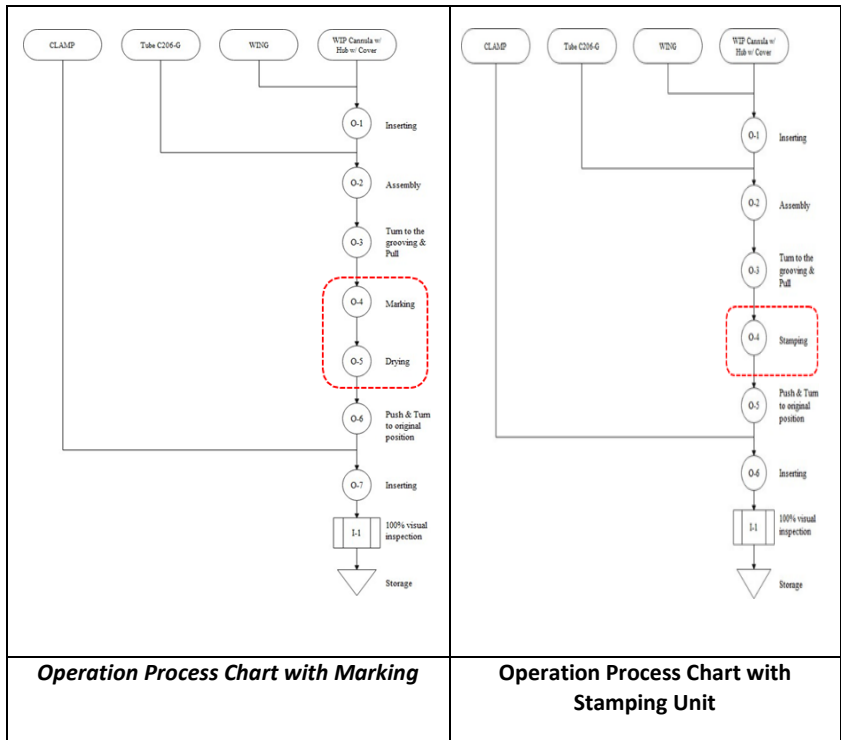
Sample yang akan digunakan selama pengujian berlangsung adalah 30 ea Sample (30 qty), Serta akan digunakan parameter yang berbeda dari setiap sampling. Parameter yang digunakan pada setiap sampling berupa suhu 70°C - 120 °C dan durasi *stamping* mulai dari 1 *second* hingga 3 *second* dan proses tersebut akan dilakukan secara bertahap selama 8 jam kerja.

Bab 4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Data Hasil Penelitian

4.1.1. Perbandingan Manual Stamping dengan Mesin Auto Hot Stamping

Perbandingan paling mendasar pada proses manual Stamping dengan Mesin Auto Hot Stamping adalah pada media prosesnya. Pada proses manual Stamping digunakan Blackmarker sebagai media cetak, sedangkan Mesin Auto Hot Stamping menggunakan ribbon sebagai media cetaknya.



Gambar 21. Perbandingan Flowchart Manual Stamping proses dan Auto Stamping (Sumber: Data industri)

Gambar 21 di atas merupakan perbedaan Flowchart dari kedua proses. Jika dilihat dari segi keunggulan, Auto hot stamping memiliki keunggulan yang lebih dibandingkan dengan manual stamping. Hal ini dapat dilihat dari beberapa aspek sebagai berikut:

1. Mesin *Auto Hot Stamping* menggunakan Ribbon pada proses *Stamping* sebagai media penandaannya. Sedangkan, pada proses manual menggunakan spidol marking sebagai media penandaannya.
2. Pada proses manual, operator harus melakukan proses drying setelah melakukan proses marking karena penggunaan spidol marking yang bersifat basah dan membutuhkan waktu agar tintanya kering. Sedangkan, pada mesin *Auto Hot Stamping* proses drying tidak perlu dilakukan lagi karena proses stamping tersebut menggunakan energy panas sehingga operator dapat langsung melanjutkan keproses selanjutnya.

Tabel 3. Perbandingan Proses Manual dengan Proses Auto

	Manual marking Proses	Auto Stamping Proses
Produk <i>Good/Accept</i>	1. Hasil pada marking lurus dan ketebalan pada marking merata	1. Bentuk Produk terpasang sesuai dengan bentuk yang ada di jig. 2. lampu indikator warna hijau menyala.
Produk <i>Not Good/Reject</i>	1. Excess marking atau poor marking. 2. Tinta pada hasil proses marking berceceran	1. Mesin berhenti pada saat proses stamping 2. Lampu indikator warna merah menyala. 3. Buzzer Menyala.
Perhitungan Produk	<i>Counter Manual</i>	<i>Counter Otomatis</i>

Tabel 3 di atas merupakan perbedaan dari kedua mesin. Jika dilihat dari segi keunggulan, mesin digital clog test memiliki keunggulan yang lebih dibandingkan dengan mesin manual clog test. Hal ini dapat dilihat dari beberapa aspek sebagai berikut:

1. Pada proses manual hasil marking masih bergantung pada ketepatan operator dan spidol yang digunakan pada saat melakukan proses. Sedangkan, pada mesin Auto Stamping atau proses Auto Stamping kesesuaian hasil tidak lagi bergantung pada operator namun sudah bergantung pada mesin.
2. Pada proses manual operator harus lebih jeli memperhatikan bentuk produk yang akan diproses. Sedangkan, dengan proses Auto Stamping operator tidak perlu lagi memperhatikan dengan jeli bentuk produk yang akan diproses karena jika terdapat bentuk produk yang berbeda ukurannya maka produk tersebut tidak akan bisa masuk kedalam jig stamping dan apabila produk tersebut tetap dijalankan maka hasil dari stamping tersebut tidak akan sesuai ukuran. Dari perbandingan tersebut proses auto stamping akan lebih cepat dikerjakan dibandingkan dengan proses manual marking. Sehingga membantu operator dalam mencapai target produksi.
3. Perhitungan produk pada proses manual marking masih menggunakan *counter* manual, sedangkan pada mesin Auto Stamping sudah menggunakan *counter* otomatis. Sehingga, kemungkinan terjadinya *human error* pada perhitungan menggunakan *counter* otomatis pada produk akan lebih sedikit jika dibandingkan dengan perhitungan menggunakan *counter* manual.

4.2. Pembahasan

Mesin ini digunakan untuk melakukan proses marking atau stamping pada produk yang akan dibuat oleh operator produksi. Cara kerjanya yang pertama adalah dengan menghidupkan power switch ke arah on, dilanjutkan dengan membuka katup regulator. Tujuan dari dibukanya katup regulator adalah untuk mengaliri aliran udara ke komponen pneumatik. Kemudian proses selanjutnya adalah menunggu nilai temperature stamping mencapai 100°C.

kondisi awal pada saat mesin dihidupkan adalah nyalanya beberapa indikator seperti lampu berwarna merah menyala, lampu berwarna hijau menyala, lampu berwarna kuning menyala dan nilai temperature stamping pada indicator temperature control bergerak. Untuk mematikan ketiga lampu indikator tersebut, harus dengan cara menekan tombol reset yang terdapat pada bagian atas mesin. Untuk mendapatkan hasil produk yang masuk ke dalam kriteria Good/Accept

Product, dibutuhkan empat hal seperti menyalnya lampu indikator berwarna hijau, buzzer tidak menyala, bentuk produk sesuai dengan jig yang terdapat pada bagian stamping, serta nilai temperature control sudah mencapai diangka 100 °c. Jika lampu indikator berwarna merah menyala, buzzer menyala, produk tidak lepas dari jig stamping, dan pergerakan mesin berhenti, maka produk tersebut masuk ke dalam kriteria Not Good/Reject Product. Setiap produk yang sudah dilakukan pengecekan baik itu Good/Accept Product ataupun Not Good/Reject Product akan dihitung melalui masing – masing counter yang sudah tersedia.

Karena pada produk Not Good/Reject Product, produk masih menempel pada jig stamping, langkah yang harus dilakukan adalah dengan menekan tombol reset. Pada kondisi ini, disebabkan oleh ukuran atau bentuk produk yang tidak sesuai dengan jig stamping sehingga sensor redswitch yang berada dibagian jig stamping tidak mendeteksi pergerakan griper dari jig stamping tersebut maka mesin akan berhenti melakukan proses tersebut. Dan untuk mengembalikan kondisi mesin agar kembali ke posisi standby adalah dengan cara menekan tombol reset.

Jika tombol reset sudah ditekan, maka semua part komponen pada mesin akan kembali ke posisi awal atau posisi standby dapat beroperasi kembali begitu juga dengan lampu indkator pada mesin. Namun, terlebih dahulu memisahkan produk yang sudah dilakukan pengecekan pada tempat yang sudah disediakan.

4.2.1. Pengujian Hot Stamping pada Sample produk

Tujuan dilakukannya pengujian Hot Stamping pada produk adalah sebagai berikut:

1. Mencari parameter batasan atas dan parameter batasan bawah untuk standar produk dalam penggunaan Hot Stamping agar tidak merusak material pada mesin dan produk.
2. Menentukan parameter yang akan digunakan dengan menyesuaikan ketentuan industri yang memerlukan *window setting*, *optimum setting* dan *safety zone setting*.
3. Menentukan nilai holding time yang akan digunakan pada proses stamping agar hasil dari proses sesuai dengan spec dan penggunaan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses sesuai dengan target.

Pada pengujian ini, akan digunakan sebuah standar produk dari selang infus. Dan akan digunakan sample sebanyak 99 buah dengan parameter holding time 1 second hingga 4 second dan temperature 70°C hingga 120°C.

4.2.2. Standar Produk AVF SafeStyle

Tabel 4. Parameter yang akan diuji pada Standar Produk

<i>Holding Time</i>	<i>Temperature (°C)</i>										
<i>1 second</i>											
<i>2 seconds</i>	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
<i>3 seconds</i>											

Tabel 4 merupakan tahap Kualifikasi Operasional yang akan dilakukan untuk menentukan pengaturan parameter yang sesuai untuk menghasilkan kualitas stamping yang baik pada mesin Auto Hot Stamping. Berdasarkan penelitian pada saat pengujian, pengaturan parameter yang perlu ditentukan adalah temperatur stamping, waktu penahanan/stamping, dan jarak pergerakan cetakan stamping ke produk.

4.2.3. Penentuan holding time/Stamping

Waktu holding/ stamping ditentukan dengan mempertimbangkan proses dari mulai perakitan kanula+wing dan tube sebagai acuan waktu. Proses perakitan kanula+hub+penutup hingga wing ke tube memerlukan waktu ± 4 detik. Tahapan ini menggunakan pengaturan suhu 95°C, hasilnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini

<i>Sample No.</i>	<i>Cycle Time (second)</i>			
	<i>1 second</i>	<i>2 seconds</i>	<i>3 seconds</i>	<i>4 seconds</i>
1	2.97	4.14	5.06	5.95
2	2.96	4.09	5.10	6.04
3	3.08	4.13	4.97	6.11
4	3.11	4.06	5.00	6.02
5	3.11	4.11	5.03	6.13
6	3.05	4.04	5.00	6.09
7	2.94	4.06	5.01	6.14
8	3.10	4.08	5.02	6.00
9	3.05	4.14	5.06	6.04
10	2.94	4.04	5.03	6.02
<i>Min</i>	2.94	4.04	4.97	5.95
<i>Max</i>	3.11	4.14	5.10	6.14
<i>Average</i>	3.03	4.09	5.03	6.05

Tabel 5. Hasil perbandingan ukuran panjang stamping dari setiap parameter holding time

- Waktu siklus proses stamping ditentukan dengan mengukur proses mulai dari saat penjepit chuck menutup/mencengkeram set hingga penjepit chuck terbuka dengan Holding time pada proses stamping.
- Namun, semua waktu penahanan/ holding time di atas telah diuji dengan pengaturan suhu untuk memeriksa kesesuaiannya pada bentuk produk dan spesifikasi dimensi.

4.2.4. Pengujian Suhu dan Holding time terhadap bentuk marking dan ketahanan Tube

Dengan hasil yang didapat pada waktu siklus/ *cycle time* yang terdapat ditabel sebelumnya, *Holding time* memiliki perbedaan terhadap suhu untuk menentukan pengaturan parameter yang sesuai dan dapat memenuhi spesifikasi kualitas, Penampilan dan dimensi. Maka dari itu pengujian akan dilakukan dengan menggunakan sebelas variable parameter temperature dan 3 pengaturan holding time. Pada pengaturan temperature yaitu, 70°C, 75°C, 80°C, 85°C, 90°C, 95°C, 100°C, 105°C, 110°C, 115°C, dan 120°C. untuk pengaturan holding time yaitu, 10 (1 second), 20 (2 second) dan 30 (3 second). Hasil ringkasan pengujian tersebut dapat dilihat pada table 5 sebagai berikut:

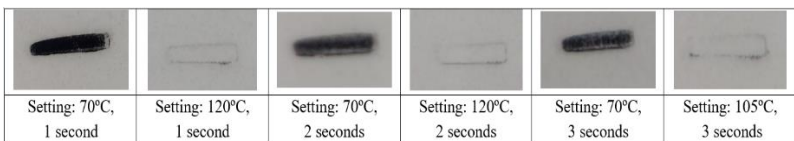
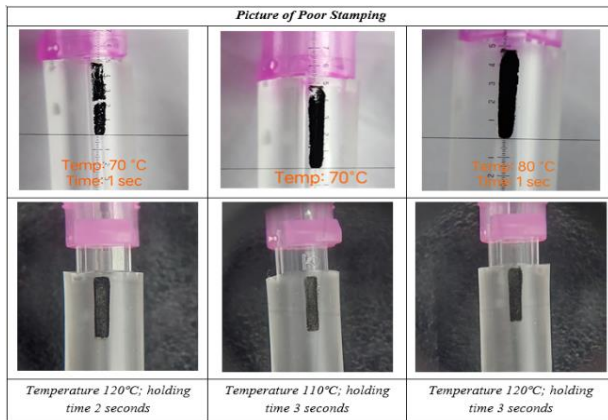
Tabel 6. Ringkasan Hasil pengujian pada penentuan suhu dan *Holding time*

Holding Time (second)	Temp (°C)	S/S	Appearance Inspection Result							Result	Judg.
			Scratch on Wing	Scratch on Tube	Smear Stamp	Melted Tube	Poor Stamp	Mark Position on Tube	Stain/ F P on Surface		
1	70	30	0/30	0/30	0/30	0/30	17/30	0/30	4/30	21/30	Fail
	75	30	0/30	0/30	0/30	0/30	15/30	0/30	1/30	15/30	Fail
	80	30	0/30	0/30	0/30	0/30	15/30	0/30	0/30	15/30	Fail
	85	30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	Pass
	90	30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	Pass
	95	30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	Pass
	100	30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	Pass
	105	30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	Pass
	110	30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	Pass
	115	30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	Pass
120	30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	Pass	
2	70	30	0/30	0/30	0/30	0/30	15/30	0/30	2/30	17/30	Fail
	75	30	0/30	0/30	0/30	0/30	15/30	0/30	1/30	15/30	Fail
	80	30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	Pass
	85	30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	Pass
	90	30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	Pass
	95	30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	Pass
	100	30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	Pass
	105	30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	Pass
	110	30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	Pass
	115	30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	Pass
120	30	0/30	0/30	4/30	0/30	0/30	0/30	2/30	5/30	Fail	
3	70	30	0/30	0/30	0/30	0/30	15/30	0/30	0/30	15/30	Fail
	75	30	0/30	0/30	0/30	0/30	15/30	0/30	1/30	15/30	Fail
	80	30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	Pass
	85	30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	Pass
	90	30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	Pass
	95	30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	Pass
	100	30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	Pass
	105	30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	0/30	Pass
	110	30	0/30	0/30	9/30	0/30	17/30	0/30	5/30	17/30	Fail
	115	30	0/30	0/30	12/30	0/30	30/30	0/30	14/30	30/30	Fail
120	30	0/30	0/30	12/30	0/30	30/30	0/30	15/30	30/30	Fail	

Berdasarkan hasil pemeriksaan penampakan diatas diketahui :

- Potensi terjadinya cacat goresan pada sayap/ *Scratch on wing* dan tabung akibat penempatan jig dan chuck penjepit selama proses stamping rendah. Seluruh sample yang diperiksa tidak terdapat goresan, baik pada sayap maupun tabung yang bersentuhan dengan jig penempatan, setelah proses stamping.
- Tidak ada *reject* tabung meleleh/*melted tube* dari semua sample yang dicoba pada suhu 70~120°C.
- Keselarasan cetakan stempel dan area stemple yang dicoba pada tube mendapatkan hasil yang baik, ditunjukkan dengan stemple sejajar dengan alur pada hub.

- Terdapat noda cap pada sample dengan setting suhu 120°C dengan waktu tahan 2 detik dan suhu $\geq 115^\circ\text{C}$ dengan waktu tahan selama 3 detik. Pada pengaturan tersebut, hasil stempelnya luntur dan menimbulkan bayangan tipis disekitarnya sehingga menyulitkan pengukuran ukuran stempel.
- Stamping yang buruk ditemukan pada sample dengan panas rendah karena pita hitam tidak dapat menempel dengan sempurna ke tabung. Beberapa stempel yang buruk menimbulkan noda/partikel asing yang menempel pada tabung.



Gambar 22. Hasil perbandingan dari pengujian penentuan suhu dan holding time

(Sumber : Data Industri)

4.2.5. Pengujian Crack test, Fastness test dan *Size of Mark/Stamp* pada bentuk stamping

Terdapat juga beberapa Pengujian pada sample produk yaitu pengujian *crack test* atau uji ketahanan pada hub dan *fastness test* atau uji kelunturan pada hasil stamping. Pengujian tersebut dilakukan untuk mendapatkan nilai parameter yang optimal, begitu juga dengan nilai batas atas dan batas bawah yang nantinya akan digunakan sebagai acuan nilai standar yang akan digunakan pada proses produksi agar tidak ada kerusakan pada bentuk stamping dan bentuk material.

4.2.5.1 Fastness Test

Pada hasil pengujian *fastness test* atau uji kelunturan yang terdapat pada tabel diatas menunjukkan beberapa hasil yang tidak sesuai atau fail pada setiap penggunaan temperature rendah pada proses stamping hal ini disebabkan karena bentuk tanda yang dihasilkan dari proses stamping terlihat luntur dan tidak tercetak dengan sempurna, pengujian *fastness test* juga dilakukan dengan menggunakan selotip selulosa yang ditempelkan pada tanda/stempel pada tabung, digosok beberapa kali, lalu ditarik dengan cepat, berikut adalah kriteria pengujian *fastness test* yang dinyatakan lulus:



**Gambar 23. Hasil pengujian Fastness test
(Sumber : Data Industri)**

- Lulus : tidak ada bekas stempel yang menempel pada selotip selulosa atau mempengaruhi bentuk stempel

- Gagal : pita transfer menyebabkan stempel buruk atau stempel hilang
- Hasil : dari sample yang diperiksa diketahui bahwa pada suhu rendah, dalam hal ini lebih rendah dari 80°C, dalam pengaturan waktu penahanan 1~3 *second*, diketahui bahwa cap secara jelas berpindah ke pita selulosa. Contoh hasil uji tahan luntur ditunjukkan pada gambar di bawah ini :

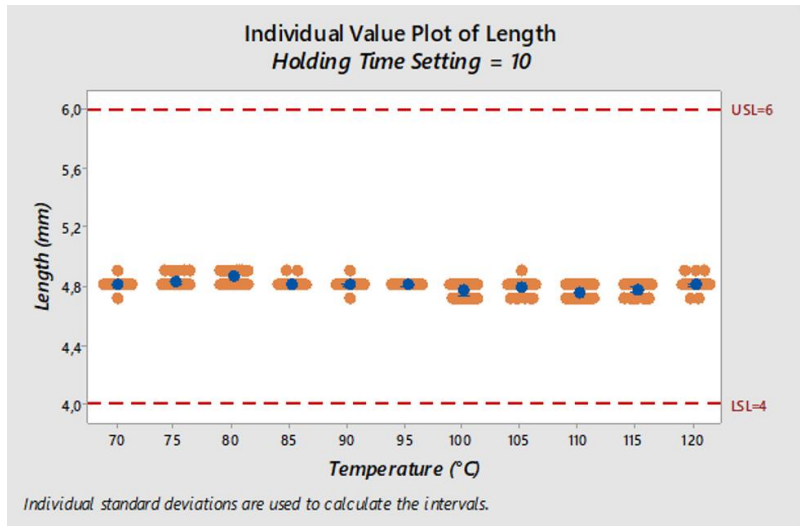
4.2.5.2 Crack Test

Crack Test Uji retak dilakukan pada hub untuk mengetahui apakah proses stamping dengan chuck penjepit dan stempel yang ditekan dalam waktu dan suhu tertentu menyebabkan kerusakan pada hub. Tidak ada retakan yang diperiksa pada hub dari semua pengaturan yang uji bahkan dengan waktu tahan/stamping 3 detik.

4.2.5.3 Size of Mark/Stamp

Pemeriksaan dimensi tambahan ini mengacu pada tanda ukuran pada tabung yang dilakukan sebagai pemeriksaan penampilan dalam kriteria pemeriksaan QAC. Namun pengukuran panjang dan lebar dilakukan untuk memastikan dapat memenuhi spesifikasi ukuran yang tertulis. Dari hasil di atas diketahui temperatur pengujian dan waktu penahanan tidak berpengaruh nyata terhadap besar kecilnya tanda yang tercipta pada tabung. Ukuran tanda yang diukur untuk semua pengaturan pengujian memenuhi spesifikasi panjang dan lebar dengan rentang yang ditentukan panjang 4,6 - 5,0mm dan lebar 0,7 - 1,3 mm.

Penyebaran data dari hasil pengujian panjang marking pada 30 buah sample (perparameter) dan telah disesuaikan dengan output dari temperature mould. Output dari pengujian proses stamping tersebut dibagi menjadi sebelas pengaturan temperature dan 2 pengaturan holding time. Pada pengaturan temperature yaitu, 70°C, 75°C, 80°C, 85°C, 90°C, 95°C, 100°C, 105°C, 110°C, 115°C, dan 120°C. untuk pengaturan holding time yaitu, 10 (1 second) dan 20 (2 second).



Gambar 24. Penyebaran Data dari pengujian ukuran panjang marking pada Sample produk (Sumber : Data Pribadi)

Berdasarkan hasil pengujian pengaruh temperature pada ukuran panjang marking pada standar produk dapat dilihat dari individual value plot diatas, peningkatan temperature dan holding time tidak begitu berpengaruh pada rata-rata ukuran panjang marking. Perubahan pada rata-rata ukuran panjang marking mengalami perubahan namun tidak begitu signifikan.

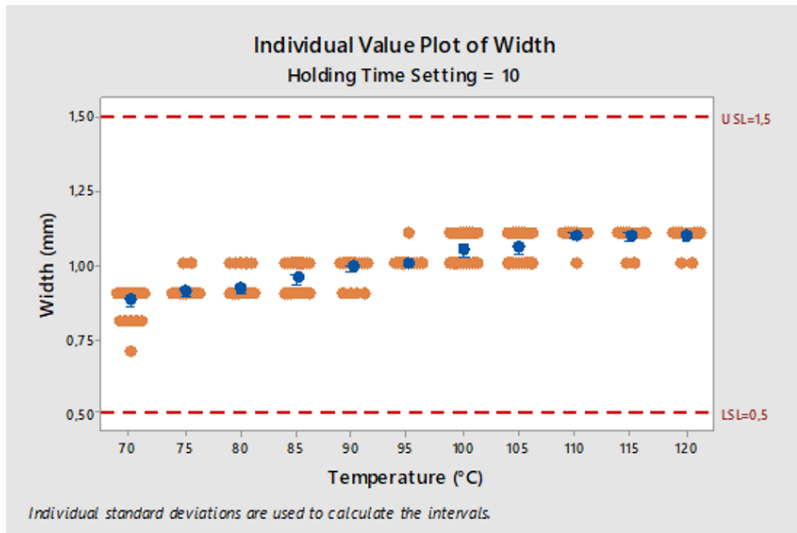
berikut penjabaran hasil dari pengujian ukuran panjang marking pada setiap pengaturan temperature 70°C hingga 120°C dengan holding time 10 (1 second) :

- Pengujian sample pada pengaturan temperature 70°C kebanyakan menunjukkan hasil 4.8mm (28 sample), 4.7 (1 sample), dan 4.9 (1 sample) dengan rata-rata 4.8mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 75°C kebanyakan menunjukkan hasil 4.8mm (16 sample), dan 4.9 (14 sample) dengan rata-rata 4.84mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 80°C kebanyakan menunjukkan hasil 4.8mm (15 sample), dan 4.9 (15 sample) dengan rata-rata 4.85mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 85°C kebanyakan menunjukkan hasil 4.8mm (28 sample), 4.7 dan 4.9 (2 sample) dengan rata-rata 4.80mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 90°C kebanyakan menunjukkan hasil 4.8mm (28 sample), 4.7 (1 sample), dan 4.9 (1 sample) dengan rata-rata 4.8mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 95°C kebanyakan menunjukkan hasil 4.8mm (30 sample) dengan rata-rata 4.8mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 100°C kebanyakan menunjukkan hasil 4.8mm (16 sample), dan 4.7 (14 sample) dengan rata-rata 4.75mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 105°C kebanyakan menunjukkan hasil 4.8mm (24 sample), 4.7 (5 sample), dan 4.9 (1 sample) dengan rata-rata 4.78mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 110°C kebanyakan menunjukkan hasil 4.8mm (15 sample), dan 4.7 (15 sample) dengan rata-rata 4.75mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 115°C kebanyakan menunjukkan hasil 4.8mm (16 sample), dan 4.7 (14 sample) dengan rata-rata 4.75mm

- Pengujian sample pada pengaturan temperature 75°C kebanyakan menunjukkan hasil 4.8mm (15 sample), dan 4.9 (15 sample) dengan rata-rata 4.85mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 80°C kebanyakan menunjukkan hasil 4.8mm (27 sample), dan 4.9 (3 sample) dengan rata-rata 4.81mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 85°C kebanyakan menunjukkan hasil 4.8mm (27 sample), 4.7mm (1 sample) dan 4.9 (2 sample) dengan rata-rata 4.80mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 90°C kebanyakan menunjukkan hasil 4.8mm (26 sample), 4.7 (3 sample), dan 4.9 (1 sample) dengan rata-rata 4.79mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 95°C kebanyakan menunjukkan hasil 4.8mm (30 sample) dengan rata-rata 4.8mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 100°C kebanyakan menunjukkan hasil 4.8mm (26 sample), 4.9 (4 sample) dan 5.0 (1 sample) dengan rata-rata 4.82mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 105°C kebanyakan menunjukkan hasil 4.8mm (22 sample), 4.7 (5 sample), dan 4.9 (3 sample) dengan rata-rata 4.77mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 110°C kebanyakan menunjukkan hasil 4.8mm (14 sample), 4.7 (14 sample) dan 4.9 (2 sample) dengan rata-rata 4.76mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 115°C kebanyakan menunjukkan hasil 4.8mm (14 sample), 4.7 (15 sample) dan 5.0 (1 sample) dengan rata-rata 4.75mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 120°C kebanyakan menunjukkan hasil 4.8mm (14 sample), dan 4.7 (15 sample), dengan rata-rata 4.74mm

Pada hasil pengujian *size of mark* yang terdapat dalam *individual value plot of length* dengan holding time 20(2 second), nilai rata-rata yang didapat pada panjang ukuran marking dari temperature 70°C hingga 120°C adalah 4.79mm, untuk ukuran rata-rata panjang marking yang paling terendah terdapat pada temperature 120°C yaitu 4.74mm dan ukuran rata-rata panjang marking yang paling tinggi terdapat pada temperature 75°C yaitu 4.85mm

Namun terjadi perbedaan pada ukuran marking ketika pengaturan temperature mould ditingkatkan. Perbedaan bentuk ukuran lebih terlihat pada Individual Value Plot of Width (Plot Nilai Individu Lebar), ukuran lebar marking terus meningkat seiring meningkatnya nilai temperature mould dan holding time. Perbedaan tersebut juga dapat dilihat dari nilai rata-rata yang didapat dari Plot Nilai Individu Lebar pada temperature 70°C dengan holding time 10 (1 detik) yang berawal dari 0.8mm hingga terus meningkat sampai 1.09mm pada lebar marking.



Gambar 26. Penyebaran Data dari hasil pengujian ukuran lebar marking pada sample produk (Sumber : Data Pribadi)

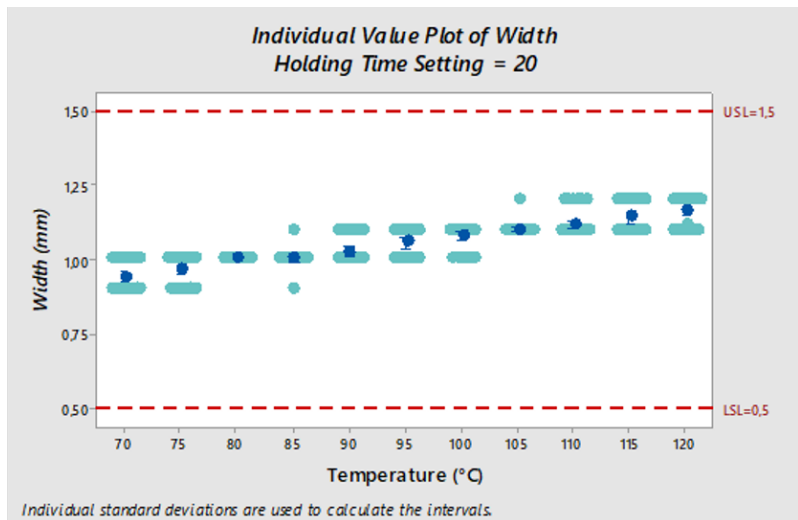
Gambar 24 adalah penyebaran data dari hasil pengujian lebar marking pada 30 buah sample (perparameter) dan telah disesuaikan dengan output dari temperature mould. Output dari pengujian proses stamping tersebut dibagi menjadi sebelas variabel pengaturan temperature dan 3 pengaturan holding time. Pada pengaturan temperature yaitu, 70°C, 75°C, 80°C, 85°C, 90°C, 95°C, 100°C, 105°C, 110°C, 115°C, dan 120°C. untuk pengaturan holding time yaitu, 10 (1 second), 20 (2 second) dan 30 (3 second).

Berdasarkan hasil pengujian pengaruh temperature pada ukuran lebar marking pada standar produk dapat dilihat dari individual value plot diatas, berbeda dengan pengujian sebelumnya yaitu pengujian pengaruh temperature pada panjang marking, yang hasilnya tidak begitu fluktuatif. namun peningkatan temperature dan holding time begitu berpengaruh pada rata-rata ukuran lebar marking. Perubahan pada rata-rata ukuran lebar marking mengalami perubahan hamper disetiap parameter, berikut penjabaran hasil pada setiap pengaturan temperature 70°C hingga 120°C dengan holding time 10 (1 second) :

- Pengujian sample pada pengaturan temperature 70°C kebanyakan menunjukkan hasil 0.90mm (24 sample), 0.80mm (5 sample), dan 0.70mm (1 sample) dengan rata-rata 0.87mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 75°C kebanyakan menunjukkan hasil 1.0mm (2 sample), dan 0.9mm (28 sample) dengan rata-rata 0.9mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 80°C kebanyakan menunjukkan hasil 1.0mm (5 sample), dan 0.9 (25 sample) dengan rata-rata 0.91mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 85°C kebanyakan menunjukkan hasil 1.0mm (15 sample) dan 0.9 (15 sample) dengan rata-rata 0.95mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 90°C kebanyakan menunjukkan hasil 1.0mm (26 sample) dan 0.9 (4 sample) dengan rata-rata 0.98mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 95°C kebanyakan menunjukkan hasil 1.10mm (1 sample) dan 1.0mm (29 sample) dengan rata-rata 1.0mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 100°C kebanyakan menunjukkan hasil 1.0mm (15 sample), dan 1.1 (15 sample) dengan rata-rata 1.05mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 105°C kebanyakan menunjukkan hasil 1.1mm (16 sample) dan 1.0 (14 sample) dengan rata-rata 1.05mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 110°C kebanyakan menunjukkan hasil 1.1mm (29 sample) dan (1 sample) dengan rata-rata 1.09mm

- Pengujian sample pada pengaturan temperature 115°C kebanyakan menunjukkan hasil 1.1mm (28 sample), dan 1.0 (2 sample) dengan rata-rata 1.09mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 120°C kebanyakan menunjukkan hasil 1.1mm (28 sample) dan 1.0 (2 sample) dengan rata-rata 1.09mm

Pada hasil pengujian size of mark yang terdapat dalam individual value plot of width dengan holding time 10(1 second), nilai rata-rata pada lebar ukuran marking dari temperature 70°C hingga 120°C adalah 0.99mm, untuk ukuran rata-rata lebar marking yang paling terendah terdapat pada temperature 70°C yaitu 0.87mm dan untuk ukuran rata-rata lebar marking yang paling tinggi terdapat pada temperature 110 hingga 120°C yaitu 1.09mm.

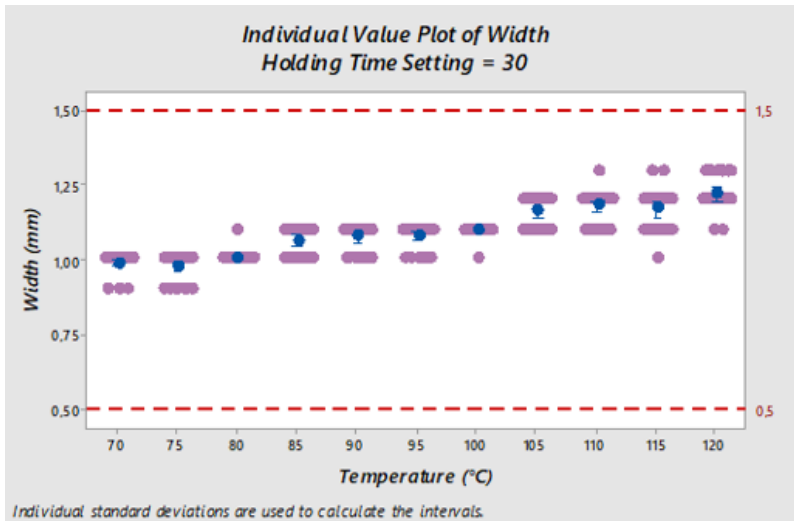


Gambar 27. Penyebaran Data dari hasil pengujian ukuran lebar marking pada sample produk (Sumber : Data Pribadi)

Begitu juga dengan penjabaran hasil pada setiap pengaturan temperature 70°C hingga 120°C dengan holding time 20 (2 second) :

- Pengujian sample pada pengaturan temperature 70^oc kebanyakan menunjukkan hasil 0.9mm (16 sample), dan 1.0mm (14 sample) dengan rata-rata 0.94mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 75^oc kebanyakan menunjukkan hasil 0.9mm (12 sample), dan 1.0mm (18 sample) dengan rata-rata 0.96mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 80^oc kebanyakan menunjukkan hasil 1.0mm (30 sample) dengan rata-rata 1.0mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 85^oc kebanyakan menunjukkan hasil 1.0mm (28 sample), 1.1mm (1 sample) dan 0.9mm (1 sample) dengan rata-rata 1.0mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 90^oc kebanyakan menunjukkan hasil 1.0mm (16 sample) dan 1.1mm (14 sample) dengan rata-rata 1.04mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 95^oc kebanyakan menunjukkan hasil 1.1mm (18 sample) dan 1.0mm (12 sample) dengan rata-rata 1.06mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 100^oc kebanyakan menunjukkan hasil 1.1mm (22 sample) dan 1.0mm (8 sample) dengan rata-rata 1.07mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 105^oc kebanyakan menunjukkan hasil 1.1mm (29 sample) dan 1.2 (1 sample) dengan rata-rata 1.10mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 110^oc kebanyakan menunjukkan hasil 1.2mm (5 sample) dan 1.1 (25 sample) dengan rata-rata 1.11mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 115^oc kebanyakan menunjukkan hasil 1.2mm (15 sample) dan 1.1 (15 sample) dengan rata-rata 1.15mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 120^oc kebanyakan menunjukkan hasil 1.1mm (11 sample), 1.2mm (18 sample) dan 1.12 (1 sample), dengan rata-rata 1.16mm

Pada hasil pengujian size of mark yang terdapat dalam individual value plot of width dengan holding time 20(2 second), nilai rata-rata pada lebar ukuran marking dari temperature 70°C hingga 120°C adalah 1.05mm, untuk ukuran rata-rata lebar marking yang paling terendah terdapat pada temperature 70°C yaitu 0.94mm dan untuk ukuran rata-rata lebar marking yang paling tinggi terdapat pada temperature 120°C yaitu 1.16mm.



Gambar 28. Penyebaran Data dari hasil pengujian ukuran lebar marking pada sample produk (Sumber : Data Pribadi)

Begitu juga dengan penjabaran hasil pada setiap pengaturan temperature 70°C hingga 120°C dengan holding time 30 (3 second) :

- Pengujian sample pada pengaturan temperature 70°C kebanyakan menunjukkan hasil 0.9mm (3 sample), dan 1.0mm (27 sample) dengan rata-rata 0.99mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 75°C kebanyakan menunjukkan hasil 0.9mm (10 sample) dan 1.0mm (20 sample) dengan rata-rata 0.96mm

- Pengujian sample pada pengaturan temperature 80°C kebanyakan menunjukkan hasil 1.0mm (29 sample) dan 1.1mm (1 sample) dengan rata-rata 1.0mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 85°C kebanyakan menunjukkan hasil 1.0mm (13 sample) dan 1.1mm (17 sample) dengan rata-rata 1.05mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 90°C kebanyakan menunjukkan hasil 1.0mm (9 sample) dan 1.1mm (21 sample) dengan rata-rata 1.07mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 95°C kebanyakan menunjukkan hasil 1.0mm (9 sample) dan 1.1mm (21 sample) dengan rata-rata 1.10mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 100°C kebanyakan menunjukkan hasil 1.0mm (1 sample) dan 1.1mm (29 sample) dengan rata-rata 1.10mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 105°C kebanyakan menunjukkan hasil 1.1mm (15 sample) dan 1.2 (15 sample) dengan rata-rata 1.15mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 110°C kebanyakan menunjukkan hasil 1.1mm (8 sample), 1.2mm (21 sample) dan 1.3 (1 sample) dengan rata-rata 1.17mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 115°C kebanyakan menunjukkan hasil 1.1mm (13 sample), 1.2mm (14 sample), 1.3mm (2 sample) dan 1.0mm (1 sample) dengan rata-rata 1.15mm
- Pengujian sample pada pengaturan temperature 120°C kebanyakan menunjukkan hasil 1.1mm (2 sample), 1.2mm (20 sample) dan 1.3 (8 sample), dengan rata-rata 1.22mm

Pada hasil pengujian size of mark yang terdapat dalam individual value plot of width dengan holding time 20(2 second), nilai rata-rata pada lebar ukuran marking dari temperature 70°C hingga 120°C adalah 1.05mm, untuk ukuran rata-rata lebar marking yang paling terendah terdapat pada temperature 70°C yaitu 0.94mm dan untuk ukuran rata-rata lebar marking yang paling tinggi terdapat pada temperature 120°C yaitu 1.16mm.

Dari hasil pengujian *Size of Mark/Stamp* penggunaan temperature pada Hot Stamping menghasilkan ukuran Mark/Stamp yang bervariasi, namun pada penggunaan temperature 95°C menunjukkan hasil ukuran Mark/Stamp yang tidak begitu berfluktuasi, maka dari hasil tersebut dengan mengikuti ketentuan industri setiap parameter yang sudah melewati pengujian dan menghasilkan data yang baik (sesuai spec) maka parameter tersebut akan dijadikan sebagai parameter minimum. Penentuan parameter yang akan digunakan sama dengan ketentuan yang dilakukan pada standar produk, yaitu menggunakan tiga parameter window setting. Yaitu minimum setting, optimum setting, maximum setting dan penggunaan Holding time satu *Second* yang disesuaikan dengan ketentuan dari industri. Penentuan parameter tersebut juga termasuk pada nilai batasan pada Standar produk. Sehingga, keputusan pengambilan penentuan parameter yang akan digunakan pada standar produk adalah mengikuti Tabel 8.

Tabel 7. Ringkasan Hasil Pengujian *Fastness Test*, *Crack Test* dan *Size of Mark/Stamp*

Holding Time (second)	Temp (°C)	S/S	Fastness Test*	Crack Test (Spec: No crack)	Size of Marking/ Stamp								
					Spec: 4 mm ≤ Length ≤ 6 mm & 0.5 mm ≤ Width ≤ 1.5 mm							Result	Judgment
					Length of Mark (mm)		Width of Mark (mm)						
					Min	Max	Min	Max					
1	70	30	Fail	30/30	4.7	4.9	0.7	0.9	30/30	Pass			
	75	30	Fail	30/30	4.8	4.9	0.9	1	30/30	Pass			
	80	30	Fail	30/30	4.8	4.9	0.9	1	30/30	Pass			
	85	30	Pass	30/30	4.8	4.9	0.9	1	30/30	Pass			
	90	30	Pass	30/30	4.7	4.9	0.9	1	30/30	Pass			
	95	30	Pass	30/30	4.8	4.8	1	1.1	30/30	Pass			
	100	30	Pass	30/30	4.7	4.8	1	1.1	30/30	Pass			
	105	30	Pass	30/30	4.7	4.9	1	1.1	30/30	Pass			
	110	30	Pass	30/30	4.7	4.8	1	1.1	30/30	Pass			
	115	30	Pass	30/30	4.7	4.8	1	1.1	30/30	Pass			
	120	30	Pass	30/30	4.7	4.9	1	1.1	30/30	Pass			
	2	70	30	Fail	30/30	4.8	4.9	0.9	1	30/30	Pass		
75		30	Fail	30/30	4.8	4.9	0.9	1	30/30	Pass			
80		30	Pass	30/30	4.8	4.9	1	1	30/30	Pass			
85		30	Pass	30/30	4.7	4.9	0.9	1.1	30/30	Pass			
90		30	Pass	30/30	4.7	4.9	1	1.1	30/30	Pass			
95		30	Pass	30/30	4.8	4.8	1	1.1	30/30	Pass			
100		30	Pass	30/30	4.8	5	1	1.1	30/30	Pass			
105		30	Pass	30/30	4.7	4.9	1.1	1.2	30/30	Pass			
110		30	Pass	30/30	4.7	4.9	1.1	1.2	30/30	Pass			
115		30	Pass	30/30	4.7	5	1.1	1.2	30/30	Pass			
120		30	Pass	30/30	4.7	4.8	1.1	1.2	30/30	Pass			
3		70	30	Fail	30/30	4.8	4.9	0.9	1	30/30	Pass		
	75	30	Fail	30/30	4.8	4.9	0.9	1	30/30	Pass			
	80	30	Pass	30/30	4.8	4.9	1	1.1	30/30	Pass			
	85	30	Pass	30/30	4.8	4.8	1	1.1	30/30	Pass			
	90	30	Pass	30/30	4.8	4.8	1	1.1	30/30	Pass			
	95	30	Pass	30/30	4.7	4.8	1	1.1	30/30	Pass			
	100	30	Pass	30/30	4.7	4.8	1	1.1	30/30	Pass			
	105	30	Pass	30/30	4.7	5	1.1	1.2	30/30	Pass			
	110	30	Pass	30/30	4.6	4.9	1.1	1.3	30/30	Pass			
	115	30	Pass	30/30	4.8	5.2	1.1	1.3	30/30	Pass			
	120	30	Pass	30/30	4.9	5.2	1.1	1.3	30/30	Pass			

Tabel 8. Nilai Parameter *Temperature* dan *holding time* pada Standar Produk *Avf SafeStyle*

<i>Parameter Setting</i>	<i>Window Setting</i>	<i>Safety Zone Setting</i>
<i>Holding/Stamping Time</i>	<i>1 second</i>	-
<i>Stamping Temperature</i>	<i>100±5°C</i>	<i>90~110 °C</i>

Tabel 9. Nilai Batasan ukuran pada Standar Produk *Avf SafeStyle*

<i>Size of Mark/ Stamp</i>	Batasan Atas	Batasan Bawah
<i>Length</i>	5 mm	4.6 mm
<i>Width</i>	1.3 mm	0.7 mm

Tabel 9 merupakan nilai batasan bawah dan nilai batasan atas pada ukuran *marking/Stamp* yang didapatkan dari hasil pengujian pada standar produk. Batasan bawah dari standar produk adalah 4.6mm untuk ukuran panjang dan 0.7mm untuk ukuran lebar begitu juga dengan batasan atas dari standar produk adalah 5mm untuk ukuran panjang dan 1.3mm untuk ukuran lebar. Ketika pada saat pengecekan berlangsung dan ditemukan produk dengan nilai ukuran marking < 4.6mm pada panjang marking atau < 0.7mm pada lebar marking dan > 5 mm pada panjang marking atau > 1.3 mm pada lebar marking , maka produk tersebut masuk ke dalam kriteria produk not good/reject product dan jika nilai pengecekan masuk ke dalam nilai batasan yang telah ditentukan akan masuk ke dalam kriteria produk good/accept product.

Tabel 10. Kriteria Penilaian pada Standar Produk Avf SafeStyle

Kondisi Produk	Hasil Pengecekan	Kriteria Penilaian
<i>Poor Stamp</i>	<i>Length Stamp < 4.6 mm Width Stamp < 0.7 mm</i>	<i>Reject Product</i>
<i>Excess Stamp</i>	<i>Length Stamp > 5.0 mm Width Stamp > 1.3 mm.</i>	<i>Reject Product</i>
Normal	Length Stamp > 4.6 mm and < 5.0 mm. Width Stamp > 0.7 mm and < 1.3 mm	<i>Accept Product</i>
<i>Smear Stamp</i>	Terdapat goresan di area <i>Tube</i> atau <i>Wing</i>	<i>Reject Product</i>

Pada Tabel 10 menjelaskan tentang kriteria penilaian dari hasil pengecekan pada standar produk. Berikut adalah penjelasan tentang produk yang akan dihasilkan:

- Pada kondisi produk “Poor Stamp”, kriteria penilaian produk adalah reject. Karena nilai pengecekan adalah Length Stamp < 4.6 mm Width Stamp < 0.7 mm hal ini disebabkan oleh penggunaan holding time yang terlalu cepat yaitu kurang dari 1 detik.
- Pada kondisi produk “Excess Stamp and melted Tube”, kriteria penilaian produk adalah reject. Karena nilai pengecekan produk adalah melebihi dari nilai batasan atas sehingga berpotensi menyebabkan Tube pada produk meleleh pada permukaan Stamp.
- Pada kondisi produk “Normal”, kriteria penilaian produk adalah accept. Karena nilai pengecekan yang dilakukan masuk ke dalam nilai acuan pada standar produk dan tidak ada kecacatan pada produk.
- Pada kondisi produk “Smear Stamp”, kriteria penilaian produk adalah reject. Karena Terdapat noda cap pada sample dengan settingan suhu 120°C dengan waktu tahan 2 detik dan suhu $\geq 115^{\circ}$ C dengan waktu tahan selama 3 detik. Pada pengaturan tersebut, hasil stempel yang luntur dan menimbulkan bayangan tipis disekitarnya.

Bab 5. Kesimpulan dan saran

5.1. Kesimpulan

Dari perancangan alat sampai dengan pengimplementasian Mesin Hot Stamping Unit yang telah dilakukan oleh penulis dan dapat dikatakan telah selesai, dalam proses pembuatan mesin tersebut telah sesuai dengan rumusan masalah, tujuan, manfaat, dan batasan yang telah ditentukan oleh penulis. Dan kesimpulan yang dapat penulis buat adalah sebagai berikut.

1. Pengujian Hot Stamping pada objek material berbahan PVC (Polyvinyl Chloride) dengan menggunakan 30 buah (perparameter temperature) sample produk industri.
 - a. Dengan menggunakan ketetapan untuk main air pressure sebesar 0,05 Mpa dan menggunakan sebelas variable parameter temperature dan 3 pengaturan holding time. Pada pengaturan temperature yaitu, 70°C, 75°C, 80°C, 85°C, 90°C, 95°C, 100°C, 105°C, 110°C, 115°C, dan 120°C. untuk pengaturan holding time yaitu, 10 (1 second), 20 (2 second) dan 30 (3 second). Akan didapatkan nilai batasan bawah dan batasan atas standar produk yang dapat dilihat pada Tabel 9.
 - b. Pada pengujian ini, juga dapat diketahui tentang empat kriteria penilaian produk, yaitu Poor Stamp, Excess Stamp, Normal dan Smear Stamp yang dapat dilihat pada Tabel 10.
 - c. Dari hasil pengujian ini juga didapat parameter ketahanan dari material yaitu dengan melakukan pengujian *Fastness Test*, *Crack Test* dan *Size of Mark/Stamp*, dan dari hasil pengujian tersebut dapat dilihat hasilnya pada table 6 dan 7. dari hasil pengujian ini juga dapat disimpulkan bahwa penggunaan Hot Stamping pada material berbahan PVC (polyvinyl Chloride) dapat dijadikan sebagai bagian dari proses.
2. Pada pengujian lainnya dengan menggunakan sample produk. Dan dilakukan selama 8 jam kerja.
 - a. Pada pengujian ini dapat diketahui, bahwa indikator pengujian berupa lampu, buzzer, push button dan sensor berjalan dengan baik sesuai dengan fungsinya.
 - b. Pada pengujian ini dengan menggunakan sample produk dengan keadaan *good/accept product*. Diketahui bahwa variable temperature yang cocok untuk digunakan pada produk ini adalah dengan

menggunakan temperature 100°C dengan holding time 10 (1 second), parameter tersebut adalah nilai tengah atau nilai optimum yang didapat dari pengujian *Size of mark*, jika dilihat dari hasil pengujian *Size of mark*, pengujian dengan menggunakan temperature 95°C memiliki hasil reject yang paling sedikit namun dengan mengikuti ketentuan dari industri maka setiap nilai terbaik dari hasil pengujian akan dijadikan sebagai nilai minimum. Ketentuan tersebut juga sebagai bentuk antisipasi pada proses produksi.

- c. dapat diketahui bahwa pengoperasian mesin Hot Stamping unit dapat memproses produk dengan baik dan konsisten, karena telah dilakukan uji coba pengoperasian mesin selama 8 jam berturut – turut dan tidak ditemukan perubahan data yang signifikan.
3. Perancangan mesin Auto Hot Stamping dapat disimpulkan sebagai berikut :
- a. Spesifikasi ukuran mesin Auto Hot Stamping diperkirakan dengan panjang 1230 mm x lebar 705 mm x tinggi 1676 mm dan untuk ukuran tinggi area produksinya adalah 940 mm, ukuran tersebut dibuat dan disesuaikan dengan ukuran rata – rata tinggi dari operator PT JMS Batam.
 - b. Sistem penggerak dari Mesin Auto Hot Stamping adalah gabungan dari Motor AC dan Cylinder pneumatik. Dan menggunakan angin bertekanan sebagai sumber utama tenaga penggerak dari Cylinder pneumatik tersebut.
 - c. Struktur rangka pada Mesin Auto Hot Stamping terbentuk dari susunan Profil dengan ukuran 40 x 40 mm yang disambung dengan menggunakan braket profil. Penggunaan profil merupakan antisipasi apabila ada penambahan sistem atau improvement pada Mesin Auto Hot Stamping

5.2. Saran

Dalam pengerjaan mesin ini, sebenarnya masih terdapat aspek yang dapat dikembangkan. Namun, karena mesin ini adalah permintaan dari production. Dan semua aspek yang diminta telah terpenuhi, sehingga aspek yang dapat dikembangkan tersebut tidak digunakan. Adapun saran penulis untuk aspek yang dapat dikembangkan antara lain:

1. Ditambahkannya counter yang berfungsi sebagai penghitung pengecekan produk.

Daftar Pustaka

- [1] MEHMET ALPER AGCA, & MUNIR TASDEMIR. (2016). *INVESTIGATION OF HOT STAMPING PROCESS PARAMETERS IN UP&DOWN MACHINING ON ABS MATERIALS UNDER QUALITY PURPOSES OF DIFFERENT STAMPING PROCESSES*. [accessed Ags. 1, 2023].
- [2] NOMURA, Masahiro KUBO, Hiroshi FUKUCHI, & Masahiro NAKATA. *THE IMPACT OF USING HOT STAMPING ON STEEL MATERIALS*. <https://www.nipponsteel.com/en/tech/report/pdf/122-05.pdf>, November 2019 [Ags. 15, 2023]
- [3] Eko Syamsuddin. (2020). Alat Pencetak Tanggal Kadaluausa pada Plastik Pack dengan Metode Hot Stamping. *Jurnal Teknik Elektro*, 21(2), 156. https://www.researchgate.net/publication/343883649_Alat_Pencetak_Tanggal_Kadaluausa_pada_Plastik_Pack_dengan_Metode_Hot_Stamping
- [4] Astrans, "Apa yang dimaksud Hot Stamping," *Astrans.co.id*, 2011. Internet: <https://www.astrans.co.id/content/id/berita/15-what-is-hot-stamping>. Nov. 15. 2011 [accessed Okt.10 , 2023].
- [5] Hyprowira, "Mengenal Sistem Pneumatik yang Banyak Digunakan untuk Keperluan Industri." *Hyprowira.com*, 2019. Internet: <https://hyprowira.com/blog/sistem-pneumatik-di-industri>, Sep. 9, 2019 [accessed Ags. 24, 2023].
- [6] Wirawan Sumbodo, Rizki Setiadi, dan Sigit Poedjiono *Pneumatik dan Hidrolik*. Deepublish, 2017. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=sBIADwAAQBAJ>
- [7] B. Indonesia, "PLC (Programmable Logic Controllers), Cara Kerja dan Fungsi PLC," *builder.id*, 2021. Internet: <https://www.builder.id/plc-programmable-logic-controllers-cara-kerja-dan-fungsi-plc/> Jun. 16, 2021 [accessed Ags. 28, 2023].
- [8] A. Daniarsyah, "Apa itu PLC? Ketahui Pengertian, Cara Kerja, dan Fungsinya," *wira.co.id*, 2021. Internet: <https://wira.co.id/plc-adalah/> Nov. 16, 2021 [accessed Ags. 30, 2023].

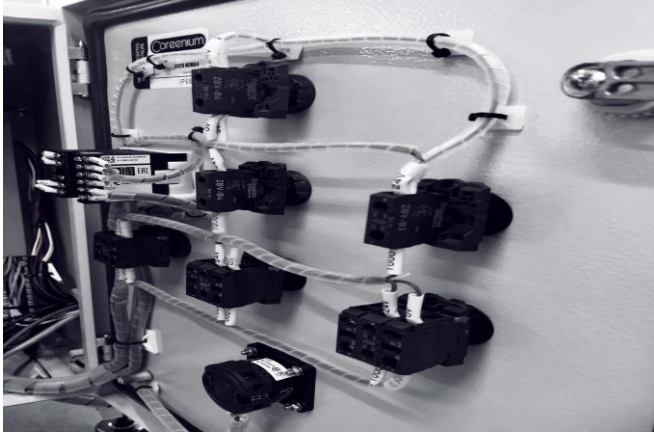
- [9] B.alldino.as, "Pemrograman Dasar PLC," *plc.mipa.ugm.ac.id*, 2019. Internet: <https://plc.mipa.ugm.ac.id/pemrograman-dasar-plc/> Sep. 24, 2019 [accessed Sep. 1, 2023].
- [10] Misel, "Cara Kerja encoder," *misel.co.id*, 2021. Internet: <https://misel.co.id/ketahui-cara-kerja-encoder-fungsi-hingga-jenisnya-di-sini/> Dec. 30. 2021 [accessed Sep. 6, 2023].
- [11] Naufal, "Cara Kerja Temperature Controller," *Definisi dan cara kerja Temperature Controller*, Internet: <https://wma.co.id/articles/temperature-controller/> [accessed Sep. 27, 2023].
- [12] Suprianto, "Teori motor AC dan jenis motor AC," *blog.unnes.ac.id*, 2015. Internet: <https://blog.unnes.ac.id/antosupri/motor-ac-teori-motor-ac-dan-jenis-motor-ac/> Okt. 12. 2015 [accessed Okt. 14, 2023].

Biodata

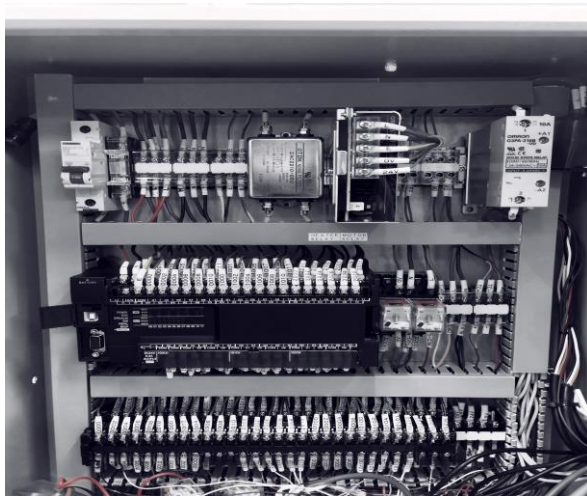


Nama : Dewa Kurnia Sandy
TTL : Batam, 25 April 1998
Agama : Islam
Alamat : Perum. Buana Indah II Blok J2 No.22
Email : Dewa.k1011@gmail.com
Riwayat Pendidikan : SD AI – Azhar III Batam
MTS AI – Ukhuwah Batam
SMKN 1 Batam

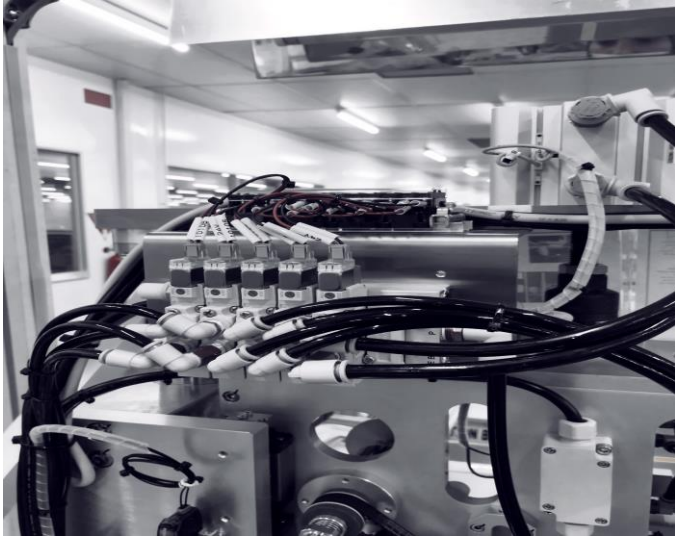
Lampiran



Rangkaian Elektrikal



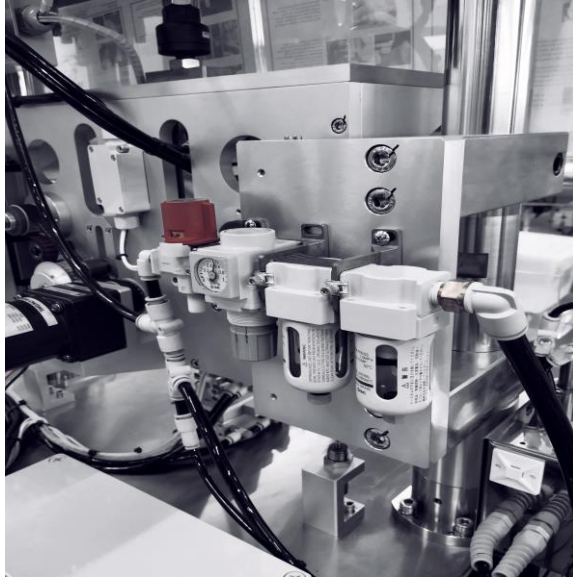
Rangkaian Elektrikal pada PLC



Rangkaian Pneumatik #1



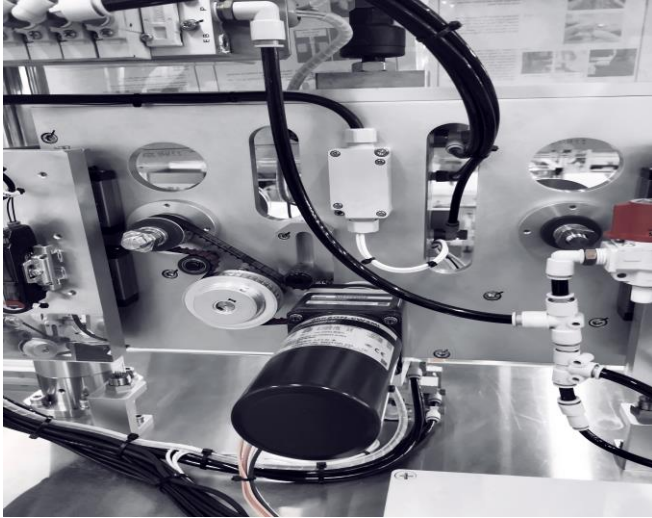
**Rangkaian Pneumatik #2
Valve Tube Cutting**



Main Air Pressure



Motor Roller Tube



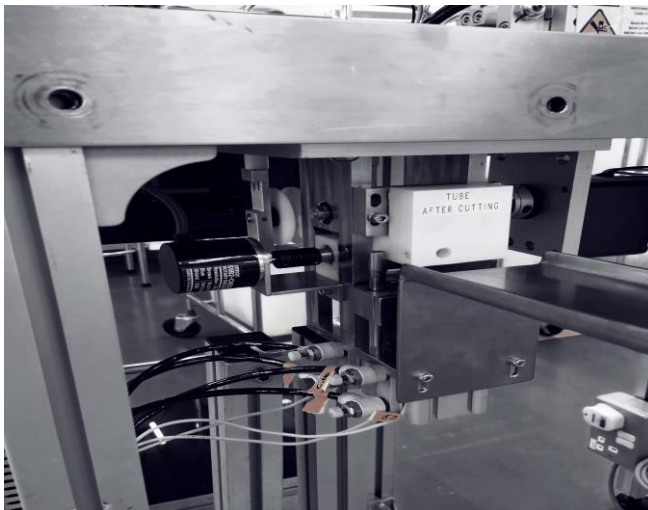
Motor Roller Tape



Motor Tube Cutting Station



Stamping Station



Tube Cutting Station