

**RANCANG BANGUN PORTABLE SEALER UNTUK
MENGURANGI *DROP OUT COMPONENT (SURFACE
MOUNT DEVICE)***

SKRIPSI

Untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana



Oleh:

Abdul Muchid

140410104

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FASKULTAS TEKNIK DAN KOMPUTER
UNIVERSITAS PUTERA BATAM
TAHUN 2018**

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, dan/atau magister), baik di Universitas Putera Batam maupun di perguruan tinggi lain;
2. Skripsi ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan pembimbing;
3. Dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka;
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Batam, 6 Februari 2018

Yang membuat pernyataan,

Abdul Muchid

140410104

**RANCANG BANGUN PORTABLE SEALER UNTUK
MENGURANGI DROP OUT COMPONENT
(SURFACE MOUNT DEVICE)**

SKRIPSI

Untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana

**Oleh:
Abdul Muchid
140410104**

**Telah disetujui oleh Pembimbing pada tanggal seperti tertera di bawah ini
Batam,**

**Adi Nugroho, S.T., M.Eng
Pembimbing**

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh banyaknya pemborosan di lini *Surface Mount Technology* (SMT) yaitu pada Januari 2014 sebesar \$30,247, februari 2014 sebesar \$27.387, dan maret 2014 sebesar \$24,945. Setelah dilakukan perbaikan, *drop out component* sudah dapat diminimalisir akan tetapi masih jauh dari batas maksimal per bulan dengan rincian: januari 2017 sebesar \$5.516 (batas maksimal per bulan \$1.124); pada februari 2017 sebesar \$5.089 (batas maksimal per bulan \$1.227); dan maret 2017 sebesar \$5.347 (batas maksimal per bulan \$1.360). Berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan oleh manajemen, besarnya *drop out component* disebabkan oleh faktor *handling*. Dalam faktor *handling*, aspek yang paling signifikan adalah tidak dapat direkatkannya *cover tape* ke *carrier tape*. Untuk dapat menanggulangi permasalahan tersebut dibutuhkan peralatan yang dapat merekatkan kembali *cover tape* ke *carrier tape*. Pada saat ini belum ada *supplier equipment* yang dapat mensuplai peralatan tersebut, sehingga diperlukan pemikiran yang kreatif dan inovatif untuk dapat merancang serta membuat peralatan tersebut. Dalam penelitian ini, Eksperimen faktorial digunakan untuk mendapatkan kombinasi yang dapat menghasilkan daya rekat terbaik (0.02-0.07Kgf). Hasil dari penelitian ini adalah: 1. *portable sealer* dapat menghasilkan temperatur yang berada dalam batas kendali, 2. Tidak disarankan menggunakan temperatur 100°C selama 1 detik dan 110°C selama 1 detik karena keduanya hanya menghasilkan daya rekat sebesar 0.018 dan 0.019Kgf (diluar batas kontrol), 3. *Portable sealer* dapat merekatkan kembali *cover tape* ke *carrier tape* dengan baik apabila menggunakan temperatur minimal 110°C dan lama waktu perekatan minimal 2 detik. 4. Dengan menggunakan *portable sealer*, *drop out component* saat proses melepas *reel* dari *feeder* dapat dikurangi.

Kata kunci: *Portable sealer*, *Drop out Component*, Eksperimen faktorial, Daya rekat

ABSTRACT

The background of this research is the amount of waste in Surface Mount Technology (SMT) line that is in January 2014 for \$ 30,247, february 2014 (\$ 27,387) and March 2014 (\$ 24,945). After performing some improvement, the drop out component is reduced but still higher than maximum limit per month with details: January 2017 \$ 5,516 (maximum limit \$ 1,124); in february 2017 \$ 5.089 (maximum limit \$ 1,227); and March 2017 \$ 5,347 (maximum limit \$ 1,360). Based on identification by management, the amount of drop out component caused by handling factor. In the handling factor, the most significant aspect is the cover tape can not be re-attached to the carrier tape. To be able to solve these problems, required equipment that can re-attach the cover tape onto carrier tape. At this time there is no supplier that can supply that equipment. so, creative and innovative thinking is needed to be able to design and make the equipment. At this research, the Factorial experiment used to obtain combinations that can produce the best adhesion (0.02-0.07Kgf). Based on the results of the test, the results of this study are as follows: 1) portable sealer can produce temperatures that are within the control limits, 2) Not recommended to use temperatures at 100°C and 110°C for 1 second because they only can produce adhedeive power of 0.018Kgf and 0.019Kgf (below than lower control limits), 3) Portable sealer can re-attach the cover tape to the carrier tape properly when using a minimum temperature of 110°C and the duration of adhesion time at least 2 seconds. 4) By using portable sealer, drop out component during the process of dismantle reel from the feeder can be reduced.

Keywords: *Portable sealer, Drop out Component, Factorial experiment, Adhesive power*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang merupakan salah satu persyaratan untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Karena itu, kritik dan saran akan senantiasa penulis terima dengan senang hati. Dengan segala keterbatasan, penulis menyadari pula bahwa skripsi ini takkan terwujud tanpa bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Nur Elfi Husda, S.Kom., M.Si. selaku Rektor Universitas Putera Batam;
2. Bapak Amrizal, S.Kom., M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknik dan Komputer Universitas Putera Batam;
3. Bapak Welly Sugianto, S.T., M.M. selaku Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam;
4. Bapak Adi Nugroho, S.T., M.Eng. selaku pembimbing Skripsi pada Program Studi Teknik Industri Universitas Putera Batam;
5. Segenap Dosen dan Staff Universitas Putera Batam;
6. Serly Rejeki, Istri tercinta yang selalu memberikan dukungan serta do'anya;
7. Lia Khansa Putri Abna Al Mukhtar, Putri tersayang yang selalu memberikan motivasi;
8. Ayah, Ibu dan kakak-kakak saya yang selalu mendo'akan agar diberikan kelancaran dalam proses penulisan skripsi ini;
9. Bapak Bambang Soeratno selaku HRA Division Head, Bapak I Gede Lintara selaku General Manager, Bapak Dony Irawan selaku Senior Manager, Bapak Budi Sukaca dan Bapak Guntur Sutrisno selaku Division Head PT.TEC Indonesia yang telah memberikan izin penelitian, memberikan bimbingan serta memfasilitasi penelitian ini;
10. Staff serta operator PT.TEC Indonesia terutama Bobby Gunarso, rekan-rekan *automation team* yang telah bersedia bertukar pikiran serta membantu memperlancar proses perakitan serta pengujian alat;
11. Rekan-rekan kelompok belajar: Loso, Fendry, Endry, Zulhendri, Supardi, Yasin, Heri, dll yang sedikit banyaknya telah memberi masukan-masukan yang dapat mengencerkkan kembali pikiran ketika peneliti sedang mengalami kesulitan;
12. Teman-teman Program studi Teknik Industri yang senantiasa saling memberikan dukungan dan membagikan semangat agar dapat menyelesaikan studi tepat waktu;
13. Serta pihak-pihak yang telah membantu kelancaran penelitian ini.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan dan selalu mencurahkan hidayah serta taufik-Nya, Amin.

Batam, 8 Februari 2018

Abdul Muchid

DAFTAR ISI

	Halaman
SURAT PERNYATAAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR RUMUS.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Rumusan Masalah.....	5
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Tujuan Penelitian.....	7
1.6 Manfaat Penelitian.....	7
2.1 Dasar Teori	8
BAB II KAJIAN TEORI	
2.1.1 <i>Tape and Reel Packaging</i>	9
2.1.2 <i>Portable Sealer</i> dan Material Yang Dibutuhkan	10
2.1.3 Pemborosan (<i>waste</i>) Material	16
2.1.4 Penanganan <i>Drop Out Component</i> di Lini SMT	19
2.1.5 Peta Kendali.....	25
2.2 Arduino	26
2.3 <i>Eksperimen Faktorial</i>	30
2.4 Penelitian Terdahulu.....	32
2.5 Kerangka Pemikiran	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tahapan Penelitian.....	36
3.2 Instrumen Penelitian	37
3.3 Pengumpulan Data.....	39
3.3.1 Sumber Data	39
3.4 Variabel dan Definisi Operasional Variabel.....	40
3.4.1 Variabel Penelitian.....	40
3.4.2 Definisi Operasional Variabel	41
3.5 Analisis Data.....	41
3.6 Spesifikasi Perancangan dan Cara Kerja Alat	42
3.6.1 Rancangan Fisik Alat.....	42
3.6.2 Skema Rangkaian <i>Portable Sealer</i>	44

3.6.3	Komponen yang Digunakan	45
3.6.4	Rancangan Perangkat Lunak	45
3.6.5	Cara Kerja Alat	52
3.7	Lokasi dan Jadwal Penelitian.....	54
3.7.1	Lokasi Penelitian	54
3.7.2	Jadwal Penelitian	54

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Pengumpulan Data.....	55
4.1.1	Informasi Komponen Alat	55
4.2	Pengolahan Data Komponen Alat	57
4.2.1	Sumber Tegangan	57
4.2.2	Elemen Pemanas	58
4.2.3	Resistor 1, 2, 3 dan 4	58
4.3	Pengujian Pengukuran Temperatur.....	60
4.3.1	Pengujian Ketepatan Pengukuran Temperatur	60
4.3.2	Pengujian Stabilitas (Keseragaman) Temperatur <i>Portable Sealer</i>	62
4.4	Eksperimen Faktorial Daya Rekat	70
4.4.1	Pengujian Daya Rekat Pada Temperatur 100°C	74
4.4.2	Pengujian Daya Rekat Pada Temperatur 110°C	75
4.4.3	Pengujian Daya Rekat Pada Temperatur 120°C	77
4.4.4	Eksperimen Faktorial Daya Rekat Keseluruhan.....	79
4.5	Pengujian <i>Drop Out Component</i>	82
4.5.1	Uji Normalitas Data pada Pengujian <i>Drop Out Component</i>	85
4.5.2	Uji Keseragaman Data pada Pengujian <i>Drop Out Component</i>	86
4.5.3	Pengujian <i>Drop Out Component</i> menggunakan temperatur 100°C.....	87
4.5.4	Pengujian <i>Drop Out Component</i> menggunakan temperatur 110°C.....	88
4.5.5	Pengujian <i>Drop Out Component</i> menggunakan temperatur 120°C.....	89

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan	90
5.2	Saran	90

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3. 1 Definisi Operasional Variabel.....	41
Tabel 3. 2 Komponen yang Digunakan.....	45
Tabel 4. 1 Tabel perbandingan temperatur	61
Tabel 4. 2 Pengujian Stabilitas Temperatur <i>Portable Sealer</i> 100°C	63
Tabel 4. 3 Pengujian Stabilitas Temperatur <i>Portable Sealer</i> 110°C	66
Tabel 4. 4 Pengujian Stabilitas Temperatur <i>Portable Sealer</i> 120°C	68
Tabel 4. 5 Prosedur Pengujian Daya Rekat	72
Tabel 4. 6 Pengujian Daya Rekat Pada Temperatur 100°C	74
Tabel 4. 7 Pengujian Daya Rekat Pada Temperatur 110°C	75
Tabel 4. 8 Pengujian Daya Rekat Pada Temperatur 120°C	77
Tabel 4. 9 Pengujian Daya Rekat <i>Cover Tape</i>	80
Tabel 4. 10 Pengujian Drop Out Component	84
Tabel 4. 11 Pengujian <i>Drop Out Component</i> menggunakan temperatur 100°C.....	87
Tabel 4. 12 Pengujian <i>Drop Out Component</i> menggunakan temperatur 110°C.....	88
Tabel 4. 13 Pengujian <i>Drop Out Component</i> menggunakan temperatur 120°C.....	89

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. 1 Data <i>Drop Out Component</i> Periode Januari - Maret 2014.....	2
Gambar 1. 2 Data <i>Drop Out Component</i> Periode Januari - Maret 2017.....	3
Gambar 1. 3 Instalasi <i>Surface Mount Device</i> Pada <i>Feeder</i>	4
Gambar 2. 1 Konfigurasi Pin Out Arduino Nano	13
Gambar 2. 2 <i>Switch</i>	13
Gambar 2. 3 <i>Light Emiting Diode (LED)</i>	14
Gambar 2. 4 Power Mosfet	15
Gambar 2. 5 Termistor	16
Gambar 2. 6 Prosedur Proses Picking	19
Gambar 2. 7 Prosedur <i>Barcode Scanning System (Extended Issuing)</i>	20
Gambar 2. 8 Prosedur Pemasangan komponen SMD	21
Gambar 2. 9 Prosedur penggantian komponen pada proses produksi	22
Gambar 2. 10 Prosedur melepas SMD komponen dari <i>reel (dismantle)</i>	23
Gambar 2. 11 Prosedur Proses <i>Counting</i>	24
Gambar 2. 12 Kerangka Pemikiran.....	35
Gambar 3. 1 Desain Penelitian.....	36
Gambar 3. 2 Thermometer berbasis Thermocouple (KIC <i>Profiler X5</i>).....	37
Gambar 3. 3 <i>Push-Pull Gauge (IMADA)</i>	38
Gambar 3. 4 Rancangan Blok Baterai.....	42
Gambar 3. 5 Rancangan Blok Komponen.....	43
Gambar 3. 6 Rancangan Kepala Sealer.....	43
Gambar 3. 7 Skema Rangkaian <i>Portable Sealer</i>	44
Gambar 3. 8 Cara Kerja Alat.....	52
Gambar 4. 1 Baterai Yang Digunakan Sebagai Sumber Listrik	55
Gambar 4. 2 Kanthal D Wire 0.25mm	56
Gambar 4. 3 PTFE Teflon.....	56
Gambar 4. 4 Contoh Pengujian Ketepatan Pengukuran.....	61
Gambar 4. 5 Menghubungkan <i>Portable Sealer</i> dan Laptop	62
Gambar 4. 6 Pengambilan Data Stabilitas Temperatur <i>Portable Sealer</i>	62
Gambar 4. 7 Uji Stabilitas Temperatur Pada 100°C.....	65
Gambar 4. 8 Uji Stabilitas Temperatur Pada 110°C.....	67
Gambar 4. 9 Uji Stabilitas Temperatur Pada 120°C.....	70
Gambar 4. 10 Bahan dan Alat Untuk Eksperimen Faktorial	71
Gambar 4. 11 Lembar Pengamatan Daya Rekat	72
Gambar 4. 12 Proses Merekatkan <i>Cover Tape</i> Pada <i>Carrier Tape</i>	73
Gambar 4. 13 Proses Pengujian Daya Rekat.....	73
Gambar 4. 14 Pengujian Daya Rekat pada Temperatur 100°C	74
Gambar 4. 15 Pengujian Daya Rekat pada Temperatur 110°C	76
Gambar 4. 16 Pengujian Daya Rekat pada Temperatur 120°C	78
Gambar 4. 17 Eksperimen Faktorial Daya Rekat.....	80
Gambar 4.18 Mengoperasikan <i>stopwatch</i>	82

Gambar 4.19 Merekatkan sisi kiri <i>cover tape</i>	83
Gambar 4.20 Merekatkan sisi kanan <i>cover tape</i>	83
Gambar 4. 21 Operator 2 mencatat Jumlah Komponen yang Terbuang.....	84
Gambar 4. 22 Uji Normalitas Daya Rekat	85
Gambar 4. 23 Uji Keseragaman Data <i>Drop Out Component</i>	86

DAFTAR RUMUS

	Halaman
Rumus 2. 1 Daya listrik.....	8
Rumus 2. 2 Tegangan listrik	8
Rumus 2. 3 Arus listrik	8
Rumus 2. 4 Hambatan listrik.....	9
Rumus 2. 5 Batas Kontrol Atas.....	25
Rumus 2. 6 Garis Pusat / <i>Upper Control Limit</i>	25
Rumus 2. 7 Batas Kontrol Bawah.....	26

BAB I

PENDAHULUAN

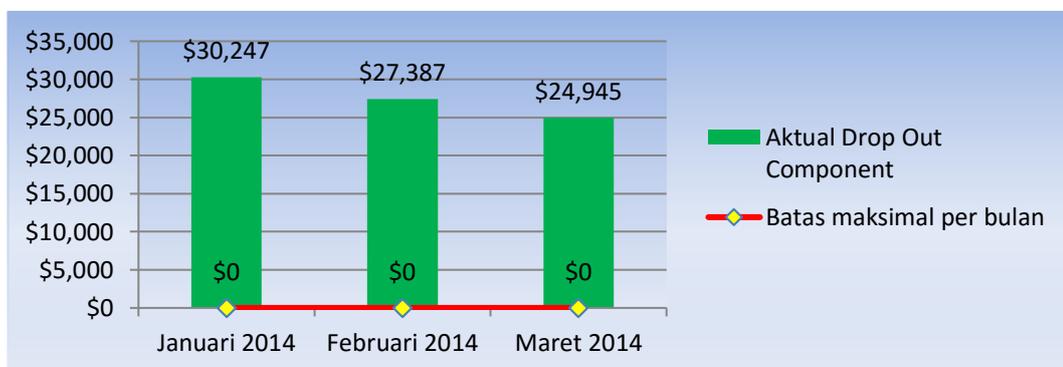
1.1 Latar Belakang Masalah

Ketatnya persaingan industri memacu perusahaan manufaktur untuk dapat memiliki keunggulan kompetitif yaitu: kualitas (*quality*), harga (*cost*), ketepatan waktu pengiriman (*delivery time*), fleksibilitas (*flexibility*) (Khannan dan Haryono, 2015:47). Disamping itu, minimasi biaya produksi juga banyak dijadikan sebagai strategi utama pemimpin pangsa pasar untuk dapat terus jauh mengungguli pesaing serta menjadi sumber yang menguntungkan (Athalye et al., 2015:3247). Berdasarkan hal tersebut, manajemen harus dapat mengidentifikasi untuk kemudian melakukan perbaikan berkelanjutan untuk dapat meminimalisir atau bahkan menghilangkan pemborosan yang ada.

PT.TEC Indonesia merupakan anak perusahaan dari Toshiba Group yang berkedudukan di Lot 108-110 Batamindo Industrial Park, Muka Kuning, Batam. PT.TEC Indonesia merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi berbagai macam produk elektronika seperti POS printer, POS terminal, Dot head, ribbon dan lain sebagainya. Dalam menjalankan organisasinya, manajemen PT.TEC Indonesia selalu mendorong seluruh karyawan untuk melakukan perbaikan berkesinambungan untuk dapat mengoptimalkan seluruh sumber daya yang ada serta mengurangi pemborosan sehingga diharapkan dapat menekan biaya produksi

yang mana pada akhirnya dapat meningkatkan daya saing perusahaan dalam hal harga produk.

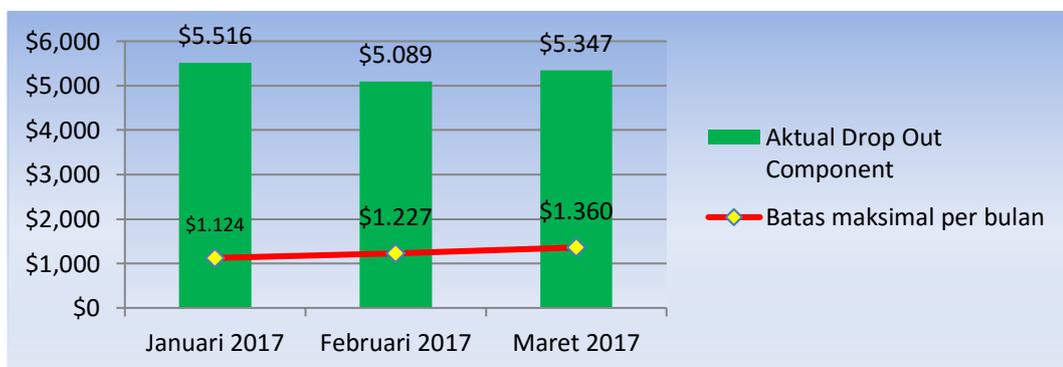
Pada tahun 2014, jajaran manajemen puncak PT.TEC Indonesia memberikan perhatian lebih kepada lini *Surface Mounting Technology* (Lini SMT) dikarenakan adanya indikasi bahwa telah terjadi pemborosan komponen SMD yang signifikan di lini SMT yaitu banyaknya komponen *Surface Mount Device* (komponen SMD) yang terbuang setelah proses produksi. Pada bulan Januari 2014 diketahui bahwa total nilai pemborosan komponen SMD adalah sebesar \$30.247; februari 2014 sebesar \$27.387; dan pada bulan maret 2014 sebesar \$24.945. Sebagai catatan, pada periode tersebut belum ditetapkan rumusan batas maksimal per bulan sehingga jumlah pemborosan komponen SMD sangat tidak terkendali. (Arsip PT.TEC Indonesia)



Gambar 1. 1 Data *Drop Out Component* Periode Januari - Maret 2014
Sumber: Arsip Lini SMT PT.TEC Indonesia

Melihat besarnya pemborosan komponen SMD yang terjadi di lini SMT, manajemen puncak PT.TEC Indonesia memberikan arahan kepada manajemen lini SMT untuk berusaha seoptimal mungkin melakukan *continuous improvement* demi mengurangi pemborosan komponen SMD. Untuk dapat memenuhi harapan dari

manajemen puncak, manajemen lini SMT membuat identifikasi masalah yang terjadi dalam bentuk *Drill Down Tree* yang mana menunjukkan bahwa faktor utama terjadinya pemborosan komponen SMD adalah faktor *machine* (antara lain: *pick up error, standing error, recognition error* dll) dan *handling* (antara lain: frekuensi pergantian model, frekuensi pergantian komponen, salah pemakaian *feeder*, penanganan komponen setelah proses produksi, dll). Dari keseluruhan penyebab terjadinya pemborosan komponen SMD tersebut, hampir seluruhnya sudah dapat diperbaiki. Sampai dengan awal 2017 pemborosan komponen SMD sudah dapat diminimalisir dengan rincian: pada bulan Januari 2017 sebesar \$5.516 (batas maksimal per bulan \$1.124); pada bulan Februari 2017 sebesar \$5.089 (batas maksimal per bulan \$1.227); dan bulan Maret 2017 sebesar \$5.347 (batas maksimal per bulan \$1.360).



Gambar 1. 2 Data *Drop Out Component* Periode Januari - Maret 2017

Sumber: Arsip Lini SMT PT.TEC Indonesia

Berdasarkan data diatas, dapat disimpulkan bahwa pemborosan komponen SMD di lini SMT sudah dapat diminimalisir akan tetapi masih jauh dari yang diharapkan (batas maksimal per bulan) yang mana disebabkan oleh adanya beberapa penyebab yang belum dapat diperbaiki, terutama untuk penanganan

komponen setelah proses produksi. Setelah dievaluasi kembali, manajemen lini SMT dapat mengidentifikasi bahwa akar permasalahan (*root cause*) dari banyaknya pemborosan komponen SMD dalam hal penanganan komponen setelah proses produksi yaitu *cover tape* dan *carrier tape* yang tidak dapat direkatkan kembali setelah proses produksi sehingga mengakibatkan terbuangnya beberapa *pieces* komponen (*drop out component*).



Gambar 1. 3 Instalasi *Surface Mount Device* Pada *Feeder*
Sumber: Arsip Lini SMT PT.TEC Indonesia

Untuk dapat mencegah terjadinya *drop out component*, maka sangat dibutuhkan sebuah peralatan ataupun fasilitas yang dapat merekatkan kembali *cover tape* dan *carrier tape* setelah proses produksi. Berdasarkan penelusuran yang telah dilakukan oleh manajemen lini SMT, pada saat ini belum ada *vendor / supplier* yang dapat menyediakan peralatan tersebut sehingga diperlukan pemikiran dan tindakan yang inovatif dan kreatif untuk dapat menyediakan peralatan yang dapat digunakan untuk merekatkan kembali *cover tape* dan *carrier tape* setelah proses produksi.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat diidentifikasi permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu:

Belum tersedia peralatan yang dapat digunakan untuk merekatkan kembali *cover tape* dan *carrier tape* setelah proses produksi sehingga mengakibatkan terbuangnya (*drop out component*) beberapa *pieces* komponen dari masing-masing *reel*.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut diatas maka penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

Apakah dengan digunakannya *portable sealer* dapat mengurangi *drop out component* di lini SMT?

1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat terfokus, maka permasalahan perlu dibatasi sebagai berikut:

1. Penelitian ini dibatasi sampai pada tahap pembuatan dan pengujian alat perekat (*portable sealer*);
2. Pengujian daya rekat pada penelitian ini menggunakan eksperimen faktorial;

3. Penelitian ini hanya membahas fungsionalitas alat yaitu merekatkan *cover tape* pada *carrier tape* untuk mengurangi *drop out component*. Serta tidak membahas aspek lainnya seperti aspek ergonomi, *safety*, purwa rupa, dan sebagainya;
4. Alat perekat digunakan khusus untuk merekatkan kembali *cover tape* dan *carrier tape (tape dan reel packaging)* untuk komponen *Surface Mount Device (SMD)*;
5. Faktor pemborosan komponen SMD yang dibahas dalam penelitian ini yaitu penanganan komponen setelah proses produksi (pada saat melepas *reel* dari *feeder*);
6. Temperatur yang digunakan dalam eksperimen adalah 100°C, 110°C, 120°C serta periode waktu perekatan yang digunakan adalah 1 detik, 2 detik, dan 3 detik;
7. Penelitian ini tidak membahas secara rinci terkait *script* dan *software* yang digunakan untuk pemrograman mikrokontroler (rancangan perangkat lunak).
8. Pengujian *drop out component* dalam penelitian ini adalah pada saat eksperimen berlangsung.

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Mengetahui apakah dengan digunakannya *portable sealer* dapat mengurangi *drop out component* di lini SMT atau tidak.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Menambah ilmu pengetahuan tentang pemanfaatan elemen pemanas dan minimasi pemborosan serta metode-metode yang digunakannya.

2. Manfaat Praktis

Membantu perusahaan *manufacturing* dalam mengurangi pemborosan material yang terjadi, khususnya di lini *surface mounting technology*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar Teori

Dalam pembuatan *portable sealer*, material utama yang akan digunakan adalah *resistance wire* (kawat hambatan) yang mana akan mengkonversi listrik menjadi panas yang akan digunakan untuk merekatan *cover tape* dan *carrier tape*. Perpindahan panas (kalor) dapat dilakukan dengan cara konduksi, yaitu perpindahan panas yang dihasilkan oleh kontak langsung antar permukaan benda. Konduksi terjadi dengan cara menyentuh atau menghubungkan antar permukaan yang mengandung panas (Lubis et al., 2016:22).

Untuk dapat mengetahui lebih spesifik kebutuhan material maka perlu diketahui terlebih dahulu teori tentang daya listrik, tegangan (*voltage*) listrik, arus listrik, hambatan listrik serta hambatan jenis, luas penampang dan panjang kawat. Apabila daya dan tegangan sumbernya diketahui maka untuk menentukan besar hambatan yang diperlukan adalah dengan persamaan berikut ini: (Djambiar et al., 2013:501)

$$P = V \times I \dots\dots\dots \text{Rumus 2. 1}$$

$$V = I \times R \dots\dots\dots \text{Rumus 2. 2}$$

$$I = V / R \dots\dots\dots \text{Rumus 2. 3}$$

Dengan P adalah daya (Watt), V adalah Tegangan (Volt), I adalah arus listrik (Ampere), dan R adalah Hambatan (Ohm).

Setelah besar hambatan diketahui maka selanjutnya dapat ditentukan panjang kawat yang dibutuhkan dengan persamaan:

$$R = \rho \frac{L}{A} \dots \dots \dots \text{Rumus 2. 4}$$

Dengan ρ adalah hambatan jenis ($\Omega mm^2/m$), L adalah panjang kawat (m) dan A adalah luas penampang (mm^2).

2.1.1 *Tape and Reel Packaging*

Tape and reel packaging merupakan salah satu metode utama dalam pengiriman komponen *surface mount device* (SMD) ke pelanggan. Sistem ini menyederhanakan penanganan pada komponen semikonduktor untuk sistem perakitan papan rangkaian. *Tape and reel packaging* dapat berisi ratusan bahkan ribuan unit komponen SMD sehingga dapat meminimalisir frekuensi pengisian ulang komponen pada mesin *pick and place* (*Surface mount technology/SMT*). (Texas Instruments, 2012:5)

Tape and reel packaging terdiri atas tiga bagian yaitu: (RoHM, 2016:2)

1. *Reel*: merupakan bagian dari *Tape and reel packaging* yang berfungsi sebagai media gulungan *carrier tape*;
2. *Cover tape*: merupakan bagian dari *Tape and reel packaging* yang berfungsi untuk melindungi komponen di dalam *carrier tape*;
3. *Carrier tape*: merupakan media pembawa komponen *surface mount device*

Daya rekat

Di industri semikonduktor, daya rekat biasa disebut dengan *peel strength* atau *peelback strength* merupakan gaya yang dibutuhkan untuk melepaskan *cover tape* dari *carrier tape*. Daya rekat *cover tape* berdasarkan standar EIA berada pada rentang 0,1 Newton sampai dengan 1,3 Newton. (Texas Instruments, 2012:5). Sedangkan daya rekat menurut standar RoHM berada pada rentang 0,2 Newton sampai dengan 0,7Newton.(RoHM, 2016:2)

2.1.2 Portable Sealer dan Material Yang Dibutuhkan

Teknologi *heat seal* merupakan teknik penting untuk pengemasan dalam industri dengan mengendalikan temperatur dan periode waktu perekatan. Kondisi segelan dipengaruhi periode waktu 1 detik dan temperatur yang digunakan antara 100°C sampai 120°C (Yamada et al, 2015:1) yang akan menghasilkan daya rekat sebesar 0,2 sampai 0,7 Newton (0,020 sampai 0,0713 Kgf) (RoHM, 2016:2).

Material utama yang akan digunakan untuk pembuatan alat perekat *portable (portable sealer)* yaitu:

1. Elemen pemanas

Bagian utama dari pemanas listrik disebut elemen pemanas. Elemen pemanas terbuat dari kawat halus yang memiliki hambatan jenis yang besar misalnya kawat nikelin, konstantan dan mikron. Semakin besar hambatan kawat maka energi kalor yang dihasilkan juga semakin besar karena besarnya energi sebanding dengan beda potensial, kuat arus dan waktu. Temperatur maksimal yang dapat dihasilkan oleh elemen

pemanas berbeda-beda antara lain 180°C, 210°C sampai dengan 1000°C (Huda dan Yani, 2013:176). Prinsip kerja elemen panas adalah arus listrik yang mengalir pada elemen menjumpai resistansinya, sehingga menghasilkan panas pada elemen (Lubis et al., 2016:22).

Elemen pemanas merupakan elemen yang mengubah energi listrik menjadi energi panas. Elemen pemanas dan mikrokontroler akan bekerja dengan optimal pada tegangan 5 VDC (Mulyanah dan Hellyana, 2015:47). Kawat untuk elemen pemanas listrik harus memenuhi persyaratan sebagai berikut: (Djambiar et al., 2013:501)

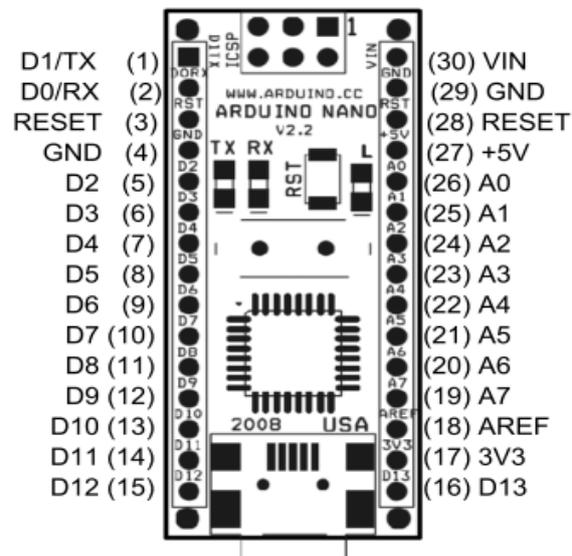
- a. Harus tahan lama pada temperatur yang dikehendaki;
- b. Sifat mekanisnya harus kuat pada temperatur yang dikehendaki;
- c. Koefisien muai harus kecil, sehingga perubahan bentuknya pada temperatur yang dikehendaki tidak terlalu besar;
- d. Tahanan jenisnya harus tinggi;
- e. Koefisien suhunya harus kecil, sehingga arus kerjanya sedapat mungkin konstan.

Beberapa bahan yang digunakan untuk elemen pemanas antara lain: (Lubis et al., 2016:22)

- a. Nichrome / nickel-chromium (NiCr) dalam bentuk kawat;
- b. Kanthal / iron-nichromium-aluminium (FeCrAl) dalam bentuk kawat.

2. *MicroController*

Arduino adalah sebuah rangkaian yang dikembangkan dari mikrokontroler berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 kaki digital input / output, dimana 6 kaki digital diantaranya dapat digunakan sebagai sinyal PWM (*Pulse Width Modulation*). Sinyal PWM berfungsi untuk mengatur tinggi rendahnya temperatur. Arduino Uno memiliki 6 kaki analog input, kristal osilator dengan kecepatan jam 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah konektor listrik, sebuah kaki header dari ICSP, dan sebuah tombol reset yang berfungsi untuk mengulang program. Kelebihan Arduino diantaranya adalah tidak perlu perangkat *chip programmer* karena didalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani *upload* program dari komputer, Arduino sudah memiliki sarana komunikasi USB, sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki port serial/RS323 bisa menggunakannya. Bahasa pemrograman relatif mudah karena software Arduino dilengkapi dengan kumpulan *library* yang cukup lengkap, dan Arduino memiliki modul siap pakai (*shield*) yang bisa ditancapkan pada board Arduino (Silvia et al., 2014:2).



Gambar 2. 1 Konfigurasi Pin Out Arduino Nano
Sumber: Data sekunder (Arduino LLC, 2015)

3. *Switch*

Switch merupakan suatu komponen yang digunakan untuk menjembatani serta memutuskan sinyal-sinyal listrik sesuai dengan keadaan yang diberikan oleh switch tersebut. Sebuah switch yang ideal harus memiliki karakteristik sebagai berikut:(Huda dan Yani, 2013:176)

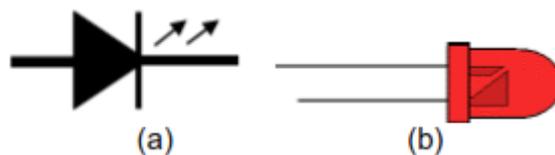
- Pada saat *Off*, switch tidak dapat dilalui arus listrik
- Pada saat *On*, switch dapat mengalirkan arus listrik



Gambar 2. 2 Switch
Sumber: Data sekunder (Huda dan Yani, 2013)

4. LED (*Light Emitting Diode*)

Kebanyakan *semikonduktor* akan memancarkan cahaya apabila ditembaki energi. Penembakan energi ini dapat terjadi dalam bentuk *elektron*, cahaya atau panas. Dioda Emisi Cahaya (*Light Emitting Diode*) menggunakan sifat ini, dimana LED adalah dioda yang dipasang dalam wadah tembus pandang yang akan menyala/memancarkan cahaya bila dilalui arus. Dengan menggunakan unsur-unsur seperti: *gelium*, *arsen* dan *posfor*, maka bisa didapatkan LED yang menghasilkan cahaya merah atau cahaya tak tampak. Bila sebuah LED diberi tegangan maju, maka LED tersebut akan memancarkan cahaya karena elektron-elektron bebasnya akan bergabung kembali dengan lubang disekitar persambungan ketika melaju dari tingkat energi yang lebih tinggi ke tingkat energi yang lebih rendah. Elektron-elektron bebas tersebut akan mengeluarkan energinya dalam bentuk radiasi. Di dalam LED sebagian dari selisih energi ini dilepaskan sebagai radiasi cahaya. Katodnya merupakan garis lurus, yang ditandai dengan kaki LED yang lebih pendek. (Huda dan Yani, 2013:180)

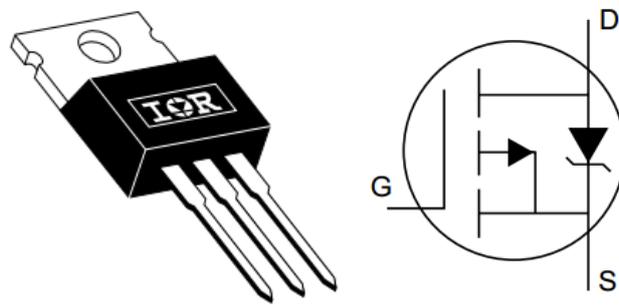


Gambar 2. 3 Light Emitting Diode (LED)

Sumber: Data sekunder

5. Power Mosfet (PMOSFET)

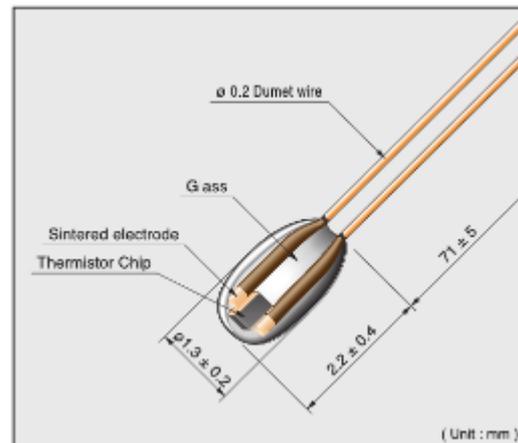
PMOSFET merupakan jenis FET yang dapat digunakan sebagai switch atau pemutus arus listrik. *Field Effect transistor* (FET) merupakan jenis transistor unipolar. Prinsip kerja FET diatur oleh tegangan antara gate dan source. Nama elektrode atau kaki transistor unipolar, yaitu gate, drain dan source. (Huda dan Yani, 2013:178)



Gambar 2. 4 Power Mosfet
Sumber: Data Sekunder (Huda dan Yani, 2013)

6. Termistor

Termistor adalah resistor yang sensitif terhadap panas sehingga nilai resistansinya berubah sangat banyak seiring perubahan suhu. Termistor terbuat dari beberapa jenis oksida logam transisi yang sebagian besar terdiri dari Mn, Ni dan Co sebagai bahan baku dan keramik halus disinter. Kisaran temperatur operasi termistor adalah -50 sampai + 500 °C dengan toleransi sebesar 2%. Termistor biasa diaplikasikan sebagai sensor temperatur dan elemen kompensasi temperatur untuk peralatan rumah tangga dan peralatan industri (Shibaura Electronics Co. Ltd., 2015:5)



Gambar 2. 5 Termistor

Sumber: Data Sekunder (Shibaura Electronics Co. Ltd., 2015)

2.1.3 Pemborosan (*waste*) Material

Pemborosan (*waste*) merupakan segala sesuatu yang tidak memiliki nilai tambah. *7 waste* dapat dikelompokkan kedalam tiga kategori utama: *man*, *machine* dan *material* (Khannan dan Haryono, 2015:49). Pemborosan di lini perakitan elektronik biasanya mengacu pada tipe *electronic waste* yang biasa disingkat *E-Waste*. *E-Waste* dalam waktu yang lama digunakan untuk mendeskripsikan material elektronik dan produk elektronik yang rusak ataupun usang. Yang berkaitan dengan biaya produksi salah satunya yaitu biaya skrap material (Matathil dan Ramachandran, 2012:53)

Waste atau pemborosan banyak pengertiannya didalam industri, salah satunya adalah penggunaan peralatan, pekerja dan material yang berlebihan yang tidak menghasilkan nilai tambah. *Waste* atau pemborosan termasuk didalamnya adalah terjadinya kehilangan material dan pelaksanaan pekerjaan yang tidak baik sehingga mengakibatkan biaya tambahan tetapi tidak ada nilai tambah produk. *Waste* atau

pemborosan juga dapat terjadi baik sebelum maupun setelah proses produksi.

Konsep minimasi pemborosan berdasarkan 3R: (Hussain, 2015:146)

1. *Reduce*: mencegah terjadinya pemborosan sejak awal
2. *Re-use*: mengurangi pemborosan material dengan menggunakan kembali sisa material yang masih layak
3. *Recycle*: memisahkan material yang dapat didaur ulang untuk dapat digunakan untuk membuat produk yang lain.

Keuntungan dapat ditingkatkan berdasarkan pada pengurangan biaya yang mana banyak jalan / cara untuk dapat mengurangi *unwanted cost* (pemborosan) dalam proses ataupun produk. Bagian dari produk terdiri dari beberapa komponen yang berbeda sesuai dengan fungsinya masing-masing. Dan biaya produk adalah biaya semua komponen yang digunakan didalamnya. (Athalye et al., 2015:3247)

Salah satu cara untuk mengurangi *cost of production* adalah dengan mengurangi nilai pemborosan / *waste / scrap*. Salah satu faktor yang sangat signifikan mempengaruhi biaya produksi secara keseluruhan adalah *scrap* material. *Cost* adalah jumlah biaya yang dikeluarkan dalam rangka untuk mendapatkan sesuatu. Sedangkan *Cost reduction* adalah pencapaian nyata dalam pengurangan biaya pembuatan produk maupun jasa tanpa mengurangi kesesuaian fungsi produk tersebut. (Athalye et al., 2015:3248)

Pendekatan yang dapat dilakukan dalam mengurangi *waste* / pemborosan adalah: (Agrawal dan Khare, 2012:252)

1. Mengurangi atau menghilangkan pemborosan pada sumbernya (biasanya di dalam proses)
2. Penggunaan ulang
3. Meningkatkan kualitas dari pemborosan yang dihasilkan.

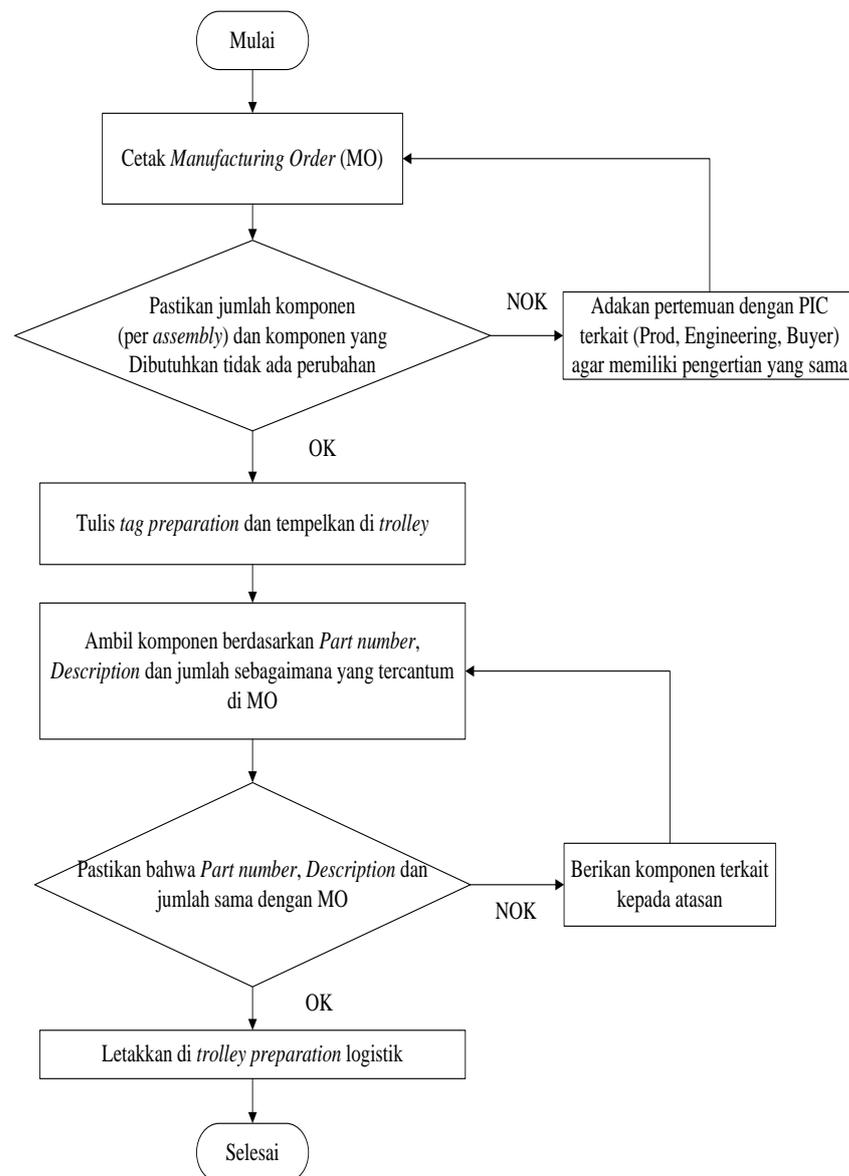
Mengurangi pemborosan merupakan suatu langkah yang penting untuk dapat mencapai pertumbuhan ekonomi sekaligus melindungi lingkungan dari pencemaran (Agrawal dan Khare, 2012:253). Disamping itu, Salah satu manfaat dari pengurangan pemborosan adalah mengurangi biaya produksi secara keseluruhan serta meningkatkan nilai produk.(Athalye et al., 2015:3250). Adapun manfaat ekonomis yang didapatkan dengan minimasi *waste* / pemborosan material: (Hussain, 2015:143)

- 1) Mengurangi biaya transportasi untuk sampah material (sedikit transportasi karena sedikit sampah material)
- 2) Mengurangi biaya pemusnahan sampah material
- 3) Mengurangi biaya pembelian dalam jumlah dan harga tertentu dengan minimasi sampah material
- 4) Membantu meningkatkan pengembalian modal dengan menjual sampah material untuk didaur ulang.

2.1.4 Penanganan *Drop Out Component* di Lini SMT

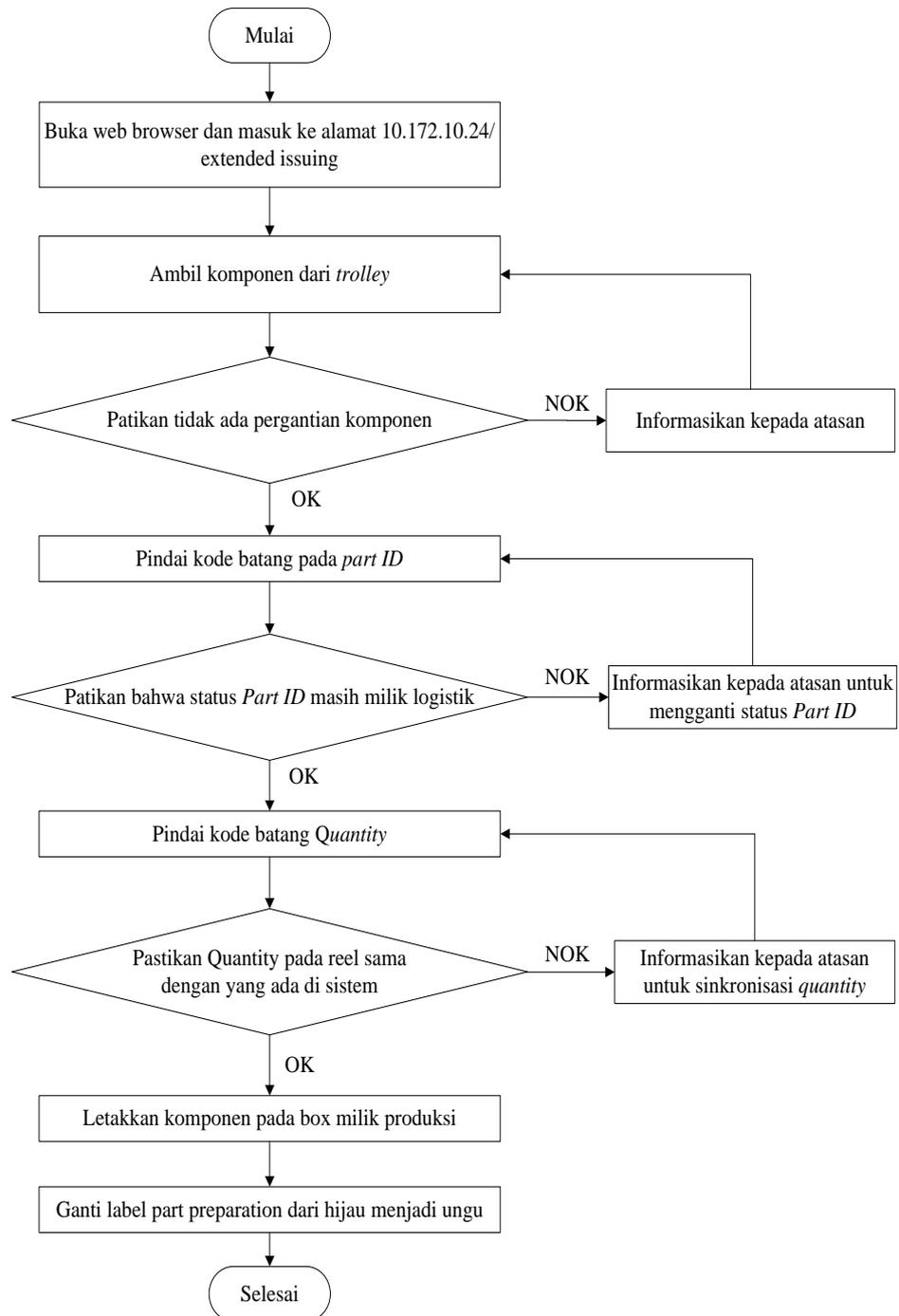
Untuk dapat mengurangi *drop out component* di lini SMT, manajemen lini SMT telah menerapkan prosedur pencegahan pada *working instruction* masing-masing level proses di lini SMT.

1. Proses *Picking*



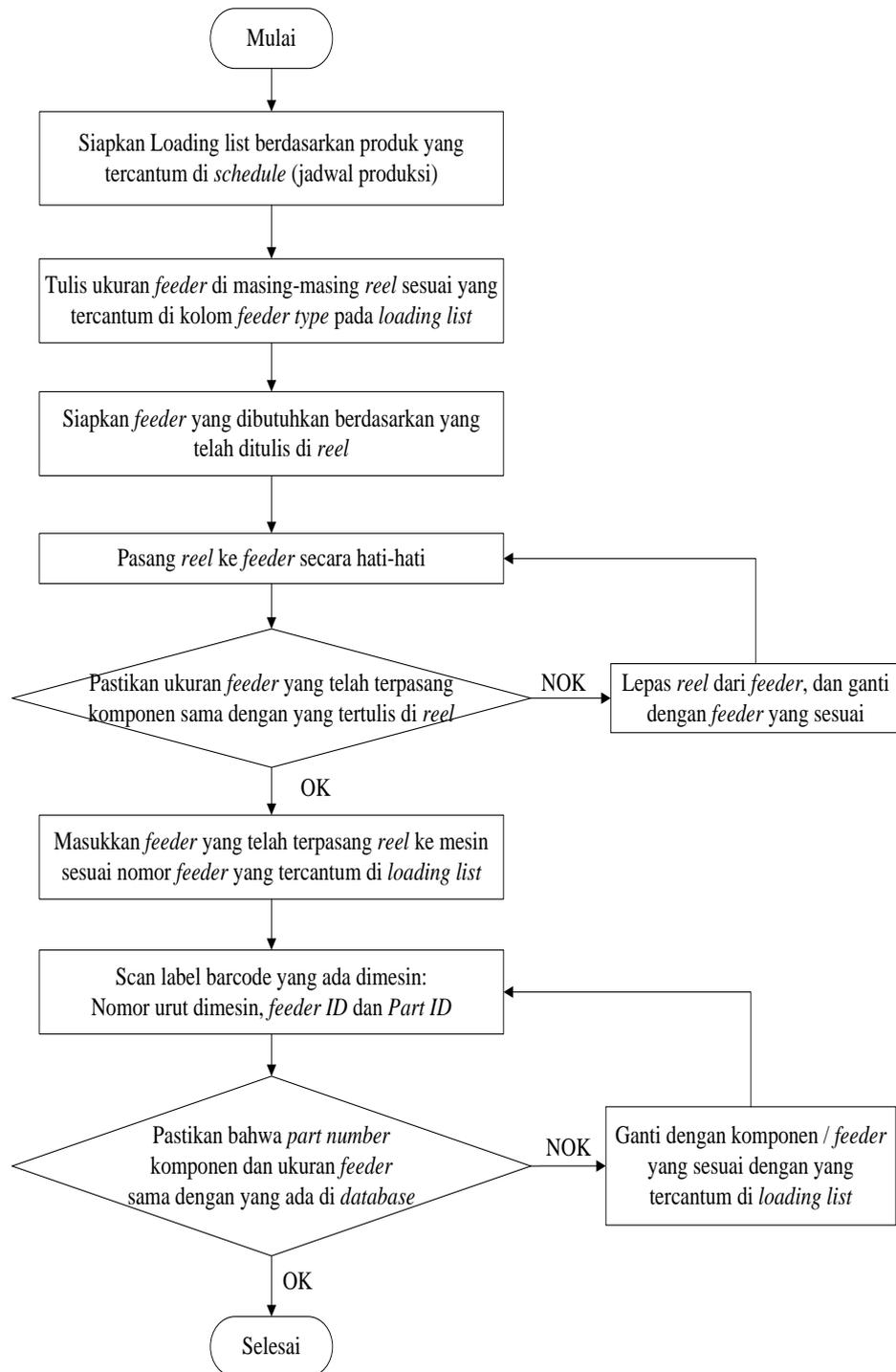
Gambar 2. 6 Prosesdur Proses *Picking*
Sumber: Arsip PT TEC Indonesia, 2014

2. BSS Scanning (Extended Issuing)



Gambar 2. 7 Prosedur *Barcode Scanning System (Extended Issuing)*
Sumber: Arsip PT TEC Indonesia, 2014

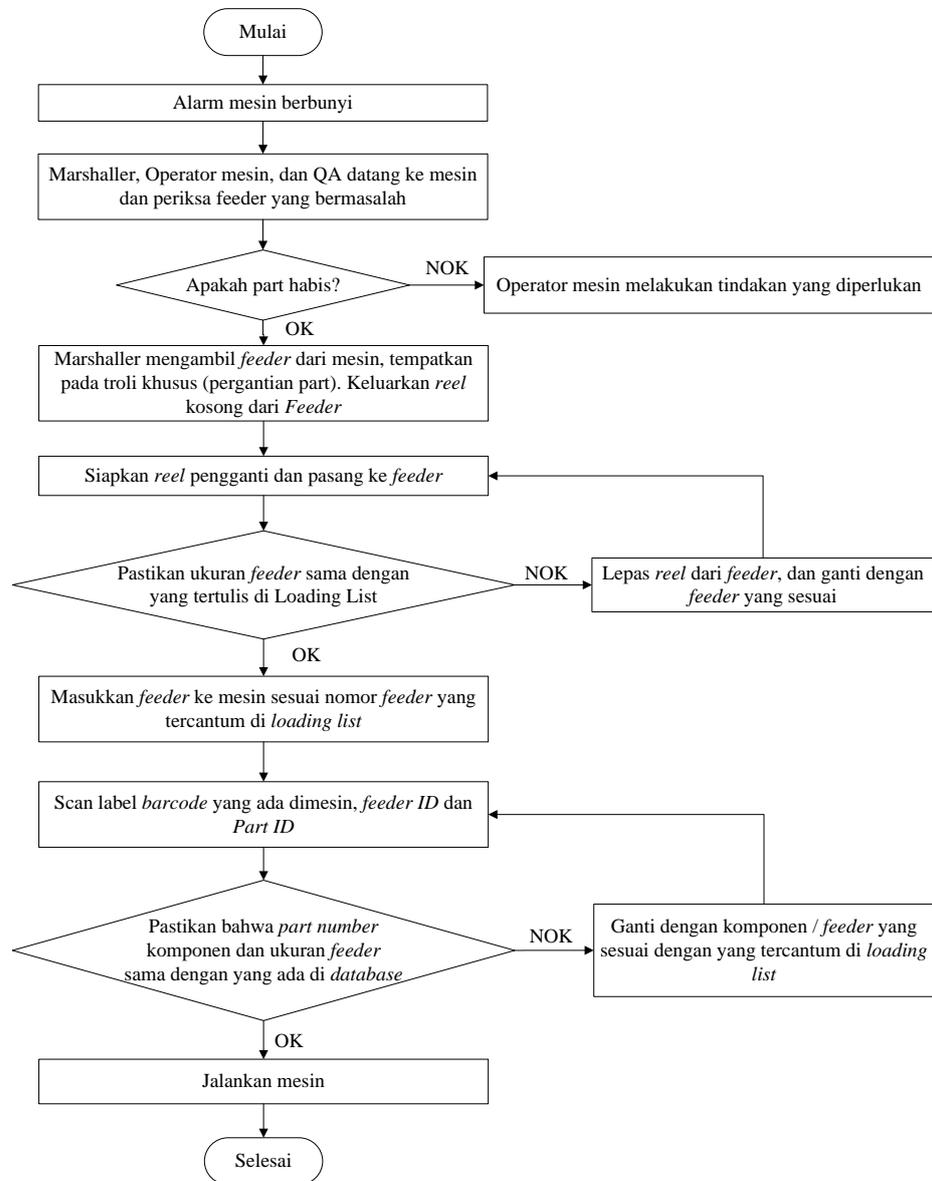
3. Prosedur pemasangan komponen



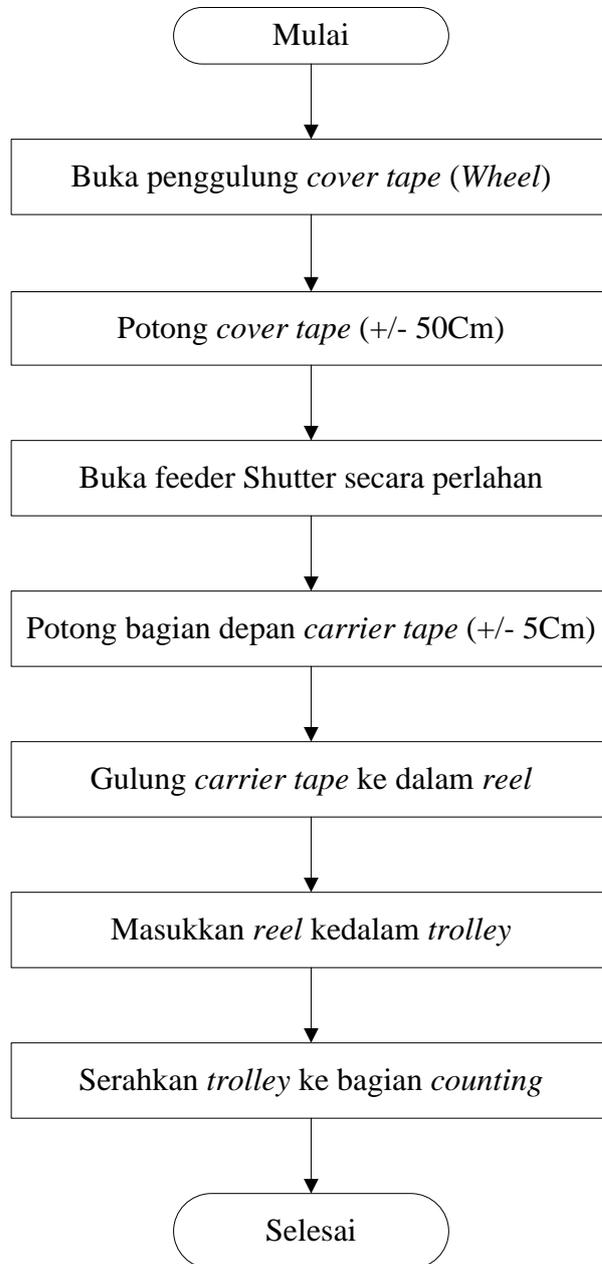
Gambar 2. 8 Prosedur Pemasangan komponen SMD

Sumber: Arsip PT TEC Indonesia, 2014

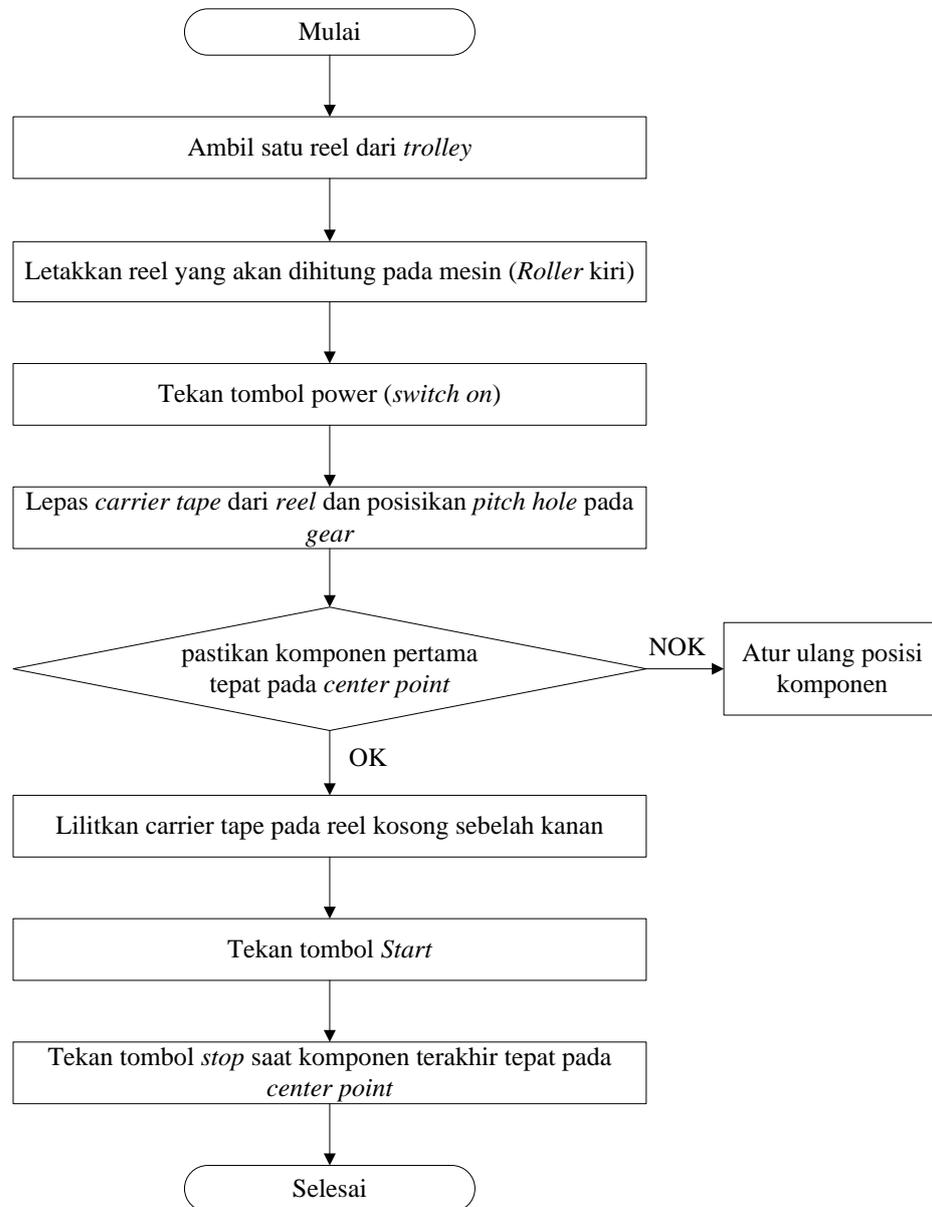
4. Prosedur penggantian komponen pada proses produksi (*running*)



Gambar 2. 9 Prosedur penggantian komponen pada proses produksi
 Sumber: Arsip PT TEC Indonesia, 2014

5. Proses *Dismantle* (melepas SMD komponen dari *reel*)

Gambar 2. 10 Prosedur melepas SMD komponen dari *reel* (*dismantle*)
Sumber: Arsip PT TEC Indonesia, 2014

6. Proses *counting*

Gambar 2. 11 Prosedur Proses *Counting*
Sumber: Arsip PT TEC Indonesia, 2014

2.1.5 Peta Kendali

Menurut (Montgomery, 2009:2) Peta kendali merupakan sebuah alat grafik yang digunakan untuk melakukan pengawasan dari sebuah proses yang sedang berjalan. Nilai dari karakteristik kualitas diplot sepanjang garis vertikal, dan garis horizontal mewakili sampel atau subgrup (berdasarkan waktu) di mana karakteristik dari kualitas ditemukan.

Peta kendali digunakan untuk membantu mendeteksi adanya penyimpangan dengan cara menetapkan batas-batas kendali:

1. *Upper control limit* / batas kendali atas (UCL) merupakan garis batas atas untuk suatu penyimpangan yang masih diijinkan. Adapun persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{BKA} = \bar{X} + (k \times \sigma) \dots\dots\dots \text{Rumus 2. 5}$$

Dengan BKA adalah batas kontrol atas, \bar{X} adalah rata-rata, k adalah derajat keyakinan, dan σ adalah simpangan baku (standar deviasi).

2. *Central line* / garis pusat atau tengah (CL) Merupakan garis yang melambangkan tidak adanya penyimpangan dari karakteristik sampel. Adapun persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut

$$\text{CL} = \frac{X_1+X_2+X_3\dots+X_i}{N} \dots\dots \text{Rumus 2. 6}$$

Dengan CL adalah garis pusat, X_i adalah sampel ke-i, dan N adalah Jumlah sampel.

3. *Lower control limit* / batas kendali bawah (LCL) Merupakan garis batas bawah untuk suatu penyimpangan dari karakteristik sampel. Adapun persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut

$$\text{BKB} = \bar{X} - (k \times \sigma) \dots \dots \text{Rumus 2. 7}$$

Dengan BKB adalah batas kontrol bawah, \bar{X} adalah rata-rata, k adalah derajat keyakinan, dan σ adalah simpangan baku (standar deviasi).

2.2 Arduino

Arduino merupakan perangkat *prototype* elektronik berbasis mikrokontroler yang fleksibel dan *open-source*. Arduino dapat digunakan untuk mendeteksi dengan menerima masukan dari berbagai sensor seperti: cahaya, temperatur, jarak, tekanan dan lain sebagainya) (Andrianto dan Darmawan, 2015:15).

Kelebihan *board* Arduino diantaranya adalah: (Andrianto dan Darmawan, 2015:19)

1. Tidak memerlukan perangkat *chip programmer* karena di dalamnya memiliki bootloader yang akan menangani program yang di-*upload* dari komputer.
2. Bahasa pemrogramannya relative mudah (Bahasa C), dan software Arduino mudah dioperasikan karena berbentuk GUI (*graphical user interface*), IDE (*integrated development environment*), memiliki library yang cukup lengkap serta gratis dan *open-source*
3. Komunikasi serial dan komunikasi untuk upload program menggunakan jalur yang sama yaitu melalui jalur USB (atau komunikasi serial). Jadi, hanya membutuhkan sedikit kabel.

2.2.1 Bahasa pemrograman C

Struktur dasar dalam pemrograman Arduino sangat sederhana yakni terdiri dari fungsi yaitu fungsi setup (persiapan) dan fungsi loop (utama). (Andrianto dan Darmawan, 2015:45)

Berikut adalah fungsi-fungsi dasar pada Bahasa pemrograman Arduino: (Andrianto dan Darmawan, 2015:46-56)

1. Setup()

Dipanggil ketika program dijalankan berfungsi untuk inialisasi mode pin sebagai input atau output dan inialisasi serial. Fungsi ini harus ditulis meskipun tidak ada perintah yang ditulis.

Contoh:

```
void setup() {  
  
  pinMode(pin, OUTPUT); //menginisialisasi pin sebagai output  
  
}
```

2. Loop()

Program yang berada dalam fungsi ini akan dieksekusi secara terus menerus

Contoh:

```
void loop() {  
  
  analogWrite(pin, 255); // menyalakan output pada pin  
  
  delay(1000); //memberi jeda selama 1 detik  
  
  analogWrite(pin, 0); mematikan output pada pin  
  
}
```

```
delay(1000); //memberi jeda selama 1 detik
```

3. Function

Fungsi merupakan sekumpulan blok instruksi yang memiliki nama sendiri dan blok instruksi ini akan dieksekusi ketika fungsi ini dipanggil. Penulisan fungsi ini harus didahului dengan tipe fungsi setelah itu nama fungsi dan kemudian parameternya, bila tidak ada nilai yang dihasilkan dari fungsi tersebut, tipe fungsinya adalah void().

Contoh:

```
Int delayVal() {  
  
Int v;  
  
V = analogRead(pot); // membaca nilai analog potensiometer  
  
v/=4; // mengkonversi nilai 0-1023 menjadi 0-255  
  
return v; //menghasilkan nilai v  
  
}
```

4. Kurung kurawal ({ })

Digunakan untuk mengawali dan mengakhiri sebuah fungsi blok instruksi seperti loop(), void(), dan instruksi for dan if.

5. Titik koma (;)

Digunakan sebagai tanda akhir dari sebuah instruksi

6. Komentar baris (//)

Diguankan untuk memberi komentar per baris program, biasanya digunakan untuk memahami program yang dibuat.

7. Variabel

Merupakan ekspresi yang digunakan untuk mewakili suatu nilai yang digunakan dalam program. Suatu variabel akan menampung nilai sesuai dengan definisi yang telah dibuat.

Tipe data variabel:

- a. Int: tipe data utama yang menyimpan data angka bernilai 16 bit dan tidak memiliki nilai decimal
- b. Float: tipe data utama yang menyimpan data angka bernilai 32 bit

8. Input/output

Konstanta yang digunakan pada fungsi `pinMode()` untuk menentukan mode pin digital sebagai input atau output.

9. If...else

Memungkinkan untuk mengeksekusi perintah lain jika suatu kondisi tidak terpenuhi.

Contoh:

```
If (inputPin == HIGH) {  
digitalWrite(0,LOW); }  
else  
{digitalWrite(0,LOW); }
```

10. pinMode(pin,Mode)

Instruksi yang digunakan pada fungsi `void setup()` untuk menginisialisasi suatu pin sebagai input atau output

11. `analogRead(pin)`

Instruksi untuk membaca nilai input analog dengan resolusi 10 bit. Instruksi ini hanya berlaku untuk pin A0-A5 yang mampu membaca nilai analog. Karena memiliki resolusi 10 bit maka nilai pembacaan digital antara 0 sampai 1023.

12. `analogWrite(pin,value)`

Instruksi yang berfungsi untuk memberi nilai PWM pada output.

13. `delay(ms)`

instruksi untuk memberi jeda sebelum lanjut ke program selanjutnya dalam milidetik.

14. `Serial.begin(rate)`

Instruksi untuk membuka port data serial untuk komunikasi serial baik mengirim atau menerima data dari serial. Rate adalah baud rate yang digunakan untuk komunikasi serial (biasanya digunakan 9600)

15. `Serial.print();`

Instruksi yang digunakan untuk mengirimkan data ke serial port.

2.3 Eksperimen Faktorial

Rancangan eksperimen adalah struktur umum sebuah eksperimen yang ditentukan oleh tiga aspek, yaitu: (Hastjarjo, 2014:73)

1. jumlah variabel atau perlakuan
2. jumlah variasi variabel independen atau kondisi perlakuan

3. penggunaan subyek yang sama atau berbeda untuk masing-masing kondisi perlakuan

Salah satu jenis desain eksperimen yang paling umum digunakan disebut dengan eksperimen faktorial (*Factorial Experiment*). Tujuan dari eksperimen faktorial adalah untuk mengestimasi dampak dari masing-masing faktor. Dalam eksperimen faktorial, kombinasi dari semua tingkatan (variabel X) dipertimbangkan. Sebagai contoh, misalnya suhu dan waktu diidentifikasi sebagai faktor penting pada hasil proses kimia. Jika eksperimen tersebut didesain untuk menganalisis dampak dua tingkatan dari masing-masing faktor (sebagai contoh, temperatur pada suhu 100 dan 120 derajat, dalam waktu 60 dan 75 menit) maka akan terdapat 2^2 kombinasi untuk diuji. Secara umum, eksperimen dengan m faktor pada tingkat k akan memiliki kombinasi jumlah k^m . (Evans dan Lindsay, 2007:326)

Secara garis besar, tahapan eksperimen faktorial meliputi Perencanaan, Pelaksanaan eksperimen dan Analisis eksperimen. (Soejanto, 2009:28)

Tahap analisis eksperimen meliputi: (Soejanto, 2009:28)

1. Pengumpulan data
2. Pengolahan data
3. Interpretasi hasil eksperimen

2.4 Penelitian Terdahulu

Dibawah ini adalah beberapa penelitian terdahulu yang digunakan sebagai landasan dalam perancangan alat, antara lain:

1. Elwin Mulyanah dan Corie Mei Heliyana (2015)

Penelitian dengan judul “perancangan dan pembuatan alat pengering krupuk otomatis menggunakan mikrokontroler atmega16”

Hasil dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- a. Pada percobaan alat, dapat disimpulkan bahwa alat akan bekerja sesuai kondisi cuaca yang ada;
- b. Saat cuaca terang motor DC akan menggerakkan kotak keluar secara otomatis, LED dan elemen pemanas tidak akan aktif;
- c. Saat cuaca hujan, mendung atau gelap motor DC akan menggerakkan kotak kedalam dan secara otomatis, LED dan elemen pemanas akan aktif;
- d. Pada saat cuaca terang pemanasan akan memanfaatkan cahaya matahari namun saat cuaca gelap dan hujan pemanasan akan dilakukan oleh elemen pemanas;
- e. Secara keseluruhan, peralatan akan bekerja dengan normal apabila diberikan tegangan sebesar 5 VDC.

2. Anak Agung Gde Ekayana (2016)

Penelitian dengan judul “rancang bangun alat pengering rumput laut berbasis mikrokontroler arduino uno”

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- a. Alat pengering rumput laut ini mampu mengeringkan rumput laut selama ± 7 jam;
- b. Sensor DHT11 mampu merespon perubahan nilai temperatur dan kelembaban dari proses pengeringan;
- c. Pada tampilan LCD dapat diperhatikan monitoring temperatur dan kelembaban, jika temperatur udara meningkat, maka kelembaban udara akan menurun;
- d. Hasil pengujian memberikan data bahwa rumput laut kering dengan tingkat kelembaban $> 60\%$.

3. Hasrin Lubis, Al Fathir dan Abas

Penelitian dengan judul “rancang bangun alat penggongseng kelapa untuk pembuatan bumbu dapur dengan menggunakan pemanas listrik temperatur 800°c dengan kapasitas 3 kg”

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- a. Proses pembuatan kelapa gongseng dilakukan dengan beberapa metode penggongsengan serta pemanas menggunakan api dan sistem elemen pemanas menggunakan sumber energi listrik yang di ubah menjadi energi panas (energi kalor);
- b. Prinsip kerja dari alat gongseng kelapa ini terjadi didalam kuili yang di panaskan menggunakan elemen pemanas dengan temperatur 800°C yang kemudian di aduk oleh mata pengaduk (mixing) dengan putaran 45 rpm yang ditransmisikan oleh gearbox dengan penggerak utama motor listrik dengan putaran 1420 rpm;

- c. Elemen pemanas yang digunakan yaitu elemen pemanas dengan spesifikasi 750 watt dan temperature 80°C. Spesifikasi alat ± memiliki panjang = 760 mm, lebar = 760 mm, dan tinggi = 925 mm dan berat ± 55 kg dan bersifat *portable*;
- d. Hasil pengujian struktural dan fungsional yang telah dilakukan pada alat penggongseng kelapa ini dapat disimpulkan bahwa seluruh komponen bekerja sesuai dengan perencanaan.

4. Adegbola, Adogbeji, Abiodun dan Olaoluwa (2012)

Penelitian dengan judul "*design, construction and performance evaluation of low cost electric baking oven*"

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

- a. Seiring dengan kenaikan temperatur maka waktu yang dibutuhkan untuk memasak makanan berkurang. Artinya, temperatur berbanding terbalik dengan waktu;
- b. Bila dibandingkan dengan *oven* yang sudah ada, dapat disimpulkan bahwa proyek yang dirancang lebih cepat dan memanggang secara efektif dan efisien apabila dibandingkan dengan *oven* yang sudah ada.

5. Mariappan, Hong dan Sing (2015)

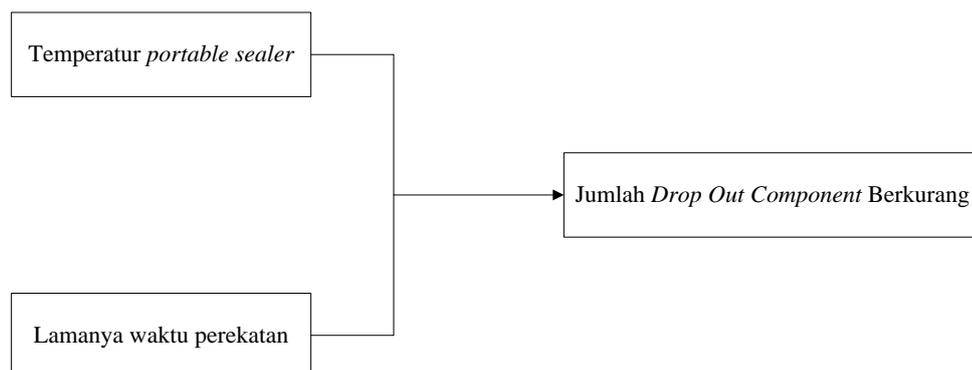
Penelitian dengan judul "*design and fabrication of an industrial semi-automatic label shrinking machine for polyethylene terephthalate (pet) bottles*"

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu:

- a. Mesin dengan menggunakan elemen pemanas dapat meningkatkan produksi proses lebih dari 3 kali proses aslinya;
- b. Mesin akan dapat memanaskan air secara elektrik dan menjaga temperatur air tetap konstan pada kisaran temperatur yang dapat diterima daripada menggunakan gas dan kompor.

2.5 Kerangka Pemikiran

Adapun kerangka pemikiran dalam penelitian ini adalah sebagai berikut



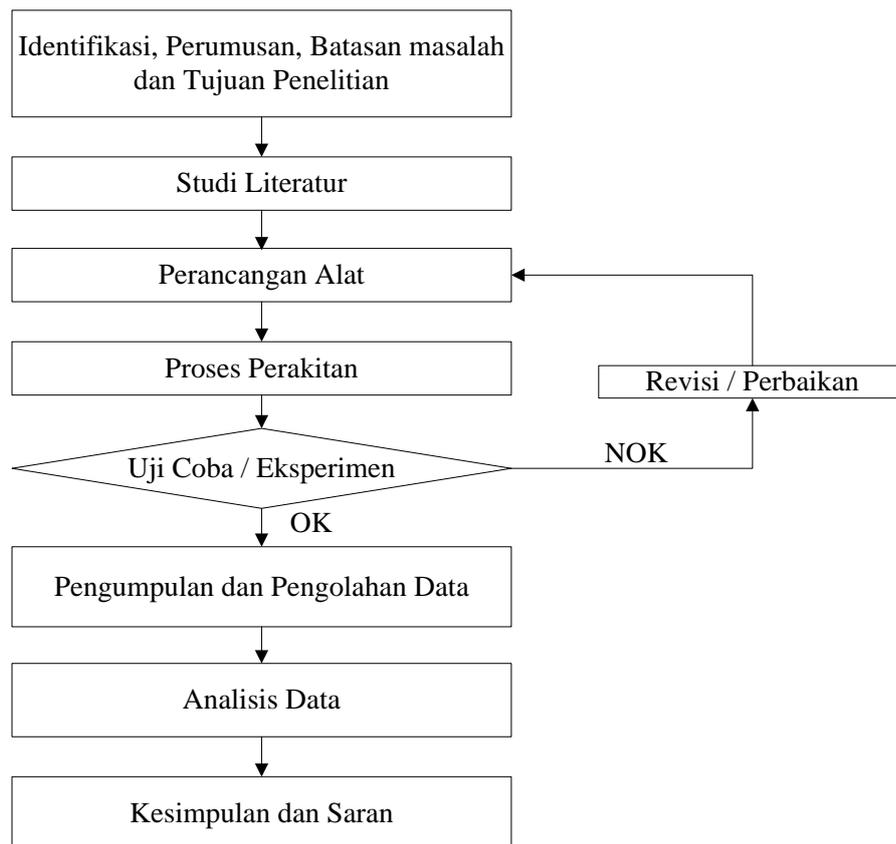
Gambar 2. 12 Kerangka Pemikiran

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dirancang agar diperoleh alur penelitian yang jelas dan terarah berdasarkan masalah yang timbul dan menyesuaikan dengan kondisi yang ada. Secara keseluruhan tahapan penelitian ini dapat dilihat pada diagram alur dibawah ini:

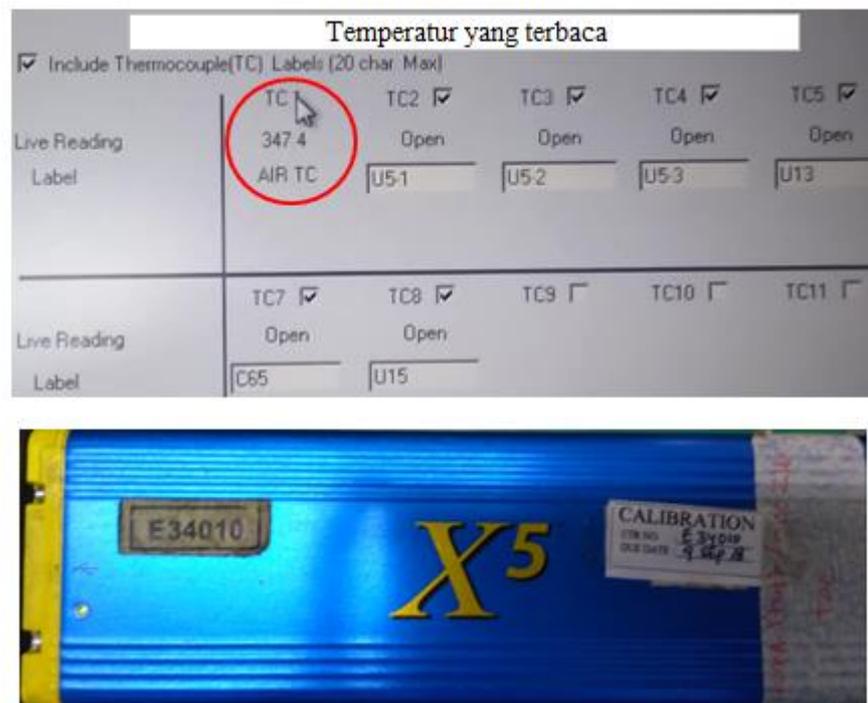


Gambar 3. 1 Desain Penelitian

3.2 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat ukur yang digunakan oleh peneliti agar kegiatan penelitian menjadi sistematis. Dalam penelitian ini, instrumen yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. *Thermometer*: Digunakan sebagai pembanding terhadap temperatur *portable sealer* serta. Dalam penelitian ini, termometer yang akan digunakan untuk mengukur temperatur yang dihasilkan adalah KIC Profiller X5. Cara kerja KIC Profiller adalah dengan membaca temperatur *portable sealer* dengan ujung *thermocouple* yang kemudian data diolah dan hasilnya akan ditampilkan pada monitor



Gambar 3. 2 Thermometer berbasis Thermocouple (KIC Profile X5)
Sumber: Data Primer

2. *Stopwatch*: Digunakan untuk mengukur periode waktu yang dibutuhkan alat untuk merekatkan *cover tape* dan *carrier tape*
3. *Push Pull Gauge*: Digunakan untuk mengetahui / mengukur seberapa kuat daya rekat *cover tape* pada *carrier tape*. Dalam penelitian ini, jenis *push-pull gauge* yang digunakan adalah IMADA *Kilogram-Force* yang mana untuk membaca hasil pengukurannya adalah sebagai berikut:
 - a. Jika hasil pengukuran lebih kecil dari nol maka *push-pull gauge* bekerja mengukur gaya tarik. Misal: jika angka menunjukkan angka -0,001 maka dapat diartikan bahwa nilai gaya tarik adalah 0,001 Kgf
 - b. Jika hasil pengukuran lebih besar dari nol maka *push-pull gauge* bekerja mengukur gaya tekan. Misal: jika angka menunjukkan angka 0,001 maka dapat diartikan bahwa nilai gaya tekan adalah 0,001 Kgf



Gambar 3. 3 *Push-Pull Gauge* (IMADA)
Sumber: Data Primer

3.3 Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan beberapa pendekatan untuk memperoleh data yang diperlukan untuk dianalisis serta agar sesuai dengan keadaan yang sebenarnya. Adapun teknik pengumpulan data yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Literatur

Data yang diperoleh bersumber pada publikasi karya ilmiah (jurnal penelitian), buku, dan arsip perusahaan yang berhubungan dengan penelitian ini.

2. Eksperimen

Pengumpulan data yang diperoleh dengan cara melakukan suatu percobaan terhadap temperatur dan waktu yang dibutuhkan untuk merekatkan *cover tape* dan *carrier tape*.

3.3.1 Sumber Data

1. Data Primer

Data primer dalam penelitian ini merupakan data yang dikumpulkan dan diolah oleh penulis, dimana data tersebut diperoleh secara langsung di perusahaan pada saat dilakukan penelitian. Dalam penelitian ini, data primer yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Data jumlah *drop out component* pada saat eksperimen;
- b. Data pengukuran temperatur, waktu serta daya rekat untuk merekatkan *cover tape* dan *carrier tape* setelah proses produksi.

2. Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini merupakan data yang bersumber dari dokumentasi di perusahaan serta literatur yang berkaitan dengan penelitian ini. Informasi ini berupa arsip perusahaan yang berkaitan dan dibutuhkan dalam penelitian. Dalam penelitian ini, data sekunder yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Arsip laporan bulanan *drop out component* lini SMT pada periode April 2014 sampai dengan Desember 2017
- b. Arsip prosedur pencegahan *drop out component* sebelum digunakannya *portable sealer*.

3.4 Variabel dan Definisi Operasional Variabel

3.4.1 Variabel Penelitian

Variabel merupakan sesuatu yang menjadi objek pengamatan penelitian, juga sering disebut sebagai faktor yang berperan dalam penelitian atau gejala yang akan diteliti. Adapun variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel bebas (Independen)

Variabel bebas merupakan variabel yang secara nyata mempengaruhi variabel terikat (dependen). Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebas (independen) adalah Temperatur *portable sealer* dan periode waktu perekatan.

2. Variabel terikat (dependen)

Dalam penelitian ini yang menjadi variabel terikat (dependen) adalah jumlah *drop out component*

3. Variabel kontrol

Dalam penelitian ini yang menjadi variabel kontrol adalah temperatur yang dikendalikan pada 100°C, 110°C, 120°C.

3.4.2 Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional variabel merupakan penjabaran operasional dari variabel yang digunakan agar dapat diukur dan diuji secara empiris. Definisi operasional variabel dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 3. 1 Definisi Operasional Variabel

Variabel	Penjabaran	Besaran	Satuan
Temperatur <i>portable sealer</i> (X1)	Merupakan temperatur yang dihasilkan oleh elemen pemanas untuk melelehkan <i>adhesive layer</i> pada <i>cover tape</i>	Temperatur	°C
Periode waktu perekatan (X2)	merupakan waktu yang dibutuhkan untuk melelehkan <i>adhesive layer</i> pada <i>cover tape</i>	Waktu (durasi)	Detik
Jumlah <i>Drop Out Component</i> (Y)	Merupakan banyaknya komponen yang terjatuh sebagai akibat dari tidak dapat direkatkannya <i>cover tape</i> pada <i>carrier tape</i>	Jumlah	Pcs

3.5 Analisis Data

Pendekatan yang digunakan untuk menganalisis data dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif untuk menginterpretasikan hasil pengolahan data stabilitas (keseragaman) temperatur, ketepatan pengukuran temperatur, pengujian daya rekat, serta pengujian *drop out component*.

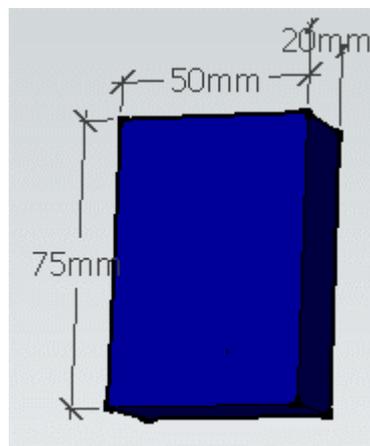
3.6 Spesifikasi Perancangan dan Cara Kerja Alat

3.6.1 Rancangan Fisik Alat

Dalam rancangan fisik ini, bagian *portable sealer* dibagi menjadi 3 bagian yaitu sebagai berikut:

a) Blok Baterai

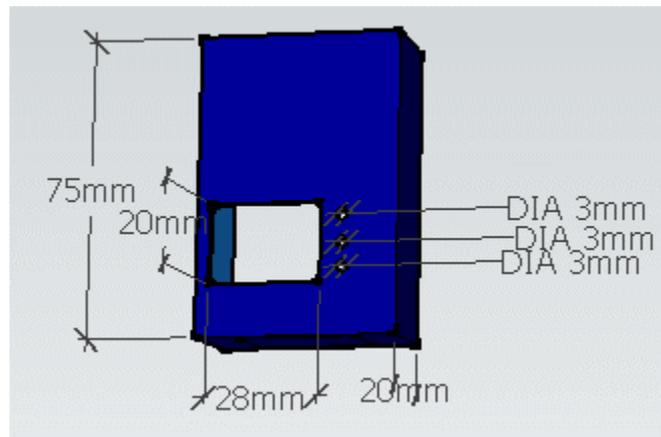
Fungsi dari bagian ini adalah untuk menempatkan baterai dan pengendali tombol *switch on-off*. Spesifikasi dimensi bagian ini dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 3. 4 Rancangan Blok Baterai

b) Blok komponen

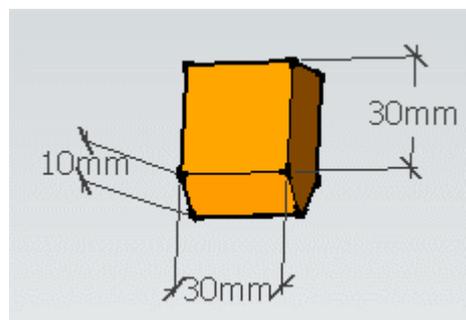
Fungsi dari bagian blok komponen adalah sebagai pelindung komponen-komponen elektronika yang rentan rusak jika tidak dilindungi dengan baik. Adapun spesifikasi dimensi bagian ini dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 3. 5 Rancangan Blok Komponen

c) Kepala *sealer*

Fungsi dari bagian kepala *sealer* adalah sebagai media penopang elemen pemanas yang digunakan untuk merekatkan *cover tape* dan *carrier tape*. Adapun spesifikasi dimensi bagian ini dapat dilihat pada gambar berikut



Gambar 3. 6 Rancangan Kepala Sealer

3.6.3 Komponen yang Digunakan

Dalam pembuatan perangkat keras, dibutuhkan beberapa komponen sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Komponen yang Digunakan

No.	Lokasi	Keterangan
1	PS1	Baterai 7,4Volt, 20WH
2	SW1	Toogle switch single chanel (on/off)
3	R1	220 Ohm, 0,5 watt
4	R2	220 Ohm, 0,5 watt
5	R3	220 Ohm, 0,5 watt
6	R4	10kOhm, 0,5 watt
7	LED1	Vf max 2Volt, If Max 20mA
8	LED2	Vf max 3Volt, If Max 30mA
9	LED3	Vf max 3Volt, If Max 20mA
10	Termistor1	Tipe N (NTC), PB3-42H, 10kOhm
11	Mosfet1	N-mosfet IRLR7821
12	Resistance wire	Kanthal D wire 0,25mm, panjang 6Cm
13	OLED Display	0,96", VCC 5Volt
14	Arduino Nano V.3	Vin 5Volt-12Volt

3.6.4 Rancangan Perangkat Lunak

1) Mendefinisikan LCD Display (OLED 0,96")

```
#include <Wire.h>
#include <SPI.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#define OLED_RESET 4
Adafruit_SSD1306 display(OLED_RESET);
#define NUMFLAKES 10
#define XPOS 0
#define YPOS 1
#define DELTAY 2
#define LOGO16_GLCD_HEIGHT 16
#define LOGO16_GLCD_WIDTH 16
static const unsigned char PROGMEM logo16_glcd_bmp[] =
```

```
{ B00000000, B11000000,
  B00000001, B11000000,
  B00000001, B11000000,
  B00000011, B11100000,
  B11110011, B11100000,
  B11111110, B11111000,
  B01111110, B11111111,
  B00110011, B10011111,
  B00011111, B11111100,
  B00001101, B01110000,
  B00011011, B10100000,
  B00111111, B11100000,
  B00111111, B11110000,
  B01111100, B11110000,
  B01110000, B01110000,
  B00000000, B00110000 };
```

Pada bagian ini, agar Arduino dapat berkomunikasi dengan display maka dibutuhkan *library* OLED Display dengan nama file ‘Adafruit_SSD1306’ yang dapat diunduh pada alamat https://github.com/adafruit/Adafruit_SSD1306. kemudian file disimpan pada `C:\Users\user\Documents\Arduino\libraries`.

2) Deklarasi Variabel global

```
int yellowLED = A3;
int greenLED = A2;
float analogValue, buffer1, buffer2;
float current, resistance, temperature, voltage;
float beta = 3406;
float resistance_nol = 9740;
float temperature_nol = 298.15;
float rasio_betaTnol;
```

float penyebut, *rasio_rRnol*, *ln_rRnol*;

Pada bagian ini, semua variabel yang digunakan dalam perhitungan temperatur serta perintah nyala-mati LED harus dideklarasikan terlebih dahulu. Deklarasi 'int' menghasilkan bilangan bulat dan deklarasi 'float' menghasilkan bilangan decimal.

3) Inisialisasi pin A1, A2, A3 sebagai variable (global) output

```
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(A1,OUTPUT);
  pinMode(A2,OUTPUT);
  pinMode(A3,OUTPUT);
  setup_oled();
}
```

Pada bagian ini, pin A1, A2 dan A3 digunakan sebagai pin-out untuk mengendalikan Mosfet dan LED.

4) Inisialisasi display

```
void setup_oled()
{
  display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C);
  display.clearDisplay();
  display.display();
  display.setTextSize(1);
  display.setTextColor(WHITE);
  display.setCursor(0,0);
  display.println("Abdul Muchid");
  display.display();
  delay(1000);
}
```

```

display.println("      140410104");
display.display();
delay(1000);
display.println("Teknik Industri");
display.display();
delay(1000);
display.println("      Putera Batam");
display.display();
delay(1000);
display.clearDisplay();
display.display();
}

```

5) Algoritma perhitungan temperatur

```

void readAnalog()
{
  analogValue = analogRead(A0);
  voltage = analogValue / 1023 * 5; //calculate thermistor voltage
  current = 5 - voltage; //calculate thermistor current
  resistance = voltage / current; //calculate thermistor resistance
  rasio_rRnol = resistance / resistance_nol * 10000;
  ln_rRnol = log(rasio_rRnol);
  rasio_betaTnol = beta / temperature_nol;
  penyebut = ln_rRnol + rasio_betaTnol;
  temperature = (beta / penyebut) - 273.15;
}

```

6) **Eksekusi perintah secara terus menerus kepada Mosfet dan LED**

```

void loop()
{
  readAnalog();
  if(temperature < 108)
  {
    display.setTextSize(4);
    display.setTextColor(WHITE);
    display.setCursor(0,0);
    display.setCursor(0,0);
    display.print(temperature,1);
    display.display();
    display.clearDisplay();
    Serial.print(temperature,1);
    Serial.print("\n");
    analogWrite(A1,255);
    analogWrite(greenLED, 0);
    analogWrite(yellowLED, 255);
    delay(1000);
  }
  if(temperature >= 108 dandan temperature <= 112)
  {
    analogWrite(A1,153);
    delay(1000);
    analogWrite(A1, 102);
    delay(1000);
    analogWrite(A1, 0);
    delay(1000);
    analogWrite(greenLED, 255);
    analogWrite(yellowLED, 0);
    display.setTextSize(4);

```

```

    display.setTextColor(WHITE);
    display.setCursor(0,0);
    display.print(temperature,1);
    display.display();
    display.clearDisplay();
    Serial.print(temperature,1);
    Serial.print("\n");
}
else if (temperature > 112)
{
    display.setTextSize(1);
    display.setTextColor(WHITE);
    display.setCursor(0,0);
    display.print(temperature,1);
    display.print("\n");
    display.print("CoolingDown");
    display.display();
    display.clearDisplay();
    Serial.print(temperature, 1);
    Serial.print("\n");
    analogWrite(A1,0);
    analogWrite(greenLED, 0);
    analogWrite(yellowLED, 255);
    delay(1000);
}
}

```

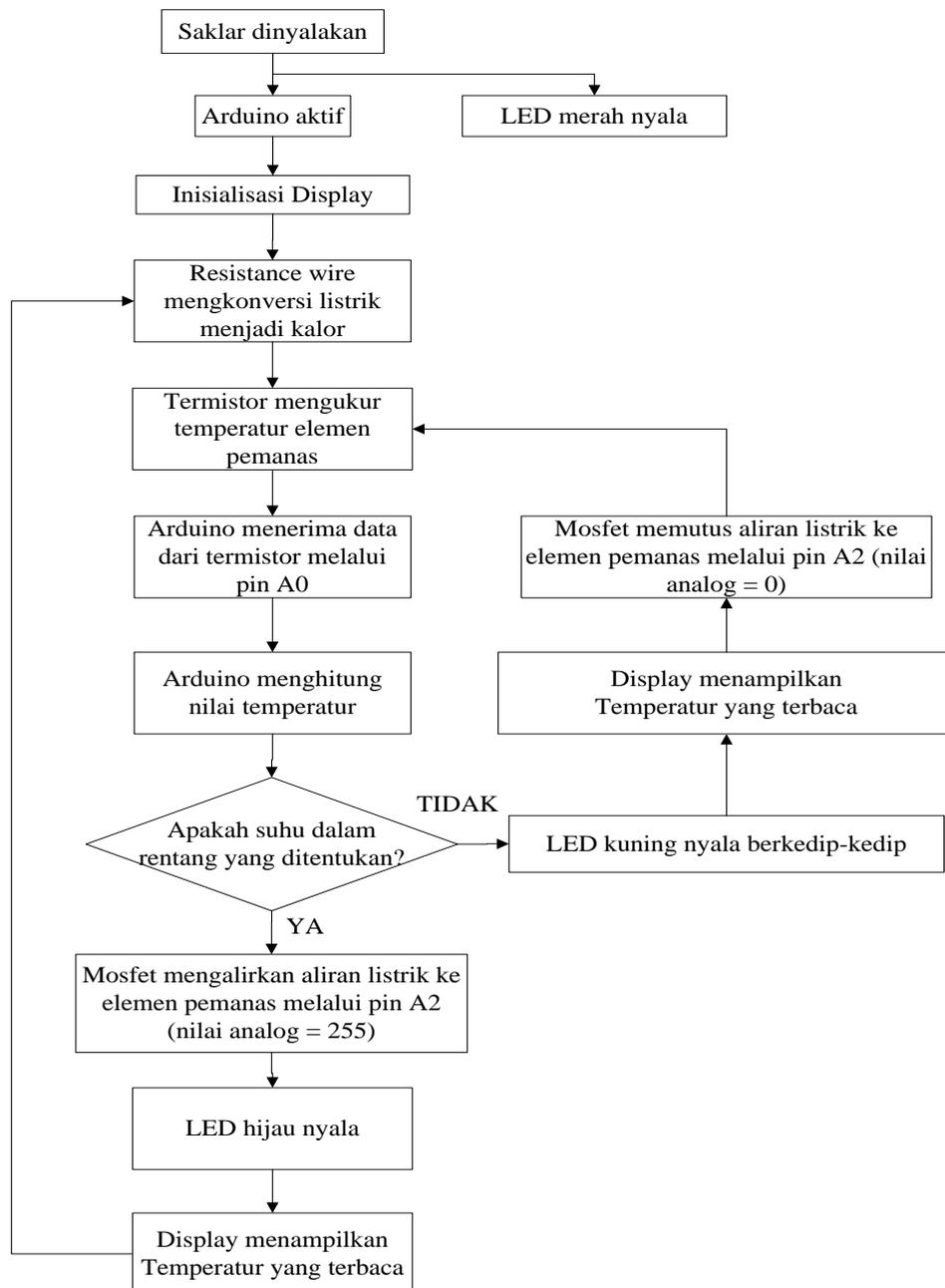
Pada bagian ini, diberikan beberapa perintah kepada mosfet melalui pin A1, kepada LED kuning melalui pin A2 dan kepada LED hijau melalui pin A3:

- a. Jika temperatur kurang dari 98 (atau 108 atau 118) maka diperintahkan kepada mosfet untuk mengalirkan tegangan listrik

sebesar 5 volt, diperintahkan kepada lampu kuning untuk menyala dan diperintahkan kepada lampu hijau untuk mati.

- b. Jika temperatur lebih besar atau sama dengan 98 (atau 108 atau 118) dan lebih kecil atau sama dengan 102 (atau 112 atau 122) maka diperintahkan kepada mosfet untuk menurunkan tegangan listrik secara berkala sebesar 3 volt kemudian sebesar 2 volt dan kemudian sebesar 0 volt, diperintahkan kepada lampu kuning untuk mati dan diperintahkan kepada lampu hijau untuk menyala.
- c. Jika temperatur lebih dari 102 (atau 112 atau 122) maka diperintahkan kepada mosfet untuk mengalirkan tegangan listrik sebesar 0 volt, diperintahkan kepada lampu kuning untuk menyala dan diperintahkan kepada lampu hijau untuk mati.

3.6.5 Cara Kerja Alat



Gambar 3. 8 Cara Kerja Alat

Keterangan gambar 3.5:

1. Saklar utama: Ketika saklar utama dinyalakan maka arus listrik akan mengalir sehingga masing-masing komponen akan mulai menjalankan fungsinya:
 - a. LED4 (warna merah terang) menyala sebagai petunjuk bahwa arus listrik telah mengalir rangkaian.
 - b. Resistor dan Termistor: mengukur besarnya panas yang dihasilkan *resistance wire*.
 - c. *Resistance wire*: Mengkonversi listrik menjadi kalor.
 - d. Arduino nano: Mengolah data masukan (dan memberikan perintah (*switch on / off*) kepada Mosfet.
2. Arduino nano:
 - a. Menerima data input dari termistor berupa besaran hambatan listrik
 - b. Mengkonversikan data hambatan listrik menjadi temperatur
 - c. Memberi perintah kepada mosfet untuk mengalirkan atau memutuskan arus listrik ke elemen pemanas.
3. Termistor: Mengukur temperatur yang dihasilkan oleh elemen pemanas dan hasilnya akan dijadikan input untuk mikrokontroler melalui pin A0.
4. Mosfet: Menerima perintah dari arduino nano melalui pin 8 untuk menyalakan dan mematikan elemen pemanas sehingga temperatur dapat terjaga pada *range* yang ditentukan
5. *Resistance wire* (Elemen pemanas): mengkonversi listrik menjadi kalor sesuai tegangan yang mengalir dan besarnya hambatan kawat.

3.7 Lokasi dan Jadwal Penelitian

3.7.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di lini *Surface Mounting Technology* (SMT) dan laboratorium *engineering* PT.TEC Indonesia yang berlokasi di kawasan industri Batamindo Industrial Park (BIP), Muka Kuning, Batam.

3.7.2 Jadwal Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 3 bulan terhitung mulai 18 oktober 2017 sampai dengan 17 Januari 2018 dengan rincian pada bar chart berikut ini

Kegiatan	Periode waktu					
	Okt-2017	Nov-17	Des-2017	Jan-18	Feb-18	Mar-18
Studi Literatur						
Perancangan Alat						
Pembuatan Alat						
Uji coba / Ekserimen						
Pembuatan Laporan						
Revisi Laporan						
Sidang Skripsi						