

Analisis Dampak Penggunaan *Portable Sealer* Terhadap Jumlah *Drop Out Component* di Lini Produksi *Surface Mounting Technology*

Adi Nugroho^{1*}, Abdul Muchid²

¹ Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik, Universitas Universal,

² Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik, Universitas Putera Batam,

Kompleks Maha Vihara Duta Maitreya, Bukit Beruntung, Sei Panas Kota Batam, Kepulauan Riau, Indonesia 29456

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi *drop out component* yang terjadi di lini produksi *surface mounting technology* (SMT) PT. TEC Indonesia. Usaha tersebut dilakukan dengan cara merancang produk *portable sealer* yang berfungsi untuk merekatkan *cover tape* dan *carrier tape* pada produk komponen yang dibuat di lini tersebut. Agar memperoleh indikator nilai perancangan produk yang terbaik, penelitian ini menggunakan teknik kuantitatif desain faktorial untuk menganalisis besaran nilai kombinasi parameter yang digunakan untuk mengetahui kekuatan rekat yang dihasilkan oleh alat tersebut. Informasi data hasil pengujian diperoleh melalui konsep desain eksperimen (DOE) menggunakan parameter temperatur dan waktu treatment yang dihasilkan dari rancangan alat tersebut. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, diperoleh informasi kekuatan daya rekat yang mencapai standar berada dinilai temperatur sebesar 120⁰ C selama 1,2 dan 3 detik, yang mampu menghasilkan daya rekat sebesar 0,029 Kgf (nilai standar berada di 0,02-0,07 Kgf). Selain itu, jumlah *drop out component* yang dihasilkan setelah menggunakan alat tersebut mengalami penurunan signifikan menjadi nol yang sebelumnya rata-rata mencapai dua sampai tiga komponen yang rusak atau cacat (data pengujian).

Kata kunci: *portable sealer; drop out component*

Abstract

[Title: The Impact of Using Portable Sealer on Drop Out Component' Number at Surface Mounting Technology Production Line] The study aims to reduce the drop out of components that occur in the surface-mounting technology production line of PT. TEC Indonesia. This effort is carried out by designing a portable sealer product to glue the cover tape and carrier tape component products made in the line. In order to obtain the best value indicator for product design, this study uses a quantitative factorial design technique to determine value reduce drop out of components in the surface mounting technology (SMT) production of the parameter combination use of adhesive strength produced by the product. Information on study data obtained through the concept of experimental design (DOE) using temperature and treatment time parameters resulting from the product's design. Results of the tests have been carried out. Information on the adhesive strength reaches standard is rated at a temperature 1200 C for one two and three seconds, which can produce adhesion of 0.029 Kgf (the standard value is at 0.02-0.07 Kgf). In addition, the number of drop-out components produced after using the product has decreased significantly to zero, which previously reached an average of two to three components that were damaged or defective (test data).

Keywords: *portable sealer; drop out component*

^{*} Penulis Korespondensi.
E-mail: aaddinugroho@gmail.com

1. Pendahuluan

Ketatnya persaingan industri memacu perusahaan manufaktur untuk dapat memiliki keunggulan kompetitif

seperti kualitas (*quality*), harga (*cost*), ketepatan waktu pengiriman (*delivery time*) dan fleksibilitas (*flexibility*) (Khannan & Haryono, 2015). Selain itu, minimasi biaya produksi juga banyak dijadikan sebagai strategi utama pemain pangsa pasar industri untuk dapat terus jauh mengungguli pesaing serta menjadi sumber yang menguntungkan (Athalye dkk., 2015). Berdasarkan konsep tersebut, manajemen perusahaan harus dapat bereaksi aktif untuk melakukan perbaikan berkelanjutan agar dapat meminimalisir atau bahkan menghilangkan pemborosan di setiap lini organisasinya. Pemborosan di lini perakitan elektronik biasanya mengacu pada tipe *electronic waste* yang biasa disingkat *E-Waste*. *E-Waste* dalam jangka periode waktu yang lama digunakan untuk mendeskripsikan material elektronik dan produk elektronik yang rusak ataupun usang. *E-Waste* sangat berkaitan erat dengan biaya produksi, salah satunya yaitu biaya scrap material (Matathil & Ramachandran, 2012).

Salah satu perusahaan yang sedang melakukan usaha perbaikan berkelanjutan melalui program *E-Waste* tersebut adalah PT. TEC Indonesia. Perusahaan ini merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi berbagai macam produk elektronik seperti *POS printer*, *POS terminal*, *Dot head* dan *ribbon*. Di selang periode produksi, jajaran manajemen perusahaan memberikan perhatian lebih pada salah satu lini produksinya yaitu lini *Surface Mounting Technology* (Lini SMT). Salah satu aktifitas yang dilakukan dilini ini yaitu melekatkan komponen *cover tape* dan *carrier tape* pada komponen produk yang diproduksi. Dari hasil observasi yang dilakukan di lini tersebut, ditemukan adanya pemborosan komponen SMD yang jumlahnya sangat signifikan. Informasi data produksi menunjukkan, dari bulan Januari tahun 2014 jumlah pemborosan komponen SMD mencapai \$30.247, bulan february mencapai \$27.387 dan bulan maret sebesar \$24.945. Melihat besarnya pemborosan komponen SMD yang terjadi di lini SMT, pihak manajemen perusahaan memberikan arahan kepada manajemen lini SMT untuk berusaha seoptimal mungkin melakukan perbaikan demi mengurangi pemborosan yang

sedang terjadi. Untuk dapat memenuhi pencapaian tersebut, manajemen lini SMT membuat identifikasi masalah yang terjadi dalam bentuk *drill down tree* yang berfungsi menunjukkan bahwa faktor utama terjadinya pemborosan komponen SMD yaitu faktor *machine*, diantaranya terjadi pada aktifitas pergantian model produk dan komponen sampai pada penanganan komponen setelah produksi

Usaha untuk mengurangi dampak pemborosan tersebut dengan cara melakukan perbaikan pada sarana produksi telah dilakukan oleh pihak perusahaan. Alhasil, nilai pemborosan yang terjadi mengalami penurunan ketika masuk pada periode tahun 2017 yang hanya mencapai \$5.089 di bulan Februari. Informasi tersebut sekaligus menjelaskan usaha perbaikan telah mampu menurunkan pemborosan *component* yang terjadi di lini SMT, namun kondisi ini masih jauh dari target yang diharapkan (batas maksimal per bulan) pihak manajemen. Setelah dievaluasi kembali, manajemen lini SMT telah mengidentifikasi bahwa akar permasalahan (*root cause*) dari banyaknya pemborosan komponen SMD dalam hal penanganan komponen setelah proses produksi. Pemborosan tersebut terletak pada pemasangan *cover tape* dan *carrier tape* yang tidak dapat direkatkan kembali setelah proses produksi sehingga mengakibatkan terbuangnya beberapa *pieces* komponen (*drop out component*) (Gambar 1).

Untuk dapat mencegah terjadinya *drop out component* di periode mendatang, maka sangat dibutuhkan suatu peralatan ataupun fasilitas yang dapat merekatkan kembali *cover tape* dan *carrier tape* setelah aktifitas proses produksi. Berdasarkan penelusuran yang telah dilakukan sebelumnya di lini SMT, saat ini belum ada vendor/supplier yang dapat menyediakan peralatan tersebut sehingga muncul gagasan untuk menyediakan peralatan yang dapat digunakan untuk merekatkan kembali *cover tape* dan *carrier tape* setelah melalui proses produksi.

Dalam perkembangannya, usaha untuk melekatkan material berjenis plastik telah banyak diperkenalkan di dunia industri. Teknologi ini mengadopsi energi panas yang digunakan untuk merekatkan dua material yang sejenis hingga melekat. Teknologi ini sering disebut teknologi *heat seal*. Teknologi *heat seal* merupakan teknik penting pengemasan dalam industri dengan mengendalikan temperatur dan periode waktu perekatan. Kondisi segelan produk sangat dipengaruhi periode waktu dan temperatur yang digunakan antara 100°C sampai 120°C (Yamada dkk., 2015). Kondisi ini akan menghasilkan daya rekat sebesar 0,2 sampai 0,7 Newton (0,02 sampai 0,0713 Kgf) (RoHM, 2016). Teknologi *heat seal* sering diaplikasikan pada produk *portable sealer* yang lebih praktis ketika digunakan. Bukan hanya kuat rekat, hasil pengujiannya juga telah berkembang sampai pada level ketahanan tekan, keausan lekatan, beban yang



Gambar 1. Instalasi *surface mount device* (Sumber: arsip lini SMT PT.TEC Indonesia)

berulang hingga kebocoran yang dilakukan secara sistematis pada produk pesawat luar angkasa (Wang dkk., 2018). Penelitian ini menunjukkan bahwa, perkembangann teknologi *heat seal* terus berkembang sesuai dengan kebutuhan.

Dalam pembuatan *portable sealer*, material utama yang digunakan adalah *resistance wire* (kawat hambatan) yang berfungsi 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 dkk., 2016).

Material utama yang digunakan umumnya terdiri dari elemen panas, *microcontroller*, *switch*, *LED*, *power mosfet* dan *thermistor*. Penerapan teknologi ini pun juga telah banyak dikembangkan dalam beberapa penelitian diantaranya oleh (Mariappan, Hong, & Sing, 2015). Penelitian ini mencoba mengembangkan *semi-automatic label shrinking machine* untuk material *polyethylene terephthalate (pet) bottles*. Hasil dari pengembangan tersebut ternyata dapat meningkatkan produksi mencapai tiga kali lipat dibandingkan tanpa menggunakan alat tersebut. Selain itu, teknologi *heat seal* yang dibuat juga dapat menjaga temperatur tetap konstan pada kisaran suhu yang diinginkan dibandingkan menggunakan gas dan kompor. Point penting yang perlu diperhatikan dalam konsep perancangan tersebut yaitu, temperatur maksimal yang dapat dihasilkan oleh masing-masing jenis elemen pemanas tentu berbeda-beda diantaranya, 180°C, 210°C sampai dengan 1000°C (Huda & Yani, 2014). Bukan hanya dalam hal penggunaan elemen panas sebagai media penghantar panas, penerapan teknologi *heat seal* juga sudah mulai berkembang sampai pada pengontrolan

temperatur pada media alat yang rancang menggunakan media mikrokontroler. Seperti yang telah dilakukan oleh Mulyanah & Hellyana (2015), yang merancang alat pengering kerupuk menggunakan mikrokontroler Atmega 16.

Selain bertujuan melakukan perancangan dan pengujian produk berbasis teknologi *heat seal*, penelitian ini mempunyai misi untuk menganalisis dampak keberadaan *portable sealer* terhadap jumlah *drop out component* di lini *surface mounting technology (Lini SMT)*. Dari penelitian yang dilakukan, diharapkan dapat memberi pertimbangan kepada perusahaan untuk menggunakan produk berbasis *heat seal* sebagai alat bantu pada kegiatan produksi yang sedang dilakukan.

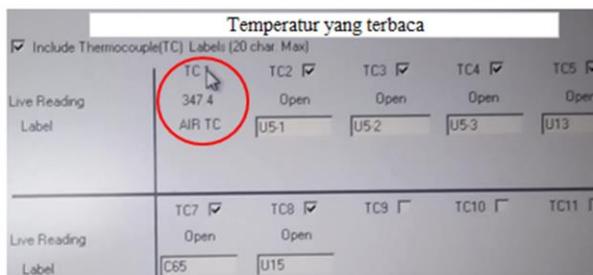
2. Bahan dan Metode

2.1 Komponen Bahan

Teknologi *heat seal* merupakan salah satu teknik/metode yang digunakan untuk aktifitas pengemasan produk dalam industri dengan cara mengendalikan temperatur dan periode waktu perekatan. Untuk dapat membuat produk tersebut, terdapat beberapa material utama yang akan digunakan untuk pembuatan alat perekat tersebut diantaranya elemen panas, *microcontoler*, *switch*, *Light Emiting Diode (LED)*, *Power Mosfet (PMOSFET)* dan Termistor.

Elemen pemanas terbuat dari kawat halus yang memiliki hambatan jenis yang besar. Semakin besar hambatan kawat maka energi kalor yang dihasilkan juga semakin besar karena besarnya energi sebanding dengan beda potensial, kuat arus dan waktu. *Microcontroler Arduino* merupakan sebuah rangkaian yang dikembangkan dari mikrokontroler berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 kaki digital input / output, dimana 6 kaki digital diantaranya dapat digunakan sebagai sinyal *Pulse Width Modulation(PWM)*. Sinyal PWM berfungsi untuk mengatur tinggi rendahnya temperatur. Selain komponen tersebut, terdapat *switch* merupakan suatu komponen yang digunakan untuk menjembatani serta memutuskan sinyal listrik sesuai dengan keadaan yang diberikan oleh *switch* tersebut. Pencahayaan LED dioda yang dipasang dalam wadah tembus pandang akan menyala sehingga memancarkan cahaya bila dilalui arus. Komponen yang berfungsi untuk pemutus arus listrik menggunakan *Power Mosfet (PMOSFET)*. PMOSFET merupakan jenis FET yang dapat digunakan sebagai swith atau *Field Effect transistor (FET)* yang merupakan jenis transistor unipolar. Prinsip kerja FET diatur oleh tegangan antara *gate* dan *source*. Terakhir komponen yang digunakan yaitu termistor yang merupakan resistor sensitif terhadap panas sehingga nilai resistansinya berubah sangat banyak seiring perubahan suhu.

Selain beberapa komponen tersebut, perancangan produk juga menggunakan beberapa instrumen untuk



Gambar 2. Thermometer berbasis Thermocouple (KIC Profile X5)

melakukan pengujian terhadap rancangan produk yang dibuat yang terdiri dari *thermometer*, *stopwatch* dan *push pull gauge*. *Thermometer* digunakan sebagai pembandingan terhadap temperatur *portable sealer*. Dalam penelitian ini, termometer yang akan digunakan untuk mengukur temperatur yang dihasilkan adalah KIC Profiler X5 (Gambar 2). *Stopwatch* digunakan untuk mengukur periode waktu yang dibutuhkan alat untuk merekatkan *cover tape* dan *carrier tape*. Sedangkan *Push pull gauge* digunakan untuk mengukur seberapa kuat daya rekat *cover tape* pada *carrier tape*. Dalam penelitian ini, jenis *push-pull gauge* yang digunakan adalah IMADA Kilogram-Force (Gambar 3) yang mana untuk membaca hasil pengukurannya adalah: 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 Kg. 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. Spesifikasi kebutuhan rancangan dapat dilihat pada Tabel 1.

2.2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan teknik kuantitatif sebagai dasar melakukan analisa kebutuhan perancangan. Variabel penelitian terdiri dari variabel terikat, bebas dan kontrol. Variabel terikat digunakan untuk mengetahui perbandingan jumlah *drop out component* yang dihasilkan produk tersebut, sedangkan variabel bebas terdiri dari nilai temperatur yang masing-masing sebesar 100 °C, 110 °C dan 120 °C, sedangkan

Tabel 1. Spesifikasi komponen

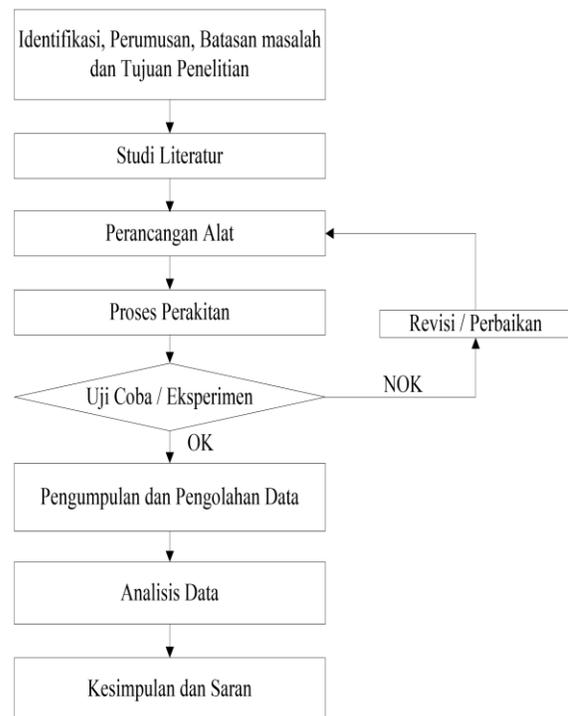
No.	Lokasi	Keterangan
1	PS1	Baterai 7,4Volt, 20WH
2	SW1	Toogle switch single chanel (on/off)
3	R1	220 Ohm, 0,5 watt
4	R2	220 Ohm, 0,5 watt
5	R3	220 Ohm, 0,5 watt
6	R4	10kOhm, 0,5 watt
7	LED1	Vf max 2Volt, If Max 20mA
8	LED2	Vf max 3Volt, If Max 30mA
9	LED3	Vf max 3Volt, If Max 20mA
10	Termistor1	Tipe 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



Gambar 3. Push-Pull Gauge (IMADA)

periode waktu perekatan berada diinterval 1, 2 dan 3 detik. Pengontrolan nilai ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan nilai kekuatan dimasing-masing alternatif nilai rancangan agar diperoleh nilai terbaik yang dapat memenuhi standar yang telah ditentukan. Secara singkat, penjabaran operasional variabel penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Pengumpulan data menggunakan dua teknik yaitu studi literatur dan observasi. Studi literatur bertujuan untuk mengumpulkan sumber informasi yang berasal dari berbagai referensi hasil penelitian yang berkaitan dengan teknologi *heat seal*, sedangkan teknik observasi digunakan untuk memperoleh informasi aktual hasil pengujian poduk seperti kekuatan rekat (daya rekat) dan jumlah *drop out component*. Langkah-langkah yang akan dilalui dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Langkah-langkah penelitian

Tabel 2. Operasional variabel penelitian

Variabel	Penjabaran	Satuan
Temperatur portable* sealer (X ₁)	Temperatur yang dihasilkan oleh elemen pemanas untuk melelehkan adhesive layer pada cover tape	°C
Periode waktu perekatan* (X ₂)	Waktu yang dibutuhkan untuk melelehkan adhesive layer di cover tape	Detik
Jumlah Drop Out Component (Y)	Banyaknya komponen yang terjatuh akibat tidak dapat direkatkannya cover tape di carrier tape	Pcs

*Sumber: Rahman dkk., 2019

2.2.1 Spesifikasi rancangan fisik produk

Aktifitas penelitian ini membagi rancangan fisik produk dalam tiga bagian, yang terdiri dari blok baterai, blok komponen dan kepala sealer. Blok baterai berfungsi untuk menempatkan baterai dan pengendali tombol switch on-off. Blok komponen berfungsi sebagai pelindung komponen elektronika yang rentan akan kerusakan jika tidak dilindungi dengan baik. Sedangkan kepala sealer berfungsi sebagai media penopang elemen pemanas yang digunakan untuk merekatkan cover tape dan carrier tape

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kebutuhan Sumber Tegangan

Diketahui bahwa sumber tegangan yang digunakan memiliki tegangan listrik sebesar 7,4 VDC dan daya listrik sebesar 20 Wh. Sehingga nilai hambatan listrik (Ohm) dapat diketahui melalui perhitungan dengan Persamaan 1.

$$P = V \times I \quad (1)$$

Sehingga $I = \frac{P}{V}$.

$$I = \frac{20}{7,4}$$

$$I = 2,7 \text{ Ampere}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa battery yang digunakan sebagai sumber listrik dapat mengalirkan listrik sebesar 2.7 Ampere kedalam rangkaian.

Nilai hambatan untuk elemen pemanas yang dibutuhkan dihitung menggunakan Persamaan 2.

$$I = V / R \quad (2)$$

Sehingga $R = V / I$

$$R = 7,4 \text{ V} / 2,7 \text{ A}$$

$$R = 2,74 \text{ Ohm } (\Omega)$$

Berdasarkan perhitungan ini, maka dapat disimpulkan bahwa besarnya hambatan elemen pemanas yang akan digunakan sebagai sumber panas adalah minimal sebesar 2,74 Ohm.

3.2 Nilai Elemen Pemanas

Perhitungan panjang kawat yang dibutuhkan digunakan Persamaan 3.

$$R = \rho \frac{L}{A} \quad (3)$$

Sehingga $R = \rho \frac{L}{A}$

$$2,74 \Omega = 20 \Omega \text{mm}^2 / \text{m} \times \frac{L}{0,32 \text{ mm}^2}$$

$$L = \frac{(2,74 \Omega \times 0,32 \text{ mm}^2)}{20 \Omega \text{mm}^2 / \text{m}}$$

$$L = \frac{0,8768}{20 \text{ m}}$$

$$L = 0,0438 \text{ m}$$

$$L = 4,38 \text{ Cm } (1 \text{ m} = 100 \text{ Cm})$$

Berdasarkan perhitungan ini, maka dapat disimpulkan bahwa panjang elemen pemanas yang dibutuhkan sebagai sumber panas adalah minimal sepanjang 4.38 Cm.

Agar komponen LED1, LED2, dan LED3 tidak mudah rusak maka dibutuhkan resistor untuk mencegah terjadinya kelebihan arus listrik Adapun perhitungannya dapat dilakukan sebagai berikut:

Pada resistor 1, diketahui Vsumber LED1 (warna merah terang) yaitu dari baterai sebesar 7,4Volt, Tegangan maju (forward voltage) maksimum (Vf max) sebesar 2Volt dan Arus maju (forward current) maksimum (If Max) sebesar 20mA

$$R1 = (V_{\text{sumber}} - V_{f \text{ max}}) / I_{f \text{ max}}$$

$$R1 = (7,4 \text{ Volt} - 2,5\text{Volt}) / 30\text{mA}$$

$$R1 = 4,9\text{Volt} / 0,03\text{Ampere}$$

$$R1 = 163,33 \text{ Ohm}$$

Agar LED tidak mudah rusak dikarenakan kelebihan arus masuk maka dibutuhkan resistor sebesar minimal 163,33 Ohm yang berfungsi sebagai penghambat.

Pada resistor 2, diketahui Vsumber LED1 (warna kuning) yaitu dari pinout Arduino nano sebesar 5Volt, tegangan maju (forward voltage) maksimum (Vf max) sebesar 3Volt dan Arus maju (forward current) maksimum (If Max) sebesar 30mA

$$R2 = (V_{\text{sumber}} - V_{f \text{ max}}) / I_{f \text{ max}}$$

$$R2 = (5 \text{ Volt} - 2,5\text{Volt}) / 25\text{mA}$$

$$R2 = 2,5\text{Volt} / 0,025\text{Ampere}$$

$$R2 = 100\text{Ohm}$$

Agar LED tidak mudah rusak dikarenakan kelebihan arus masuk maka dibutuhkan resistor sebesar minimal 100Ohm yang berfungsi sebagai penghambat.

Pada resistor 3, diketahui Vsumber LED1 (warna kuning) yaitu dari pinout Arduino nano sebesar 5Volt, Tegangan maju (forward voltage) maksimum (Vf max) sebesar 3Volt dan Arus maju (forward current) maksimum (If Max) sebesar 20mA

$$R3 = (V_{\text{sumber}} - V_{f \text{ max}}) / I_{f \text{ max}}$$

$$R3 = (5 \text{ Volt} - 2,5\text{Volt}) / 30\text{mA}$$

$$R3 = 2,5\text{Volt} / 0,03\text{Ampere}$$

$$R3 = 83\text{Ohm}$$

Tabel 3. Perbandingan temperatur antara *portable sealer* dengan *KIC Profiler*.

Nomor sampel	Portable Sealer (°C)	KIC Profiler X5 (°C)	Selisisih (°C)
1	25,5	25,6	0,1
2	25	24,8	0,2
3	25,1	25	0,1
4	25,3	25	0,3
5	24,9	24,8	0,1
6	24,8	24,9	0,1
7	25	25,1	0,1
8	24,9	25,1	0,2
9	25	25	0
10	25,1	24,9	0,2

Agar LED tidak mudah rusak dikarenakan kelebihan arus masuk maka dibutuhkan resistor sebesar minimal 830hm yang berfungsi sebagai penghambat.

Resistor 4 digunakan sebagai pembagi dari termistor yang nantinya akan digunakan sebagai dasar perhitungan tegangan keluar dari termistor. Dikarenakan termistor yang digunakan sebesar 10kOhm, maka resistor yang digunakan adalah sebesar 10kOhm.

3.3 Uji Instrumen Temperatur

3.3.1 Perbandingan temperature ruang Portable Sealer dengan KIC Profiler X5.

Berdasarkan perhitungan Tabel 3, diketahui bahwa rata-rata perbedaan pengukuran temperatur antara *portable sealer* dan *KIC profiler* yaitu sebesar 0,14°C. Perbedaan pengukuran tersebut dipengaruhi oleh toleransi spesifikasi termistor yaitu sebesar 2% dan toleransi *KIC Profiler* yaitu sebesar 0,5°C. sehingga, dapat disimpulkan bahwa pengukuran temperatur menggunakan termistor sudah cukup akurat karena tidak ada sampel yang melebihi toleransi.

3.3.2 Uji Daya Rekat

Eksperimen faktorial daya rekat yang dihasilkan *portable sealer* sangat diperlukan untuk dapat memenuhi persyaratan rekatan minimal dan maksimal yaitu 0,2 sampai 0,7 Newton (RoHM, 2016) Pengujian dilakukan dengan beberapa variasi kombinasi temperatur 100°C, 110°C, 120°C serta periode waktu perekatan yaitu 1 detik, 2 detik, dan 3 detik dengan masing-masing dilakukan 3 pengulangan (replikasi). Ada beberapa yang perlu diperhatikan ketika akan melakukan pengujian daya rekat *cover tape* diantaranya, *paper tape* yang digunakan 1 roll yang berfungsi sebagai pengait *cover tape* dan *push-pull gauge*. Bantalan 1 unit berfungsi sebagai media pengganti *feeder* saat proses perekatan. *Cover tape* dan *carrier tape* berjumlah 27 unit berfungsi sebagai media yang diuji kerekatannya. *Portable sealer* 1 unit berfungsi sebagai media perekatan. *Stopwatch* 1 unit berfungsi sebagai media untuk menghitung waktu. *Push-pull gauge* berfungsi sebagai media untuk mengukur daya rekat dan operator 2 orang. Informasi mengenai hasil pengujian daya rekat dapat dilihat pada Tabel 4.

Pada pengujian pada tempartur 100°C selama 1 detik, rata-rata *portable sealer* menghasilkan daya rekat sebesar 0,018Kgf (diluar batas kontrol). Hal ini disebabkan oleh periode waktu perekatan yang terlalu cepat sehingga bagian *adhesive layer* pada *cover tape* belum sepenuhnya meleleh. Kondisi ini cukup berbeda dilevel waktu 2 dan 3 detik. Masing-masing pengujian menghasilkan daya rekat sebesar 0,027Kgf dan 0,029Kgf dimana nilai tersebut menunjukkan kekuatan daya rekat masih berada dalam kontrol atau kendali.

Pada pengujian pada tempartur 100°C selama 1 detik, hampir sama dengan kondisi dilevel temperatur 100°C selama 1 detik Rata-rata *portable sealer* menghasilkan daya rekat sebesar 0,019Kgf atau berada diluar kendali (diluar batas kontrol). Kondisi ini disebabkan periode waktu perekatan yang terlalu cepat

Tabel 4 Hasil Pengujian daya Rekat *Cover Tape*

Temperatur (°C)	Periode waktu perekatan (Detik)	Replikasi Uji Daya Rekat (Kgf)			Lower Limit (Kgf)	Upper Limit (Kgf)
		1	2	3		
100	1	0.018	0.018	0.019	0.02	0.07
100	2	0.028	0.027	0.025	0.02	0.07
100	3	0.03	0.028	0.029	0.02	0.07
Rata-Rata	100 °C	0.018	0.027	0.029	0.02	0.07
110	1	0.019	0.017	0.021	0.02	0.07
110	2	0.028	0.027	0.031	0.02	0.07
110	3	0.029	0.033	0.032	0.02	0.07
Rata-Rata	110 °C	0.019	0.029	0.031	0.02	0.07
120	1	0.021	0.022	0.02	0.02	0.07
120	2	0.029	0.028	0.031	0.02	0.07
120	3	0.038	0.036	0.032	0.02	0.07
Rata-Rata	120 °C	0.021	0.029	0.035	0.02	0.07

Tabel 5. Pengujian *drop out* komponen

Temperatur (°C)	Periode waktu perekatan (detik)	Replikasi	Jumlah <i>Drop Out Component</i>			Pitch
			Tidak menggunakan <i>portable sealer</i>	Rata - rata	Menggunakan <i>portable sealer</i>	
100	2	1	3	2,3	0	8mm
100	2	2	2		0	12mm
100	2	3	2		0	16mm
100	3	1	3	2,3	0	8mm
100	3	2	2		0	12mm
100	3	3	2		0	16mm
110	2	1	3	2,3	0	8mm
110	2	2	2		0	12mm
110	2	3	2		0	16mm
110	3	1	3	2,3	0	8mm
110	3	2	2		0	12mm
110	3	3	2		0	16mm
120	1	1	3	2,3	0	8mm
120	1	2	2		0	12mm
120	1	3	2		0	16mm
120	2	1	3	2,3	0	8mm
120	2	2	2		0	12mm
120	2	3	2		0	16mm
120	3	1	3	2,3	0	8mm
120	3	2	2		0	12mm
120	3	3	2		0	16mm

sehingga bagian *adhesive layer* pada *cover tape* belum sepenuhnya meleleh. Sedangkan diperiode pemanasan selama 2 dan 3 detik, rata-rata *portable sealer* menghasilkan daya rekat sebesar 0,029Kgf dan 0,031Kgf. Kondisi ini menunjukkan bahwa daya rekat yang dihasilkan masih berada dalam kendali. Perbedaan kondisi yang terjadi pada periode waktu perekatan 100°C-110°C selama 1 detik dapat disebabkan karena belum terjadinya perubahan fisik pada material yang dipengaruhi oleh struktur mekanik material ketika proses pemanasan diberikan. Hal tersebut dapat dilihat dari ketebalan permukaan (*surface*) lapisan yang merupakan material berbahan plastik (Rahman dkk., 2019). Selain itu, faktor perlakuan awal pada proses perekatan juga dapat mempengaruhi kekuatan daya rekat yang dihasilkan (Mulyanto dkk., 2020). Usaha ini bertujuan untuk meningkatkan gaya adhesi antara *cover tape* dan *carrier tape* sehingga daya rekat menjadi semakin baik. Namun dalam penelitian ini, perlakuan awal seperti membersihkan permukaan material tidak dilakukan.

Pada temperatur 120°C, semua sampel pengujian menunjukkan kemampuan daya rekat yang sesuai dengan standar yang ditetapkan. Baik selama periode pemanasan selama 1,2 dan 3 detik. Rata-rata *portable sealer* menghasilkan daya rekat sebesar 0,021Kgf (1 detik), 0,029Kgf (2 detik) dan 0,035Kgf (3 detik). (Tabel 4). Di level temperatur dan periode tersebut kemampuan daya

rekat antara *cover tape* dan *carrier tape* menunjukkan konsistensi terhadap nilai standar yang ditentukan. Walaupun dilevel 100°C dan 110°C juga menunjukkan nilai kemampuan daya rekat yang sesuai, namun di level temperatur tersebut membutuhkan periode waktu yang lebih lama jika dibandingkan level 120°C.

3.3.3 Analisis *drop out component*

Pengujian *drop out component* pada saat proses melepas *reel* dari *feeder* dengan menggunakan *portable sealer* sangat diperlukan untuk dapat mengetahui apakah dengan digunakannya *portable sealer* dapat mengurangi jumlah komponen yang terbuang atau tidak. Pengujian dilakukan dengan beberapa variasi kombinasi temperatur 100°C, 110°C, 120°C serta periode waktu perekatan yaitu 1 detik, 2 detik, dan 3 detik. Pengujian dilakukan berdasarkan data komponen random yang dilakukan pada saat kegiatan produksi berlangsung dengan dilini tersebut.

Berdasarkan informasi yang ditunjukkan pada Tabel 5, dapat diketahui bahwa tanpa menggunakan *portable sealer*, jumlah *drop out component* sebanyak 2,3pcs (rata-rata) atau dibulatkan menjadi 3pcs. Sedangkan dengan menggunakan *portable sealer* menggunakan temperatur 100°C dan periode waktu perekatan selama 1, 2 dan 3 detik tidak ada *drop out component*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan *portable sealer*, jumlah *drop out component* pada proses melepas *reel* dari *feeder* dapat dikurangi. Kondisi ini juga terjadi di

level temperatur 110⁰C dan 120⁰C. Dengan menggunakan data perbandingan yang sama antara sebelum dan sesudah menggunakan *portable sealer* jumlah *droup out component* yang dihasilkan berjumlah 0 (tidak ada). Sehingga informasi dapat memberikan penjelasan bahwa penggunaan *portable sealer* dapat mengurangi jumlah *droup out component* yang berasal dari aktifitas *machine* .

4. Kesimpulan

Ada beberapa kesimpulan yang diperoleh dari hasil perancangan produk ini. Temperatur ideal yang dapat digunakan untuk melekatkan *adhesive layer* pada *cover tape* yaitu dievel 120⁰C. Walaupun dalam dalam level teperatur 100⁰C dan 110 ⁰C kekuatan daya rekat dapat memenuhi standar toleransi yang diberikan, namun masih membutuhkan selang waktu untuk dapat melekatnya hingga berada dalam kontrol kendali. Selain itu, dari hasil pengujian yang telah dilakukan, membuktikan bahwa rancang bangun produk *portable sealer* dapat menurunkan jumlah *droup out compent* yang dihasilkan di lini produksi *Surface Mounting Technology* (Lini SMT)

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada pihak manajemen PT. TEC Indonesia yang berlokasi di Kota Batam atas izin melakukan kegiatan penelitian, mulai dari tahap observasi hingga pengujian produk *portable sealer* yang telah dibuat.

Daftar Pustaka

Athalye, A., Gera, P., & Madan, A. R. (2015). Study and analysis of cost reduction techniquesby scrap utilization of press part production: a case study of stamping unit. *International Journal of Science and Research*, 4(4), 3247-3252.

Huda, A., & Yani, N. (2014). Pemanfaatan Elemen Pemanas Sebagai Alat Sablon Digital dengan Menggunakan Timer dan Didukung Oleh Bahasa emprograman Borlan Delphi 7.0. *Jurnal Teknologi Dan Pendidikan*, 7(2), 171-192.

Khannan, M. S. A., & Haryono, H. (2015). Analisis Penerapan Lean Manufacturing untuk Menghilangkan Pemborosan di Lini Produksi PT Adi Satria Abadi. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, 4(1), 47-54.

Lubis, H., Fathir, A., & Abas. (2016). Pembuatan Bumbu y Pemanas Listrik Temperatur 800⁰C dengan Kapasitas 3Kg. *Polimesin*, 14(1), 21–26

Mariappan, M., Hong, T. J., & Sing, J. C. (2015). Design and Fabrication of an Industrial Semi-Automatic Label Shrinking Machine for PolyEthylene Terephthalate (PET) Bottles. *International Journal of Innovative Science, Engineering & Technology*, 2(11), 657–669.

Mulyanah, E., & Hellyana, C. M. (2015). Perancangan Dan Pembuatan Alat Pengering Kerupuk Otomatis Menggunakan Mikrokontroler atmega16. *Jurnal Evolusi*, 3(2), 43-47.

Matathil, A., N, G. K., & Ramachandran, K. (2012). Reduction of Scrap in an Electronic Assembly Line Using DMAIC Approach. *SASTECH Journal*, 11(2), 53–59.

RoHM. (2016). *Package information WSOF5*. Diakses dari rohmfs.rohm.com/en/techdata_basic/ic/package/ws_of5_1-e.pdf, tanggal 20 Oktober 2020.

Rahman, M. B. N., Sunardi, S., Erlangga, M. B., & Pratama, M. F. (2019). Pengaruh Temperatur dan Waktu Etching Terhadap Karakteristik Fisik dan Mekanik Pelapisan Nikel pada Plastik ABS dengan Metode Elektrolessplating. *REM (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal*, 3(2), 61-69.

Mulyanto, T., Supriyono, & Parama Arta, S. (2020). Pengaruh perlakuan awal terhadap daya rekat dan kekuatan lapisan pada proses pengecatan serbuk. *Jurnal Asimetri: Jurnal Ilmiah Rekayasa & Inovasi*, 2(1), 25-32. <https://doi.org/10.35814/asiimetrik.v2i1.1186>

Wang, Z. F., Gao, Y., Xu, X. L., Cao, Z. W., Gong, Y. C., & Chen, J. (2018). Design Method and Performance Evaluation Criteria of Advanced Spacecraft Heat Seal. *Yuhang Xuebao/Journal of Astronautics*, 39(7), 793–800. <https://doi.org/10.3873/j.issn.1000-1328.2018.07.011>

Yamada, K., Miyata, K., Konishi, R., Tsujii, T., & Hashimoto, Y. (2015, May). Heat seal processing by using various seal bar shape. *AIP Conference Proceedings*, 1664(1), 080002.