

Optimisasi Pemakaian *Solder Paste* Dengan Mengimplementasikan *Syringe Marker Jig* di Proses Die Attach

Faiz Rahmansyah¹, Benny Haddly Irawan²

Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Mesin

Jl. Ahmad Yani, Batam Center, Batam 29461, Indonesia

E-mail: faizrahmansyah14@gmail.com

Abstrak

PT ABC menghadapi tingkat pembuangan sisa *solder paste* yang tinggi pada proses Die Attach. Salah satu masalahnya adalah tidak adanya standar batas pemakaian yang terukur, sehingga keputusan penggantian *solder paste* hanya berdasarkan penilaian visual operator. Kondisi ini menimbulkan variasi antar operator, mempercepat penggantian sebelum batas optimal dan meningkatkan pemborosan material. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan pada tingginya tingkat pembuangan *solder paste*, merancang *Syringe Marker Jig* sebagai alat bantu standarisasi untuk menentukan batas maksimal penggunaan *solder paste* sebelum diganti dengan yang baru dan mengukur efektivitas penggunaan *syringe marker jig* dalam mengoptimalkan penggunaan *solder paste*. Pengambilan data menggunakan metode *Event-Based Sampling* sebanyak 30 sampel, yaitu data diambil setiap terjadi pergantian *solder paste* yang telah ditandai. Berat sisa *solder paste* diukur menggunakan timbangan digital untuk menentukan ambang batas penggunaan sebagai dasar penerapan standar. *Syringe Marker Jig* dirancang menggunakan *software SolidWorks* dan difabrikasi menggunakan mesin *3D Printing*. Hasil implementasi menunjukkan penurunan rata – rata sisa *solder paste* yang terbuang per tabung dari 5,33 gram menjadi 1,65 gram, dengan penghematan 3,68 gram per tabung. Penghematan ini setara dengan potensi produksi sekitar 817,77 unit *package* TDSON dan 593,54 unit HSOF untuk setiap tabungnya, 41.706,66 unit *package* TDSON dan 41.548,38 unit 11.277,41 *package* HSOF per harinya.

Kata Kunci: *Solder Paste*, Die Attach, *Syringe Marker Jig*, 3D Printing

Abstrak

PT ABC faces a high rate of residual solder paste waste in the Die Attach process. One of the problems is the absence of a measurable usage limit standard, so the decision to replace the solder paste is based solely on the operator's visual assessment. This condition causes variation between operators, accelerates replacement before the optimal limit, and increases material waste. This research aims to identify the problems contributing to the high solder paste disposal rate, design a *Syringe Marker Jig* as a standardization tool to determine the maximum usage limit of solder paste before it is replaced with a new one, and measure the effectiveness of the syringe marker jig in optimizing solder paste usage. Data collection used the *Event-Based Sampling* method with 30 samples, where data were collected every time a marked solder paste replacement occurred. The remaining weight of the solder paste was measured using a digital scale to determine the usage threshold as the basis for standard implementation. The *Syringe Marker Jig* was designed using *SolidWorks* software and fabricated using a *3D Printing* machine. The implementation results showed a decrease in the average residual solder paste waste per tube from 5.33 grams to 1.65 grams, with a saving of 3.68 grams per tube. This saving is equivalent to a potential production of approximately 817.77 TDSON package units and 593.54 HSOF units per tube, and 41,706.66 TDSON package units and 11,277.41 HSOF package units per day, as well as 41,548.38 HSOF package units per day.

Keywords: *Solder Paste*, Die Attach, *Syringe Marker Jig*, 3D Printing

1. Pendahuluan

PT ABC sebuah perusahaan semikonduktor global yang berbasis di Jerman dan dikenal sebagai pemimpin dalam pengembangan teknologi di berbagai sektor, seperti otomotif, industri, keamanan digital dan *Internet of Things* (IoT). PT ABC berperan sebagai salah satu pusat manufaktur utama yang berfokus pada produksi chip semikonduktor. Dalam perkembangannya, pada bulan Desember 2024

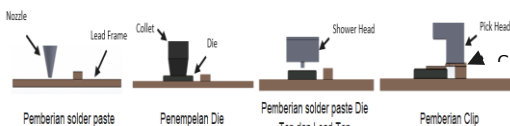
PT ABC meluncurkan produk baru yaitu *package* TDSON, kemudian disusul dengan peluncuran *package* HSOF pada April 2025. TDSON adalah singkatan dari *Thin Dual Small Outline Nonleaded*, artinya kemasan IC SMD yang tipis, memiliki dua deret kaki di sisi kiri dan kananya. HSOF adalah singkatan dari *Heat Sink Outline Form* yang menempatkan chip pada *leadframe* yang dioptimalkan untuk pembuangan panas.



Gambar 1: Package (a)TDSON dan (b)HSOF

Salah satu proses yang sangat krusial dalam pembuatan chip tersebut adalah proses Die Attach. Proses Die Attach adalah proses meletakkan die dan clip pada leadframe, bahan yang digunakan sebagai perekat dalam proses ini adalah *solder paste*. *Solder paste* adalah jenis pasta solder yang mengandung campuran Timbal (Pb), Timah (Sn) dan Perak (Ag). *Solder paste* ini memiliki sifat konduktivitas termal yang tinggi untuk meningkatkan kinerja listrik[1], tahan terhadap oksidasi, serta kemampuan solder untuk menyebar dan melekat dengan baik[2].

Dalam proses Die Attach, terdapat permasalahan berupa borosnya penggunaan *solder paste*, salah satu penyebabnya adalah banyaknya *solder paste* yang masih layak digunakan namun terbuang, karena belum adanya acuan/standar yang jelas sebagai dasar sebelum melakukan penggantian *solder paste*.



Gambar 2: Proses Die Attach

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan pada tingginya tingkat pembuangan *solder paste*, merancang *Syringe Marker Jig* sebagai alat bantu standarisasi untuk menentukan batas maksimal penggunaan *solder paste* sebelum diganti dengan yang baru dan

mengukur efektivitas penggunaan *Syringe Marker Jig* dalam mengoptimalkan penggunaan *solder paste*.

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah waktu penggantian *solder paste* tidak memiliki jadwal yang terstruktur dan pengambilan data hanya dapat dilakukan ketika peneliti berada langsung di lokasi penelitian dalam rentang jam kerja yang berlaku dan penggunaan sampel *leadframe* dan unit sangat terbatas.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT ABC selama penulis melaksanakan kegiatan magang industri. Pengambilan data menggunakan metode *Event-Based Sampling*, yaitu metode pengambilan data berbasis peristiwa, interval antar pengambilan sampel dapat berubah.[3]. Data dikumpulkan setiap kali terjadi *event*[4] yaitu pergantian *solder paste* sebagai *event* dengan *solder paste* sebagai sampel penelitian.

Berikut merupakan langkah – langkah dalam menyelesaikan tugas akhir yang akan disajikan dalam bentuk *flowchart* seperti pada gambar 3.

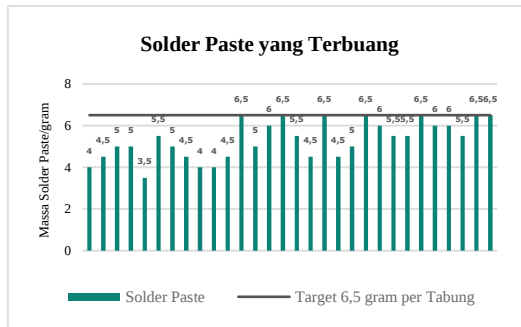


Gambar 3: Flowchart Penelitian

2.1 Identifikasi Masalah

Tingginya tingkat pembuangan sisa *solder paste* yang seharusnya masih dapat dioptimalkan penggunaannya menjadi salah satu masalah utama dalam proses produksi. Salah satu penyebabnya

adalah ketiadaannya acuan batas pemakaian yang jelas sebelum *solder paste* diganti dengan yang baru. Selama ini, keputusan penggantian *solder paste* hanya didasarkan pada penilaian visual yang bersifat subyektif. Akibatnya, sering ditemukan *solder paste* yang terbuang dalam jumlah yang banyak, sehingga banyak material yang seharusnya masih layak digunakan menjadi terbuang percuma. Kondisi ini berdampak pada meningkatnya konsumsi *solder paste* secara keseluruhan dan menyebabkan pemborosan.



Gambar 4: Grafik *Solder Paste* yang Terbuang

Evaluasi kondisi pembuangan sisa *solder paste* sebelum penerapan *Syringe Marker Jig* disajikan pada grafik Gambar 4. Dari 30 data sampel tabung yang diambil, terlihat fluktuasi jumlah sisa yang terbuang secara acak dengan rentang berkisar 3,5 gram hingga 6,5 gram per tabung. Rata – rata *solder paste* yang terbuang mencapai 5,33 gram. pola pembuangan yang tidak teratur ini mengindikasikan adanya ketidakpastian standar operasional akibat keputusan penggantian yang sepenuhnya bergantung pada persepsi visual operator.

2.2 Pengumpulan Data

2.2.1 Berat Sisa *Solder Paste*

Pengumpulan data dilakukan ketika proses pergantian *solder paste*. Setiap *solder paste* yang telah habis kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital guna mengetahui berapa berat yang tersisa pada *solder paste*.



Gambar 5: Menimbang *Solder Paste*

Untuk mengetahui berat bersih *solder paste* yang tersisa adalah dengan cara mengurangi berat total dengan berat komponen *solder paste*. Pada gambar 5, berat total *solder paste* adalah 28

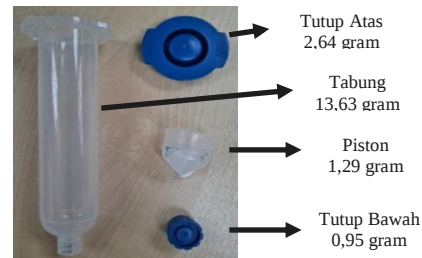
gram, komponen yang digunakan pada gambar 5 terdiri dari:

1. *Syringe*/Tabung
2. Tutup Atas
3. Tutup Bawah
4. Piston

Perhitungan berat bersih sisa *solder paste* dapat dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Berat Bersih} &= \text{Berat Total} - \text{Tabung} - \text{Tutup} \\ &\quad \text{atas} - \text{Tutup Bawah} - \text{Piston} \\ &= 28 - 13,63 - 2,64 - 0,95 - 1,29 \\ &= 9,4 \text{ gram} \end{aligned}$$

Berat masing – masing komponen dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6: Komponen *Solder Paste*

2.2.2 Berat *Solder Paste* per Unit

Untuk mengetahui berat *solder paste* yang diaplikasikan pada setiap unit, dilakukan metode pengukuran dengan menghitung selisih berat *leadframe* sebelum dan sesudah pemberian *solder paste* kemudian dibagi dengan jumlah unit sampel tertentu menggunakan rumus:

$$W_{\text{unit}} = \frac{W_2 - W_1}{N}$$

W_{unit} = Berat *solder paste* per satu unit

W_1 = Berat awal *leadframe*

W_2 = Berat akhir *leadframe* setelah diberikan *solder paste*

N = Jumlah unit yang diberikan *solder paste*

a. *Package* TDSON

TDSON adalah singkatan dari *Thin Dual Small Outline Nonleaded*, artinya kemasan IC SMD yang tipis, memiliki dua deret kaki di sisi kiri dan kananya, *package* TDSON memiliki 240 unit dalam satu *leadframe* dengan 30 kolom dan 8 baris. *Leadframe package* TDSON memiliki hasil yang berbeda – beda, Tabel 1 menunjukkan hasil penimbangan awal dua *leadframe* TDSON. Sebelum mengaplikasikan *solder paste*.

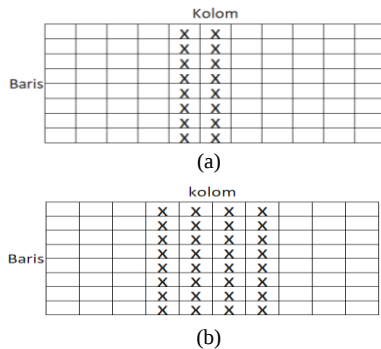
Tabel.1

Berat *Leadframe* TDSON

Package	Berat <i>Leadframe</i> (gr)
---------	-----------------------------

TDSON1	27,1147
TDSON2	27,2012

Skema pengujian pengaplikasian *solder paste* pada *leadframe* TDSON ditunjukkan pada Gambar 7. Pengujian dilakukan dalam dua variasi jumlah sampel, yaitu pemberian *solder paste* pada 2 kolom penuh atau 16 unit (Gambar 7a), serta 4 kolom penuh atau 32 unit (Gambar 7b). Hasil penimbangan *leadframe* setelah diberikan *solder paste* dirangkum dalam Tabel 2.



Gambar 7: Leadframe package TDSON diberikan Solder Paste (a)16 unit dan (b)32 unit

Tabel.2

Berat Leadframe Setelah Diberikan Solder Paste

Package	Berat Leadframe Setelah Diberikan Solder Paste	
	16 Unit	32 Unit
TDSON1	27,1887	27,2505
TDSON2	27,2734	27,3525

Terlihat adanya peningkatan berat *leadframe* seiring bertambahnya jumlah unit yang diberikan *solder paste*. Pada sampel TDSON1, berat *leadframe* meningkat menjadi 27,188 gram (16 unit) dan 27,2505 gram (32 unit). Sementara itu, pada sampel TDSON2, berat *leadframe* meningkat menjadi 27,2734 (16 unit) dan 27,3525 (32 unit). Data kenaikan berat *leadframe* ini selanjutnya digunakan untuk menghitung rata – rata kebutuhan *solder paste* per unit.

Berat *solder paste* per unit dapat dihitung menggunakan rumus

TDSON1:

$$W_{\text{unit}} = \frac{27,1887 - 27,1147}{16} = 0,0046 \text{ gram}$$

$$W_{\text{unit}} = \frac{27,2505 - 27,1147}{32} = 0,0042 \text{ gram}$$

TDSON2:

$$W_{\text{unit}} = \frac{27,2734 - 27,2012}{16} = 0,0045 \text{ gram}$$

$$W_{\text{unit}} = \frac{27,3525 - 27,2012}{32} = 0,0047 \text{ gram}$$

Rata – rata berat *solder paste* per unit adalah:

$$\frac{0,0046 + 0,0042 + 0,0045 + 0,0047}{4}$$

4

$$= 0,0045 \text{ gram}$$

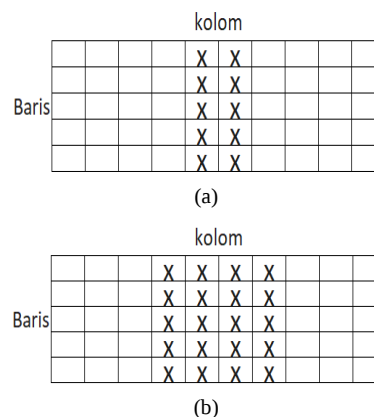
b. Package HSOF

HSOF adalah singkatan dari *Heatsink Small Outline Flat Leaded* yang menempatkan chip pada *leadframe* yang dioptimalkan untuk pembuangan panas. *Leadframe* ini menampung unit lebih besar dibanding TDSON dengan susunan 24 kolom dan 5 baris, sehingga total ada 120 unit per *leadframe*. Karena dimensi fisik unit HSOF lebih besar dibanding TDSON, struktur materialnya juga lebih tebal. Hal ini terbukti dari data penimbangan awal *leadframe* pada Tabel 3, di mana sampel HSOF1 memiliki berat awal 49,7271 gram dan HSOF2 sebesar 49,6814 gram.

Tabel.3

Berat Leadframe HSOF

Package	Berat leadframe (gr)
HSOF1	49,7271
HSOF2	49,6814



Gambar 8: Leadframe package HSOF diberikan Solder Paste (a)10 unit dan (b)20 unit

Gambar 8 mengilustrasikan tahapan pengujian pemberian *solder paste* pada *leadframe* HSOF. Uji coba dilakukan pada dua area sampel yang berbeda, yaitu pengaplikasian pada 2 kolom penuh atau 10 unit (Gambar 8a) dan 4 kolom penuh atau 20 unit (Gambar 8b). Peningkatan berat *leadframe* sesudah proses pemberian *solder paste* dirangkum pada Tabel 4.

Tabel.4

Berat Leadframe Setelah Diberikan Solder Paste

Package	Berat Leadframe Setelah Diberikan Solder Paste	
	10 Unit	20 Unit

HSOF1	49,7670	49,8382
HSOF2	49,7620	49,8294

Setelah mengetahui berat awal *leadframe* dan berat *leadframe* setelah diberikan *solder paste*, berat *solder paste* per unit dapat dihitung menggunakan rumus:

HSOF1:

$$W_{\text{unit}} = \frac{49,7670 - 49,7271}{10} = 0,0040 \text{ gram}$$

$$W_{\text{unit}} = \frac{49,8382 - 49,7271}{20} = 0,0055 \text{ gram}$$

HSOF2:

$$W_{\text{unit}} = \frac{49,7620 - 49,6814}{10} = 0,0080 \text{ gram}$$

$$W_{\text{unit}} = \frac{49,8294 - 49,6814}{20} = 0,0074 \text{ gram}$$

Rata – rata berat *solder paste* per unit adalah:

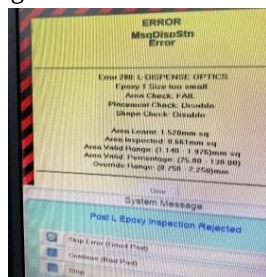
$$\frac{0,0040 + 0,0055 + 0,0080 + 0,0074}{4} = 0,0062 \text{ gram}$$

2.3 Perancangan Syringe Marker Jig

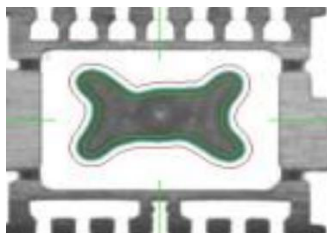
Jig pada dasarnya merupakan suatu alat bantu yang digunakan dalam proses manufaktur agar dapat mengefisiensikan suatu proses[5]. *Syringe Marker Jig* dirancang sebagai alat standarisasi untuk menentukan acuan batas penggunaan sebelum *solder paste* diganti dengan yang baru.

2.3.1 Menentukan Acuan Batas Penggunaan

Cara menentukan acuan batas penggunaan sebelum *solder paste* diganti dengan yang baru adalah dengan cara *solder paste* digunakan sampai habis atau mencapai batas maksimum yang bisa digunakan.



(a)



(b)

Gambar 9: (a)Alarm Epoxy Size to Small dan (b)Post Epoxy PR

Indikator ketika *solder paste* dalam tabung telah mencapai batas akhir pemakaian diperlihatkan pada Gambar 9. Pada Gambar 9(a), sistem mesin menampilkan pesan peringatan berupa alarm “Epoxy 1 Size too small”. Peringatan ini dipicu oleh pembacaan sensor *Post Epoxy PR* seperti ditunjukkan pada Gambar 9(b), yang mendeteksi bahwa pola dan *volume* sebaran *solder paste* yang keluar dari *nozzle* telah berada di bawah batas toleransi minimal. Munculnya fenomena ini menjadi acuan batas untuk mengukur sisa ketinggian isi tabung sebelum *solder paste* benar – benar habis total.

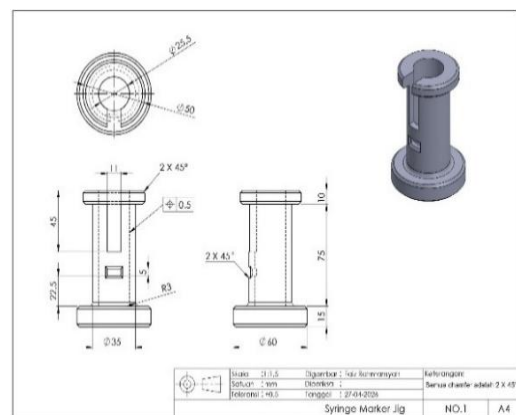


Gambar 10: Pengukuran Tabung Solder Paste

Tabung *solder paste* yang telah hampir habis diukur menggunakan jangka sorong untuk menetapkan standar acuan *solder paste* sebelum diganti dengan yang baru. Pengukuran ini mencakup batas posisi kedalaman piston serta diameter luar tabung *solder paste*. Hasil pengukuran ini digunakan sebagai acuan dasar dalam merancang geometri dan fitur penanda pada alat *Syringe Marker Jig*.

2.3.2 Perancangan Desain Syringe Marker Jig

Perancangan desain *Syringe Marker Jig* menggunakan *software* SolidWorks. SolidWorks memungkinkan perancang untuk membuat model 3D dari produk yang dirancang, yang memberikan gambaran visual yang jelas tentang bentuk dan fungsionalitas produk akhir[6]. Hasil rancangan geometri 3D dari *Syringe Marker Jig* yang dibuat menggunakan *software* SolidWorks ditampilkan pada Gambar 11.



Gambar 11: Desain Syringe Marker Jig

Sebelum menggunakan jig:

$$\frac{6,5-5,33}{6,5} \times 100 = 18\%$$

Setelah menggunakan jig:

$$\frac{6,5 - 1,65}{6,5} \times 100 = 74,61\%$$

Penggunaan *Syringe Marker Jig* dapat mengoptimalkan pemakaian *solder paste* dengan mengurangi jumlah *solder paste* yang terbuang sebesar 56,61% atau setara 3,68 gram per tabung.

3.1 Dampak Optimisasi Solder Paste Terhadap Produksi

3.1.1 Package TDSON

Perkiraan jumlah unit yang dapat diaplikasikan *solder paste* dapat dihitung dengan membagi berat *solder paste* hasil optimisasi (3,68 gram) dengan berat *solder paste* per unit (0,0045) sebagai berikut:

$$\text{Jumlah unit} = \frac{\text{Optimisasi Solder Paste}}{\text{Berat Solder Paste per Unit}} \quad (10)$$

$$\text{Jumlah unit} = \frac{3,68}{4,5 \times 10^{-3}} = 817,77 \text{ unit}$$

Dengan demikian, berat *solder paste* sebesar 3,68 gram per tabung dapat digunakan untuk mengaplikasikan *solder paste* pada *package* TDSON sebanyak 817,77 unit

3.1.2 Package HSOF

Perkiraan jumlah unit yang dapat diaplikasikan *solder paste* dapat dihitung dengan membagi berat *solder paste* hasil optimisasi (3,68 gram) dengan berat *solder paste* per unit (0,0062) sebagai berikut:

$$\text{Jumlah unit} = \frac{\text{Optimisasi Solder Paste}}{\text{Berat Solder Paste per Unit}} \quad (10)$$

$$\text{Jumlah unit} = \frac{3,68}{6,2 \times 10^{-3}} = 593,54 \text{ unit}$$

Dengan demikian, berat *solder paste* sebesar 3,68 gram per tabung dapat digunakan untuk mengaplikasikan *solder paste* pada *package* HSOF sebanyak 593,54 unit

3.2 Dampak Optimisasi Solder Paste Terhadap Produksi per Hari

Pada bulan juni 2026, rata – rata penggunaan *solder paste* pada proses Die Attach tercatat sebanyak 70 tabung per hari, terdiri atas 51 tabung untuk *package* TDSON dan 19 tabung untuk *package* HSOF. Untuk menentukan jumlah unit yang dapat diaplikasikan dengan optimisasi berat *solder paste* sebesar 3,68 gram, perhitungan dilakukan dengan mengalikan berat *solder paste* yang telah di optimisasi (3,68 gram) dengan jumlah tabung per hari, kemudian membaginya dengan berat *solder paste* per unit.

Jumlah unit =

$$\frac{\text{Optimisasi Solder Paste} \times \text{Tabung per Hari}}{\text{Berat Solder Paste per Unit}}$$

a. Package TDSON

Package TDSON menggunakan 51 tabung *solder paste* per harinya. Dengan kebutuhan *solder paste* sebesar 0,0045 gram per unit, maka jumlah unit yang dapat di proses per hari adalah:

$$\text{Jumlah unit} = \frac{3,68 \times 51}{4,5 \times 10^{-3}} = 41.706,66 \text{ unit}$$

Dengan demikian, pemakaian 51 tabung *solder paste* per hari dengan optimisasi sebesar 3,68 gram per tabung memungkinkan mengaplikasikan *solder paste* sebanyak 41.706,66 unit pada *package* TDSON.

b. Package HSOF

Package HSOF menggunakan 19 tabung *solder paste* per harinya. Dengan kebutuhan *solder paste* sebesar 0,0062 gram per unit, maka jumlah unit yang dapat di proses per hari adalah:

$$\text{Jumlah unit} = \frac{3,68 \times 19}{6,2 \times 10^{-3}} = 11.277,41 \text{ unit}$$

Dengan demikian, pemakaian 19 tabung *solder paste* per hari dengan optimisasi sebesar 3,68 gram per tabung memungkinkan mengaplikasikan *solder paste* sebanyak 11.277,41 unit pada *package* HSOF.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, salah satu penyebab tingginya tingkat pembuangan sisa *solder paste* pada proses Die Attach adalah tidak adanya standar batas pemakaian yang jelas, sehingga operator mengganti *solder paste* berdasarkan penilaian visual yang tidak konsisten. Untuk mengatasi hal tersebut, dirancang *Syringe Marker Jig* menggunakan *software* SolidWorks dan di fabrikasi menggunakan mesin 3D *Printing* berbahan filamen PLA. Uji coba menggunakan 30 sampel menggunakan metode *Event-Based Sampling*, menunjukkan penurunan rata – rata sisa *solder paste* yang terbuang dari 5,33 gram (18% dari target) menjadi 1,65 gram (74,61% dari target) dengan target 6,5 gram per tabung. Sehingga terjadi hasil optimisasi sebanyak 3,68 gram atau 56,61%. Selain meminimalkan pemborosan, penghematan material tersebut juga memberikan dampak positif terhadap peningkatan produksi, karena mampu mendukung potensi pembuatan sekitar 817,77 unit *package* TDSON dan 593,54 unit *package* HSOF untuk setiap tabungnya, 41.706,66 unit *package* TDSON dan 11.277,41 unit *package* HSOF per harinya. Dengan demikian, *Syringe Marker Jig* terbukti efektif untuk

mengurangi pemborosan material dan meningkatkan efisiensi di proses Die Attach.

5. Daftar Pustaka

- [1] K. Chiong, H. Wen Zhang, S. Pei Lim, "High lead solder failure and microstructure analysis in die attach power discrete packages", *Proceedings of the 2016 IEEE 18th Electronics Packaging Technology Conference (EPTC)*, Singapore, pp.545, 2016.
- [2] A. Dwi Laksono, H. Alpha Dewanto, J. Awali, "Menuju Solder Hemat dan Hijau: Modifikasi Sn-Cu-Zn dengan perak (Ag)", *Laporan Penelitian LPPM Institut Teknologi Kalimantan*, Balikpapan, 2025.
- [3] M. Miskowicz, "Efficiency of Event-Based Sampling According to Error Energy Criterion", *Sensors*, **10 (3)**, pp.2242-2261, 2010.
- [4] S. Kapat, "Beyond Stability and Performance Limits in Digital Current Mode Control using Event-Based Sampling", *Proceedings of the 2021 IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC)*, Kharagpur, India, pp.1024-1029, 2021.
- [5] B. Haddli Irawan, R. Widyanto, I. Saputra, "Rancang Bangun Semi Auto Pressing Jig Diseji P702", **8 (2)**, pp.51-56, 2023.
- [6] A. Prasetyo *et al.*, "Implementasi Software Solidworks dalam Perancangan Produksi Lemari untuk Efisiensi Waktu Produksi". *SCIENTIFIC JOURNAL OF REFLECTION*, **8 (1)**, pp.164-169, 2025.
- [7] K. Nisah *et al.*, "Optimasi Parameter Proses 3D Print Produk Kopling Menggunakan Filamen PLA (Polylactic Acid) dan Response Surface Methodology", *Jurnal Inovasi Teknologi Terapan*, **03 (1)**, pp.191-198, 2025.
- [8] Z. Sirwansyah Suzen and Hasdiansyah, "Pengaruh Geometri Infill terhadap Kekuatan Tarik Spesimen Uji Tarik ASTM D638 Type IV Menggunakan Filamen PLA+ Sugoi", *Jurnal Rekayasa Mesin*, **16 (2)**, pp.140-147, 2021.
- [9] A. Muhayar, "EFISIENSI BIAYA PRODUKSI BIUS IKAN HIAS BERBAHAN DASAR DAUN RUKU-RUKU DITINJAU DARI BIAYA BAHAN BAKU", *Skripsi*, Universitas Medan Area, Medan, Indonesia, 2021.
- [10] I. Pevio Arta Mevia S.J, H. Purnomo, "ANALISIS PERENCANAAN DAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU TERHADAP PROSES PRODUKSI DI RAS DESIGN INTERIOR", *Proceedings of Symposium Manajemen dan Bisnis II (SIMANIS)*, Kediri, Indonesia, pp.1617-1629, 2023
- [11] P. Gede Subhaktiyasa, "Menentukan Populasi dan Sampel: Pendekatan Metodologi Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif", *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, **09 (4)**, pp.2721-2731, 2024.
- [12] Mushofa, D. Hermina, N. Huda, "Memahami Populasi dan Sampel: Pilar Utama dalam Penelitian Kuantitatif", *Jurnal Syntax Admiration*, **05 (12)**, pp.5937-5948, 2024