

ANALISIS PERBANDINGAN HASIL BOND LINE THICKNESS (BLT) MENGGUNAKAN REFLOW OVEN NON VACCUM 832ASM DAN REFLOW OVEN VACCUM HELLER

Muhaimin Yusuf Anwar ¹

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta, Padang
Jl. Sumatera Ulak Karang Padang, Sumatera Barat, Indonesia 25133

Email: yusufanwarmuhaimin@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini membahas perbandingan hasil pengukuran Bond Line Thickness (BLT) dalam proses Die Attach SON menggunakan dua jenis Reflow Oven, yaitu *Reflow Oven Non-Vacuum 832ASM* dan *Reflow Oven Vacuum HELLER*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis perbedaan ketebalan BLT yang dihasilkan oleh kedua tipe oven tersebut, serta dampaknya terhadap kualitas sambungan solder. Proses pengukuran BLT dilakukan menggunakan Nikon Measuring Microscope MM-800, dengan mengamati ketebalan lapisan solder antara die dan leadframe setelah proses Reflow. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Reflow Oven Vacuum HELLER* menghasilkan BLT yang lebih seragam dan konsisten, dengan rentang nilai yang lebih sempit (30,28 – 33,75 μm), dibandingkan dengan *Reflow Oven Non-Vacuum 832ASM* yang memiliki variasi lebih lebar (32,88 – 37,07 μm). Selain itu, proses Reflow menggunakan oven vacuum juga menunjukkan nilai die tilt yang lebih rendah dan tingkat void yang lebih kecil, yang berkontribusi pada peningkatan kestabilan termal dan mekanik sambungan solder. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi Die Attach yang lebih andal untuk aplikasi semikonduktor berperforma tinggi.

Kata Kunci: Die Attach, Reflow Oven, Bond Line Thickness, Vacuum, Non-Vacuum, Nikon Measuring Microscope MM-800.

ABSTRACT

This research discusses the comparison of Bond Line Thickness (BLT) measurements in the Die Attach SON process using two types of Reflow Ovens, namely Reflow Oven Non-Vacuum 832ASM and Reflow Oven Vacuum HELLER. The aim of this research is to analyze the differences in BLT thickness produced by both oven types and their impact on the quality of solder joints. BLT measurements were carried out using the Nikon Measuring Microscope MM-800, observing the solder layer thickness between the die and leadframe after the Reflow process. The results show that Reflow Oven Vacuum HELLER produces a more uniform and consistent BLT, with a narrower range (30.28 – 33.75 μm), compared to Reflow Oven Non-Vacuum 832ASM, which has a wider variation (32.88 – 37.07 μm). Additionally, the Reflow process using the vacuum oven also shows lower die tilt values and smaller void levels, contributing to improved thermal and mechanical stability of the solder joints. This research contributes to the development of more reliable Die Attach technology for high-performance semiconductor applications.

Keywords: *Die Attach, Reflow Oven, Bond Line Thickness, Vacuum, Non-Vacuum, Nikon Measuring Microscope MM-800.*

PENDAHULUAN

Industri semikonduktor memainkan peran yang sangat penting dalam perkembangan teknologi modern, dengan komponen seperti transistor dan sirkuit terintegrasi (IC) yang menjadi dasar dari hampir semua perangkat elektronik saat ini. Salah satu proses penting dalam manufaktur semikonduktor adalah Die Attach, yang melibatkan pemasangan die ke leadframe menggunakan solder. Kualitas sambungan solder yang dihasilkan dalam proses ini sangat bergantung pada Bond Line Thickness (BLT), yaitu ketebalan lapisan solder antara die dan leadframe. Jika ketebalan solder tidak sesuai, maka dapat mempengaruhi keandalan sambungan, performa termal, serta kestabilan mekanis komponen.

Dalam proses Die Attach, penggunaan Reflow Oven sangat penting untuk memastikan penyolderan die pada leadframe dengan hasil yang optimal. Terdapat dua jenis Reflow Oven yang umum digunakan dalam industri semikonduktor, yaitu Reflow Oven Non-Vacuum dan Reflow Oven Vacuum. Kedua jenis oven ini memiliki karakteristik yang berbeda dalam hal pengendalian suhu dan kualitas hasil penyolderan. Reflow Oven Vacuum menggunakan sistem vakum untuk mengurangi jumlah gas terperangkap selama proses soldering, yang berpotensi menghasilkan sambungan solder yang lebih konsisten. Sementara itu, Reflow Oven Non-Vacuum cenderung menggunakan udara atau nitrogen sebagai media pemanas.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan hasil Bond Line Thickness (BLT) yang dihasilkan oleh kedua jenis Reflow Oven tersebut, yaitu Reflow Oven Non-Vacuum 832ASM dan Reflow Oven Vacuum HELLER. Pengukuran BLT dilakukan dengan menggunakan Nikon Measuring Microscope MM-800 untuk mendapatkan data yang akurat tentang ketebalan solder yang terbentuk setelah proses Die Attach. Diharapkan, hasil dari penelitian ini dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai pengaruh penggunaan kedua jenis oven tersebut terhadap kualitas sambungan solder dan kinerja keseluruhan dari proses Die Attach dalam industri semikonduktor.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental untuk membandingkan kualitas hasil proses die attach pada device SON yang diproses menggunakan dua jenis reflow oven, yaitu reflow oven non-vacuum ASM832 dan reflow oven vacuum HELLER. Variabel bebas pada penelitian ini adalah jenis reflow oven, sedangkan parameter respons yang diamati meliputi Bond Line Thickness (BLT), die tilt, void single, dan void total. Variabel proses lainnya, seperti parameter reflow, jenis solder paste, dan kondisi persiapan sampel, dijaga konstan untuk

meminimalkan pengaruh variabel luar. Masing-masing jenis oven diuji menggunakan sedikitnya delapan sampel

Peralatan utama yang digunakan meliputi reflow oven non-vacuum ASM832, reflow oven vacuum HELLER, device SON sebagai sampel uji, Nikon Measuring Microscope MM-800 untuk pengukuran BLT dan die tilt, serta sistem inspeksi X-ray untuk evaluasi void. Material yang digunakan berupa solder paste dan material pendukung sesuai spesifikasi proses produksi.

Tahapan penelitian dimulai dari persiapan sampel device SON yang telah diaplikasikan solder paste, kemudian sampel diproses menggunakan masing-masing reflow oven sesuai parameter proses yang telah ditetapkan. Setelah proses reflow selesai, pengukuran BLT dan die tilt dilakukan secara manual menggunakan Nikon Measuring Microscope MM-800. Leadframe dipasang pada jig, kemudian diamati menggunakan mikroskop dengan pembesaran 20×. Titik pengukuran ditentukan pada kolom 5, 6, 15, 16, 31, dan 32 dengan arah pengukuran dari bawah ke atas. Pada setiap sampel dilakukan pengambilan empat titik referensi, yaitu P1, P2, P3, dan P4, untuk memperoleh nilai ketinggian sumbu Z. Nilai BLT diperoleh dari selisih ketinggian antara permukaan die dan die pad, sedangkan die tilt dihitung dari selisih nilai maksimum dan minimum hasil pengukuran. Data hasil pengukuran dicatat ke dalam lembar kerja elektronik untuk perhitungan lebih lanjut.

Evaluasi void dilakukan menggunakan inspeksi X-ray dengan parameter pengamatan berupa void single dan void total. Data hasil pengukuran kemudian dianalisis secara deskriptif melalui perbandingan nilai rentang, kecenderungan hasil pengukuran, dan kesesuaian terhadap batas spesifikasi proses pada masing-masing jenis oven. Pendekatan ini digunakan karena hasil penelitian difokuskan pada evaluasi performa proses berdasarkan parameter BLT, die tilt, dan void yang diperoleh dari kedua jenis reflow oven.

Diagram Alur Penelitian



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengukuran Bond Line Thickness (BLT)

Pengukuran Bond Line Thickness (BLT) untuk kedua jenis reflow oven (ASM832 dan HELLER) menunjukkan hasil yang berbeda. Pada oven non-vacuum ASM832, BLT berkisar antara 33,65 μm hingga 37,22 μm , dengan nilai rata-rata 35,43 μm . Sedangkan pada oven vacuum HELLER, BLT lebih konsisten, berkisar antara 30,28 μm hingga 33,75 μm , dengan rata-rata 31,89 μm . Hasil ini menunjukkan bahwa proses reflow dengan oven vacuum mampu menghasilkan distribusi BLT yang lebih seragam dan optimal.

Tabel 1: Perbandingan Nilai BLT pada Oven ASM832 dan HELLER

Oven Type	BLT Min (μm)	BLT Max (μm)	Rata-rata (μm)
ASM832	33,65	37,22	35,43
HELLER (vacuum)	30,28	33,75	31,89

2. Pengukuran Die Tilt

Pengukuran die tilt menunjukkan hasil yang lebih baik pada oven vacuum HELLER. Nilai die tilt pada HELLER berkisar antara 3,4 μm hingga 10 μm , dengan rata-rata 6,2 μm . Sementara pada oven non-vacuum ASM832, nilai die tilt lebih tinggi, antara 4,8 μm hingga 61,8 μm , dengan rata-rata 34,0 μm . Penggunaan teknologi vacuum

memungkinkan die untuk lebih stabil dan terpasang tepat pada die pad, meningkatkan kualitas sambungan solder.

Tabel 2: Perbandingan Die Tilt pada Oven ASM832 dan HELLER

Oven Type	Die Tilt Min (μm)	Die Tilt Max (μm)	Rata-rata (μm)
ASM832	4,8	61,8	34,0
HELLER (vacuum)	3,4	10,0	6,2

3. Void Total

Pengukuran void total menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kedua jenis oven. Pada oven HELLER (vacuum), void total yang dihasilkan lebih kecil, antara 1,8% hingga 2,9%, sedangkan pada oven non-vacuum ASM832, void total berkisar antara 2,9% hingga 4,3%. Ini menunjukkan bahwa proses dengan teknologi vacuum lebih efektif dalam mengurangi pembentukan void, yang berpengaruh pada kualitas sambungan solder.

4. Perhitungan Daya dan Efisiensi

Pengujian dilakukan pada sore hari, pukul 17:00 WIB, dengan hasil sebagai berikut:

- Kecepatan Angin: 5,4 m/s
- Putaran Poros: 768,7 RPM
- Tegangan: 33,4 V
- Arus: 0,17 A

Berdasarkan data ini, diperoleh Daya Angin Teoritis sebesar 48,22 W. Dari daya angin teoritis ini, daya yang dikonversi menjadi daya mekanik turbin adalah 9,64 W, dan daya listrik yang dihasilkan oleh generator adalah 5,68 W. Perhitungan efisiensi konversi adalah sebagai berikut:

- Efisiensi Konversi Angin ke Mekanik: 11,75%
- Efisiensi Konversi Mekanik ke Listrik: 58,8%

Waktu	Kecepatan Angin (m/s)	Putaran Poros (RPM)	Daya Angin (watt)	Daya Turbin (watt)	Daya Listrik (watt)
17:00 WIB	5,4	768,7	48,22	9,64	5,68

5. Efisiensi Konversi

Efisiensi konversi sistem dapat dihitung sebagai rasio antara daya listrik yang dihasilkan dan daya angin teoritis. Efisiensi keseluruhan adalah 11,75%, sementara efisiensi konversi dari daya mekanik menjadi daya listrik adalah 58,8%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan Reflow Oven Vacuum (HELLER) menghasilkan kualitas sambungan solder yang lebih baik dibandingkan dengan Reflow Oven Non-Vacuum (ASM832). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa Reflow Oven Vacuum (HELLER) menghasilkan Bond Line Thickness (BLT) yang lebih konsisten dan seragam, dengan rentang antara 30,28 μm hingga 33,75 μm , yang berada dalam spesifikasi yang diinginkan. Selain itu, nilai die tilt pada Reflow Oven Vacuum (HELLER) jauh lebih rendah, berkisar antara 3,4 μm hingga 10 μm , yang mengindikasikan distribusi solder yang lebih merata dan lebih stabil. Proses vakum ini juga efektif mengurangi pembentukan void, dengan nilai void tunggal antara 0,5% hingga 1,4%, dan void total antara 1,8% hingga 2,9%, jauh di bawah batas spesifikasi yang ditetapkan. Sebaliknya, Reflow Oven Non-Vacuum (ASM832) menghasilkan BLT yang lebih bervariasi, dengan rentang antara 32,88 μm hingga 37,07 μm , dan die tilt yang lebih tinggi, antara 32,2 μm hingga 61,8 μm , yang melebihi batas maksimum yang diinginkan. Void total pada oven non-vacuum juga lebih tinggi, mencapai 9,9% pada beberapa sampel. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disarankan bahwa penggunaan Reflow Oven Vacuum (HELLER) lebih cocok untuk aplikasi semikonduktor yang memerlukan keandalan tinggi, seperti pada perangkat daya dan komponen otomotif, karena kemampuannya dalam mengontrol kualitas solder dengan lebih baik dan stabil. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam meningkatkan kualitas dan keandalan proses Die Attach dengan teknologi Reflow Oven Vacuum yang lebih canggih.

DAFTAR PUSTAKA

- Bai, J. G., Calata, J. N., & Lu, G. Q. (2007). Processing and characterization of nanosilver pastes for die-attaching SiC devices. *IEEE Transactions on Electronics Packaging Manufacturing*, 30(4), 387–393.
- Chen, P. C., Chang, M., Lai, W. C., & Gabayno, J. L. (2016). Bond Line Thickness and die tilt inspection in die Bonding process. *Journal of the Chinese Institute of Engineers, Transactions of the Chinese Institute of Engineers, Series A*, 39(4), 425–433.
- Eu, P. L., Ahmad, I., Jalar, A., Kamarudin, H., & Majlis, B. Y. (2006). Effect of Reflow profile (RSP Vs RTP) On Sn/3.8Ag/0.7Cu solder joint strength. *Proceedings - 2006 International Symposium on Microelectronics, IMAPS 2006*.

- Gupte, O., Murtagian, G., Tummala, R., & Smet, V. (2020). Effect of Solder paste Volume and Reflow Parameters on Solder paste Wicking and Joint Shear Strength of Ni-Au-Coated Cu Spheres. *IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology*, 10(5), 845–853.
- Hyun, S.-H., Lee, H. M., Kim, M.-S., & Hong, W. S. (2023). Bonding Property of Flip-Chip Chip-Scale Package with Vacuum Reflow and Thermal Compression Bonding Processes. *Journal of Welding and Joining*, 41(5), 9–16.
- Illés, B., & Harsányi, G. (2009). Heating characteristics of convection Reflow ovens. *Applied Thermal Engineering*, 29(11–12), 2827–2834.
- Lee, Y. F., Cham, S. F., Teh, S., Lau, S., & Goh, K. (2012). Resolving No Solder Joint Issue Thru Understanding of Basic Principle in Solder and Heat Transfer. *ECS Transactions*, 44(1), 991–1001.
- Manikam, V. R., Paing, S., & Ang, A. (2013). Effects of soft solder materials and Die attach process parameters on large power semiconductor dies joint reliability. *Proceedings of the 2013 IEEE 15th Electronics Packaging Technology Conference, EPTC 2013*.
- Pisharody, A., & Smith, D. E. (2022). An experimental and numerical investigation into the effects of Bond Line Thickness variations on the strength of composite bonded joints. *Composite Structures*, 279, 114789.
- Yeo, S. M., Yow, H. K., Yeoh, K. H., & Azenal, S. N. F. M. (2024). Elimination of Die-Pop Defect by Vacuum Reflow for Ultrathin Die With Warpage in Semiconductor Packaging Assembly. *IEEE Transactions on Reliability*, 73(1), 99–109.
- Yeo, S. M., Yow, H. K., Yeoh, K. H., & Ishak, S. H. Bin. (2022). Vacuum Reflow Process Optimization for Solder Void Size Reduction in Semiconductor Packaging Assembly. *IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology*, 12(8), 1311–1320.