

Proses Oven PMC Terhadap Produksi *Integrated Circuit*

Donny Panggabean, Ir. Cahyo Budi Nugroho, S. T., M.Sc., IPM and Lalu Giat Juangsa Putra, S. T., M. T.

* Politeknik Negeri Batam
Program Studi Teknik Mesin
Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia
¹E-mail: donnypanggabean05@gmail.com

Abstrak

Integrated Circuit (IC) merupakan komponen elektronika bersifat aktif karena itu dibutuhkan penanganan khusus agar tidak terjadi kerusakan pada komponen ini. Untuk menghasilkan produk yang sempurna maka IC akan memasuki proses *PMC (Post Mold Cure)* merupakan proses pengeringan kelembaban *package* setelah *molding*, proses ini penting dalam langkah pengemasan *IC*. Memaparkan bagian cetakan pada suhu tinggi untuk mempercepat proses pengawetan dan mengoptimalkan beberapa sifat fisik material. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui parameter oven pada proses PMC yaitu suhu dan waktu terhadap seberapa kering IC untuk dilanjutkan ke proses marking dan menghasilkan IC yang sempurna. Manfaat dari penelitian ini meminimalisirnya kegagalan produk *Integrated Circuit* pada saat proses *PMC*. IC yang sempurna. Membutuhkan durasi 4 jam dengan suhu 175°C mencapai kematangan dan mendapatkan lengkungan maksimal 0,119 mm untuk menghindari kegagalan. Tanpa ada nya pemberhentian proses PMC selama 4 jam tersebut, untuk menghindari suhu yang tidak stabil maka dilakukan 2 jam sekali pengecekan untuk kestabilan suhu pada oven *PMC*

Kata kunci: *PMC (Post Mold Cure), Integrated Circuit (IC)*

Abstract

The article discusses the importance of the Post Mold Cure (PMC) process in the production of Integrated Circuit (IC) components. The PMC process involves drying the package moisture after molding, which is crucial in the IC packaging stage. By exposing molded parts to high temperatures, the curing process is accelerated, and the physical properties of the material are optimized. The objective of this study is to determine the optimal oven parameters, including temperature and time, for the PMC process to ensure the IC is sufficiently dry for the marking process and to minimize failure during production. The research suggests that a temperature of 175 °C and a duration of 4 hours are needed to reach maturity and achieve a maximum curve of 0.119 mm, thus avoiding failure. Additionally, a 2-hour temperature stability check is conducted in the PMC oven to prevent unstable temperatures. Overall, this research aims to produce perfect ICs by optimizing the drying process and minimizing failure rates.

Keywords: *PMC (Post Mold Cure), Integrated Circuit (IC)*

1 Pendahuluan

Integrated Circuit (IC) merupakan komponen elektronika aktif yang terdiri dari gabungan ratusan, ribuan, bahkan jutaan transistor, resistor, kapasitor dengan berukuran mikro yang disusun sedemikian rupa sehingga menghasilkan sebuah rangkaian komponen elektronika dalam sebuah kemasan kecil. Komponen elektronika tersebut yang terbuat dari bahan angkah yang merupakan bahan semikonduktor utama, dimana silicon tersebut sering digunakan dalam teknologi fabrikasi IC. Adapun hal penting yang harus diperhatikan dari komponen *IC* ini, yaitu sifat komponen yang aktif. *IC* sifatnya aktif dengan pengaruh *electrostatic discharge*, karena itu dibutuhkan penanganan khusus agar tidak terjadi kerusakan pada komponen ini. Maka dari itu pencetakan pada kemasan *IC* memegang peranan yang sangat penting, karena proses percetakan merupakan berperan sebagai pelindung *chip and wire* dengan pelapisnya menggunakan *mold compound*. Ada beberapa angka yang perlu diperhatikan dalam melakukan pengaturan parameter pada mesin *molding*

seperti *temperature*, *clamp force*, *pressure* yang tepat sehingga akan mendapatkan bentuk kemasan yang sempurna. Contoh IC dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1. *Integrated Circuit (IC)*

Beberapa angka yang mempengaruhi *performance* pada IC yaitu dengan memperhatikan *Moisture Sensitivity Level (MSL)*. *MSL* merupakan standar elektronik yang menunjukkan kepekaan suatu kelembaban terhadap ruang sekitar dan dapat menghindari potensi kerusakan terkait kelembaban selama proses *reflow*. Besarnya angka kelembaban selama penyimpanan *mold* di atmosfer jenuh uap air atau *moisture relative humidity*, dianggap sebagai kriteria penting yang dapat menilai keandalan suatu perangkat elektronik, ada tiga hal yang dapat mempengaruhi kinerja *MSL* yaitu *moisture*, *adhesion*, dan *stress*. Untuk meminimalisir kelembaban pada *mold compound* setelah proses *molding*, maka perlu dilakukan proses lanjutan yaitu proses *PMC* dimana proses tersebut berfungsi untuk mengurangi kelembaban yang masih berada di dalam *mold compound*.

PMC (Post Mold Cure) merupakan proses pengeringan kelembaban (*humidity*) *package* setelah *molding*, proses ini penting dalam langkah pengemasan IC. Memaparkan bagian cetakan pada suhu tinggi untuk mempercepat proses pengawetan dan mengoptimalkan beberapa sifat fisik material. Selama proses *PMC*, senyawa cetakan akan mengalami proses polimerisasi, penuaan kimia dan fisik. Untuk saat ini, dalam analisis penyembuhan cetakan paska *Moldex3D*, model *konstitutif* yang terdiri dari *PVTC* dan model relaksasi *viskoelastik* yang bergantung pada suhu diimplementasikan dalam model elemen hingga numerik untuk simulasi proses. Untuk menyajikan prosedur pada proses *PMC* untuk setiap proses *PMC* menggunakan oven *HERAEUS UT6200*, tujuan dari proses ini adalah untuk mendapatkan pengeringan menyeluruh terhadap *package IC* yang telah di *molding*. Contoh oven *HERAEUS UT6200* dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini:



Gambar 2. *Oven HERAEUS UT6200*

Proses awal dari pembuatan IC merupakan proses *back grinding*, proses tersebut merupakan menipiskan ketebalan wafer pada IC sehingga ketebalan wafer berada dalam standar perusahaan. Proses ini dilakukan dengan bantuan mesin *automatic back grinding*. Selanjutnya IC akan melalui proses *wafer saw*, wafer tersebut dipotong sesuai dengan jalur-jalur pada wafer dan dipotong sesuai dengan ukuran chip. Kemudian akan melalui proses *molding* dimulai dari memasukkan *lead frame* ke *magazine* melalui *loader* kemudian melewati *preheater* untuk memanaskan *leadframe*. Selanjutnya proses *PMC (Post Mold Cure)*, merupakan proses pengeringan kelembaban (*humidity*) *package* setelah *molding*. Proses *PMC* memiliki beberapa tahapan yaitu:

1. Pengambilan material dari *molding* diperlukan untuk mempersiapkan sebuah *trolley* sebelum diantar ke *PMC*, setelah material yang telah disusun pada *trolley* maka material akan dibawa ke rak material setelah *molding*.
2. Tahapan yang akan dilakukan setelah material sudah disiapkan akan dilakukan pengecekan material sebelum *loading* ke *PMC*, langkah ini akan dilakukan *tracking*.

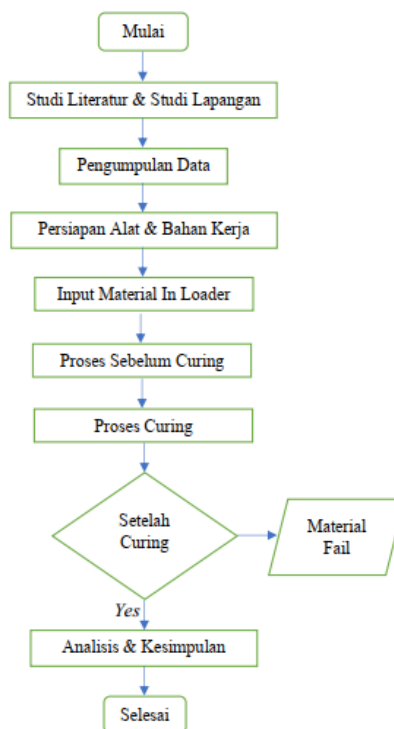
3. Proses kali ini akan memasukkan material ke dalam PMC memastikan suhu pada oven tidak melebihi 40°C.
4. Untuk melanjutkan hasil produksi IC maka mesin oven PMC akan dihidupkan, dengan cara memutar saklar utama.
5. Langkah selanjutnya dilakukan pengecekan ketidak normal pada saat berjalannya nya proses oven PMC. Dilakukan check *temperature graph* dari *temperature plotter*.
6. Jika pada mesin PMC tidak mengalami masalah dan hasil produksi IC baik, maka material tersebut akan dikeluarkan dari oven setelah suhu oven di bawah 40° C.

Proses PMC terhadap IC memiliki efek untuk mengurangi kelembaban yang masih berada di dalam *mold compound* menghasilkan tingkat kematangan atau kering dengan sempurna. Produk yang dihasilkan mengalami bagian dari cetakan ke suhu tinggi untuk mempercepat proses pengawetan dan untuk mengoptimalkan beberapa sifat fisik material. Jika proses PMC telah dilakukan dengan baik dan mendapatkan hasil yang sempurna maka akan melanjutkan ke proses *laser marking*.

Proses *laser marking* merupakan proses memberikan label di permukaan IC, label ini berisi informasi nama *device*, kode manufaktur, label ini memiliki tujuan dapat melakukan *tracking* jika terjadi masalah saat IC digunakan pada produk akhir. Pada proses pembuatan IC setiap tahapannya sangat menentukan hasil akhir. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui parameter oven pada proses PMC yaitu suhu dan waktu terhadap seberapa kering IC untuk dilanjutkan ke proses marking dan menghasilkan IC yang sempurna. Manfaat dari penelitian ini meminimalisirnya kegagalan produk *Integrated Circuit* pada saat proses PMC.

2 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode literatur dan deskriptif membaca beberapa jurnal yang berhubungan dengan proses PMC produksi IC serta mengelola data dari beberapa jurnal yang didapatkan. Selain itu penelitian ini juga menggunakan metode studi lapangan mengikuti langsung dalam melakukan pengerjaan proses PMC tersebut. Penelitian ini dilakukan selama 1 bulan untuk mengetahui proses dan hasil produksi yang diperlukan, tahapan penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini:



Gambar 3. Bagan Penelitian

2.1. Alat Proses PMC

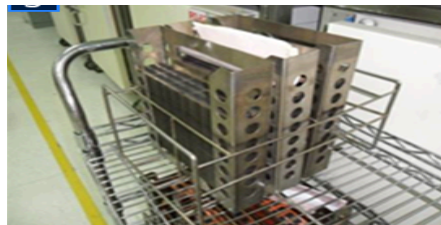
Untuk melakukan penelitian ini diperlukan alat dan bahan yaitu sebagai berikut:

1. *Integrated Circuit* setelah *molding*
2. Mesin *Oven PMC*
3. *Trolley Magazine IC*
4. Kertas Grafik pencatat *temperature*
5. Sarung Tangan

2.2. Proses PMC

2.2.1 *Input Material in Loader*

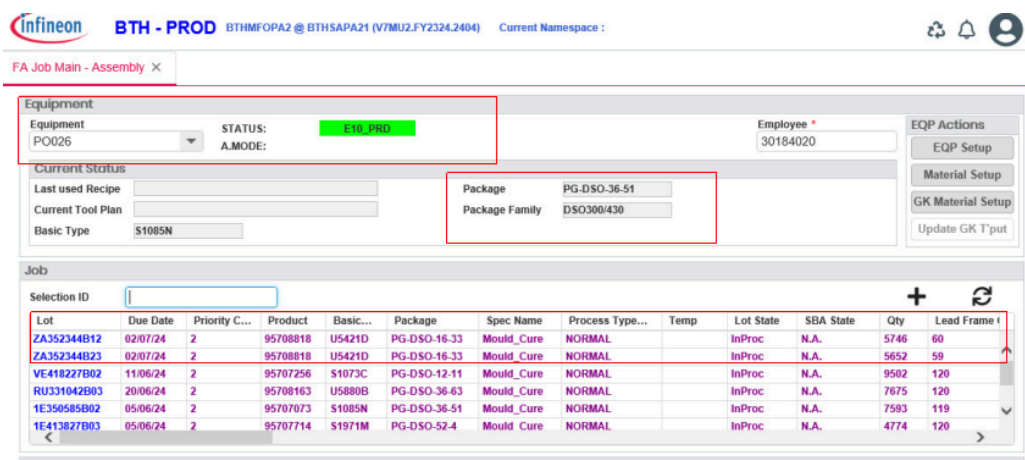
Proses pertama yang akan dilakukan mengambil material dari *molding* diperlukan untuk mempersiapkan sebuah *trolley* sebelum diantar ke *PMC*, setelah material yang telah disusun pada *trolley* maka material akan dibawa ke rak. Memastikan *lot tag* (kode produksi material) ada didalam material yang akan dibawa ke *PMC* agar material dapat teridentifikasi dilakukan 'view lot status' pada *camstar* (melihat status material), untuk memastikan bahwa *lot tag* telah siap untuk diproses *PMC*. Untuk material *IC* telah disusun pada *trolley* dapat dilihat pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Trolley

2.2.2 Sebelum *Curing*

Tahapan yang akan dilakukan setelah material sudah disiapkan akan dilakukan pengecekan material sebelum *loading* ke *PMC*. Langkah ini akan dilakukan *tracking* menggunakan *camstar* untuk memastikan material yang akan dibawa ke tahap selanjutnya dalam keadaan baik dengan nomor seri yang tertera pada *camstar* dapat dilihat pada gambar 5 dibawah ini.



The screenshot shows the Camstar software interface for tracking an oven. The top navigation bar includes the Infineon logo, 'BTH - PROD', and various system identifiers. The main content area is divided into several sections:

- Equipment:** Shows 'Equipment' PO026, 'STATUS: ETR_PROD', and 'Employee' 30184020.
- Current Status:** Includes 'Last used Recipe', 'Current Tool Plan', 'Basic Type' S1085N, 'Package' PG-DSO-36-51, and 'Package Family' DSO300/430.
- Job:** A table listing job details with columns for Selection ID, Lot, Due Date, Priority, Product, Basic..., Package, Spec Name, Process Type..., Temp, Lot State, SBA State, Qty, and Lead Frame.

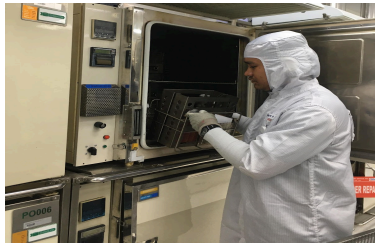
Selection ID	Lot	Due Date	Priority	Product	Basic...	Package	Spec Name	Process Type...	Temp	Lot State	SBA State	Qty	Lead Frame
	ZA352344B12	02/07/24	2	95708818	U5421D	PG-DSO-16-33	Mould_Cure	NORMAL		InProc	N.A.	5746	60
	ZA352344B23	02/07/24	2	95708818	U5421D	PG-DSO-16-33	Mould_Cure	NORMAL		InProc	N.A.	5852	59
	VE418227B02	11/06/24	2	95707256	S1073C	PG-DSO-12-11	Mould_Cure	NORMAL		InProc	N.A.	9502	120
	RU331042B03	20/06/24	2	95708163	U5880B	PG-DSO-36-63	Mould_Cure	NORMAL		InProc	N.A.	7875	120
	1E35085B02	05/06/24	2	95707073	S1085N	PG-DSO-36-51	Mould_Cure	NORMAL		InProc	N.A.	7593	119
	1E413827B03	05/06/24	2	95707714	S1971M	PG-DSO-52-4	Mould_Cure	NORMAL		InProc	N.A.	4774	120

Gambar 5. Tracking oven PMC pada Camstar

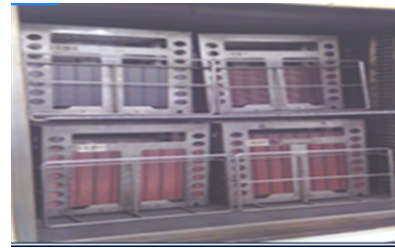
2.2.3 Proses *Curing*

Proses kali ini akan memasukkan material ke dalam *PMC* memastikan suhu pada *oven* tidak

melebihi 40°C. Untuk menghindari kecelakaan kerja karena bersentuhan dengan benda panas, maka harus menggunakan sarung tangan pada saat menangani material. Untuk melihat proses memasukan material dapat dilihat pada gambar 6 dan untuk melihat material atau IC dapat dilihat pada gambar 7 dibawah ini.



Gambar 6. Proses memasukan material



Gambar 7. Integrated Circuit (IC)

Untuk melanjutkan hasil produksi IC maka mesin oven PMC akan dihidupkan, dengan cara memutar saklar utama dari posisi “Off” ke posisi “On”. Setelah saklar telah dihidupkan maka selanjutnya mengaktifkan program untuk tipe pengontrol suhu Thermicon P (TP) pada proses PMC cara mengaktifkan program TP ke program 1 dengan cara menekan tombol *Digit* dan *Up* secara bersamaan. Selanjutnya akan mengaktifkan tipe pengontrol suhu *Sumiden* pada proses PMC untuk menekan tombol *Run* sampai angka lampu *Run* menyala. Jika suhu pada mesin PMC telah diaktifkan semuanya. Maka penyimpanan *lot tag* selama proses *curing* memasukkan *lot tag* ke dalam angka sesuai dengan nomer oven untuk menghindari tertukarnya *lot tag*.



Gambar 8. Skalar pada mesin PMC



Gambar 9. Tipe pengontrol suhu “thermicon P “



Gambar 10. Tipe pengontrol suhu “Shumiden”

Dilakukan pengecekan tidak normal pada saat berjalannya nya proses oven PMC. Dilakukan *check temperature graph* dari *temperature plotter*. Pengecekan akan dilakukan pada 1 jam pertama *curing time* setelah *ramp up* dan setiap 2 jam berikutnya. Fungsi dari angka yaitu untuk mendeteksi adanya *profile curing* yang keluar dari spesifikasi benda tersebut.

2.2.4 Setelah Curing

Periksa status *oven* sebelum *unload* material, pastikan kondisi program di display sudah berubah dari “1” ke “tp”. (untuk tipe pengontrol suhu “*thermicon P*”) dan Cek kondisi lampu indikator “Run” di display sudah mati, untuk menghindari kerusakan material karena waktu pengeringan tidak sesuai dengan spesifikasinya. Keluarkan material dari *oven* setelah suhu *oven* dibawah 40°C. Lakukan ‘Track Out’ di CAMSTAR untuk mengidentifikasi proses *PMC* telah selesai.

3 Analisa Data dan Pembahasan

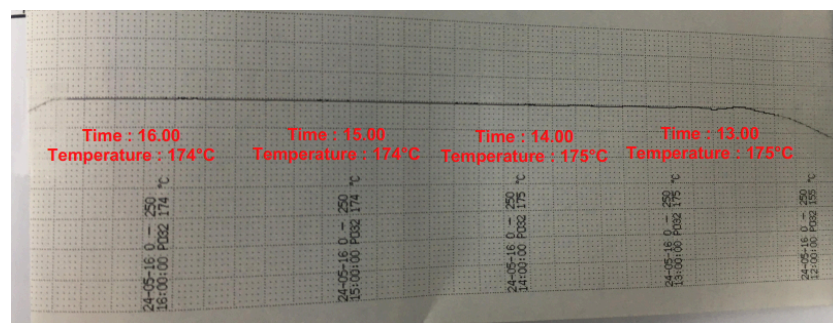
3.1. Jumlah dan Jenis *Integrated Circuit* pada *PMC*

Maksimal muatan *oven PMC* 4 container atau 16 *magazine* pada *Oven PMC*.

Jenis *Integrated Circuit* yang akan digunakan berupa *Small Outline Packages (SOP)*, jenis *IC SOP* atau disebut dengan *Small Outline Packages* merupakan *IC* yang menyediakan faktor bentuk yang ringkas dan tipis untuk komponen elektronik. Jenis ini dirancang untuk dipasang di permukaan pada *PCB*, keunggulan efisiensi ruang dan kemudahan manufaktur. *IC* ini biasanya digunakan di berbagai perangkat elektronik, termasuk elektronik konsumen, peralatan telekomunikasi, sistem otomotif, dan banyak lagi. Desain yang mencakup dimensi standar sehingga kompatibel dengan proses perakitan otomatis. Oleh karena itu, sangat cocok untuk miniaturisasi dan aplikasi elektronik dengan kepadatan tinggi.

3.2. Pengaruh Suhu *PMC*

Hasil proses *curing* dan hasil konversi suhu *PMC* pada 175 °C ditunjukkan dapat dilihat pada gambar 11. Metode internal untuk mengukur lengkungan berdasarkan *molding* merupakan sepenuhnya pulih setelah proses *PMC* hasil menunjukkan konversi telah mencapai 100%. Setelah proses *PMC*, terlihat unit mengalami deformasi karena perilaku *molding* jangka panjang, deformasinya asimetris dan cekung ke bawah, nilai maksimum 0,119 mm lengkungan dihitung dengan model faktor pergeseran ganda tanpa ada *damage*. Simulasi sampel yang selalu ditekan pada papan dengan tegangan 0,04 MPa. Diketahui tekanan hanya diterapkan pada suhu 175 °C, yaitu pada waktu detik ke-200 hingga detik ke-14400. Dalam proses *PMC* berlangsung harus dengan suhu yang stabil agar hasil *IC* tidak mengalami kegagalan, setiap 2 jam sekali dilakukan pengecekan suhu, kestabilan suhu proses *PMC* penelitian ini dapat dilihat pada gambar 11 dibawah ini.

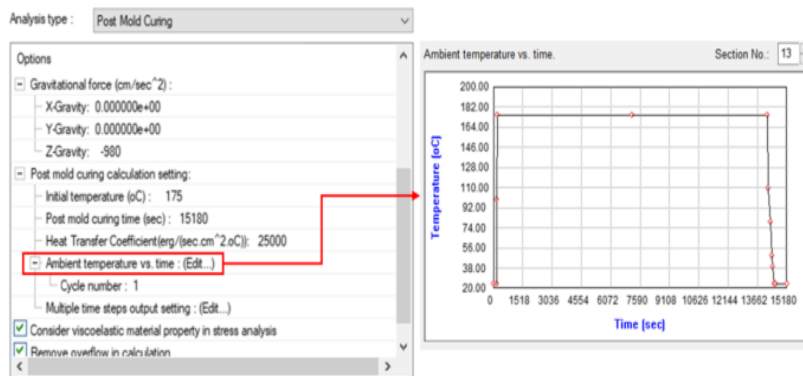


Gambar 11. *Temperature* stabil

3.3. Pengaruh Waktu Pada *PMC*

Pengaruh waktu pada proses *PMC* menunjukkan kondisi lingkungan untuk proses *PMC*. Unit ditempatkan dalam *oven* pada suhu 175°C selama 4 jam agar kemasannya benar benar matang. Pada Gambar 12. Merupakan durasi dan suhu pada proses *PMC*. Dengan suhu yang stabil maka tidak terdeteksi adanya profile curing yang keluar, *temperature* stabil dapat dilihat pada gambar 12. Telah melalui beberapa proses *PMC* maka *IC* dihasilkan dengan baik dengan suhu yang telah ditetapkan

sebelumnya 175°C, dapat dilihat pada gambar 13 merupakan hasil IC yang telah dilakukan proses PMC dengan kematangan sempurna.



Gambar 12. Durasi dan suhu saat proses PMC

3.4. Hasil IC

Setelah melakukan proses PMC maka IC yang dihasilkan akan melanjutkan ke proses *laser marking*. Akan tetapi harus didiamkan terlebih dahulu untuk melanjutkan proses berikutnya, agar tidak menyebabkan material IC tersebut rusak saat proses *laser marking* berlangsung. Setelah proses PMC selesai IC perlu didiamkan yaitu 1 jam dengan menyesuaikan suhu ruangan, maka IC bisa dilanjutkan ke proses *laser marking*.



Gambar 13. IC Setelah proses PMC

4 Kesimpulan

Dari hasil pembahasan pada penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwasanya, dengan muatan 16 *magazine IC* pada *oven PMC*, dilakukan untuk mengetahui parameter oven pada proses PMC yaitu suhu dan waktu terhadap seberapa kering IC untuk dilanjutkan ke proses marking dan menghasilkan IC yang sempurna. Membutuhkan durasi 4 jam dengan suhu 175°C mencapai kematangan dan mendapatkan lengkungan maksimal 0,119 mm untuk menghindari kegagalan. Tanpa ada nya pemberhentian proses PMC selama 4 jam tersebut, untuk menghindari suhu yang tidak stabil maka dilakukan 2 jam sekali pengecekan untuk kestabilan suhu pada *oven PMC* yang sedang berlangsung.

5 Daftar Pustaka

- [1] A.Nur Azliani, “*Integrated Circuit (IC) Pengertian, Jenis, Sejarah, Fungsi, Kelebihan & Kelemahan*”, *metafora erp*, 30 Agustus 2022

- [2] B. Afandi Kenala, “Evaluasi Waktu Staging Dari Molding ke PMC untuk Paket DSO” hal. 1, Batam,2022
- [3] C. Arif Rahman Hakim, “Peningkatan Kualitas Produk Dan Productivity Proses Laser Marking Perakitan Integrated Circuit”,July 2021
- [4] D. Infineon, “Next-generation EiceDRIVER™ 2EDN gate driver ICs set a new benchmark for form-factor, faster UVLO reaction and active output clamping”, Maret 2022.
- [5] E. Labmakelaar Benelux B.V.,”Heraeus T6200 Oven”,2002-2024
- [6] F. Ovaga Technologies “*Small Outline Packages: Definition, Application and Advantages*”, Mei 2023
- [7] G. IEEE Xplore, “CTE difference decrease of epoxy molding compound after molding and after PMC”, Jiangsu HuaHaiChengKe advanced material Co. Ltd, Lianyungang, Jiangsu, china
- [8] H. Deng S-S, Hwang S-J, Lee H-H (2013) Warpage prediction and experiments of fan-out wafer level package during encapsulation process. IEEE Trans Compon Packag Manuf Technol 3:452–458
- [9] I. Teng S-Y, Hwang S-J (2007) Simulations of process-induced warpage during IC encapsulation process. J Electron Packag 129:307–315