

Analisis Proses *Transfer Molding* Pembuatan *Semiconductor Package* Pada *New Remocon*

Rizky Miftahul Amri¹, Kardiman², Aripin³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Mesin S1, Fakultas Teknik,
Universitas Singaperbangsa Karawang.

Jl. H.S Ronggowaluyo, Telukjambe Timur. Kabupaten Karawang 41361.

Email: 1810631150103@student.unsika.ac.id, HP. 083815413610

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima: 28 Mei 2022

Direvisi: 31 Mei 2022

Dipublikasikan: Juni 2022

e-ISSN: 2089-5364

p-ISSN: 2622-8327

DOI: 10.5281/zenodo.6609332

Abstract:

The manufacturing process is the processing of a raw material into a product. An example of a material used for manufacturing is plastic. Currently, more than 99% of microelectronic devices are packaged in plastic. One of the manufacturing processes used is transfer molding. Transfer molding is the most commonly used encapsulation method for integrated circuit technology in closed molding using thermosetting plastics which are transferred under pressure. The results of the observations that have been made, transfer molding aims to create a package that protects the chip and wire from the outside environment, electrical connections with the outside, releases heat, and makes assembly easier. The transfer molding process parameters include mold temperature, transfer pressure, mold-clamping pressure, and time to fill the cavity.

Keywords: *transfer molding, thermosetting, semiconductor*

PENDAHULUAN

Proses manufaktur merupakan suatu proses pengolahan suatu bahan baku atau material menjadi suatu produk jadi yang dapat dimanfaatkan. Salah satu contoh bahan baku yang

sering digunakan untuk proses manufaktur adalah material plastik. Pada tahun 1909 bahan *phenol formaldehyde resin* dikembangkan oleh kelompok yang dipimpin oleh Dr. L.H. Baekeland. Setelah itu penelitian

tentang bahan sintesis berkembang pesat, termasuk material plastik (Amstead et al., 1981).

Plastik pertama kali digunakan untuk enkapsulasi pada awal 1950-an. Pada awal 1960-an, enkapsulasi plastik muncul sebagai alternatif yang murah dan sederhana untuk pembungkus keramik dan logam. Pada tahun 1993, *microelectronic* yang dienkapsulasi plastik menyumbang lebih dari 97% dari produksi *microcircuit* di seluruh dunia. Saat ini, lebih dari 99% perangkat *microelectronic* dikemas dalam plastik (Ardebili & Pecht, 2009).

Menurut Agustin, D. A. & Wibowo A. A., (2021), enkapsulasi adalah suatu proses yang mampu mempertahankan sifat fisik, kimia, dan biologis dari suatu senyawa aktif atau bahan inti dengan cara melapisinya di dalam suatu bahan penyalut. Selain itu enkapsulasi juga menawarkan solusi untuk mempermudah penanganan bahan dengan mengonversi bentuk bahan dari cairan menjadi solid serta memberikan manfaat *control-release*. Dengan demikian penggunaan suatu bahan dapat diperluas dan dimaksimalkan (Agustin & Wibowo, 2021).

Transfer molding adalah metode *encapsulation* yang paling umum digunakan pada semua plastik untuk *integrated circuit technology*. *Transfer molding* adalah proses *molding* perangkat *microelectronic* dalam cetakan tertutup menggunakan bahan *thermosetting* yang ditransfer di bawah tekanan. Resin yang sebelumnya sudah dipanaskan, ditempatkan di *auxiliary chamber* yang disebut *transfer pot* dan dipaksa oleh *plunger* untuk mengalir melalui *runners* dan menuju ke dalam *cavities* atau *closed cavity* (Ardebili & Pecht, 2009).

Perangkat elektronik harus dikemas untuk melindungi dari lingkungan, serta juga untuk

memberikan perlindungan terhadap paparan kelembaban, kontaminasi ionik, panas, radiasi, dan tekanan mekanis yang dapat merusak perangkat elektronik dan menyebabkan kegagalan perangkat (Ardebili & Pecht, 2009). Oleh karena itu, plastik digunakan sebagai material pelindung *semiconductor*.

Plastik yang diproses dengan proses peleburan seperti *molding* dan ekstrusi dapat dibagi dalam berbagai jenis seperti *thermosetting*. *Thermosetting* atau termoset, didefinisikan sebagai bahan yang dibentuk oleh panas dan tekanan, tetapi tidak bisa diproses ulang untuk pengaplikasian lain dengan panas atau tekanan. Hal ini karena selama proses pembentukan, terjadi ikatan silang antara molekul yang membentuk resin atau plastik dasar (Whelan & Goff, 1990). Berdasarkan definisi diatas, jenis plastik tersebut cocok untuk digunakan sebagai *package* untuk *new remocon*.

Remocon dan *new remocon* termasuk ke dalam *infrared detecting unit*. Komponen pada *remocon* dan *new remocon* terdiri dari komponen pendeteksi cahaya dan komponen IC untuk *signal processing*. Unit ini digunakan untuk menerima sinyal dari *remote control* (*Remocon*) yang digunakan pada sinar infrared TV, VCR dan peralatan audio.

Berdasarkan dari uraian-uraian di atas, maka penulis melakukan analisa pada proses *transfer molding* untuk pembuatan *semiconductor package* pada *new remocon* di salah satu perusahaan semikonduktor di Karawang.

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan ini berguna untuk memperjelas pembahasan dari masing-

masing masalah. Metodologi penelitian tersebut terdiri dari:

1. Metode Deskriptif, penulis menggunakan metode survei dan studi kasus dalam mengumpulkan data-data. Survei dilakukan di salah satu perusahaan yang bergerak dibidang semikonduktor dan studi kasus pada proses molding.
2. Metode Kepustakaan, metode ini digunakan penulis untuk mendapatkan data-data dan mengambil intisari yang berasal dari berbagai sumber selain dari pihak perusahaan terkait yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan.
3. Metode Diskusi, metode ini digunakan penulis untuk mengumpulkan data primer dan data sekunder dengan berdiskusi dengan pembimbing lapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Proses Produksi *New Remocon*

New remocon adalah suatu *device* semikonduktor, yang memiliki tiga bahan baku utama, yaitu *lead-frame*, *chip*, dan *wire*. Semua material tersebut diproses sehingga menjadi produk jadi yang berfungsi sebagaimana yang diinginkan. Urutan proses produksi *new remocon* adalah seperti yang digambarkan secara sederhana oleh Tabel 1.

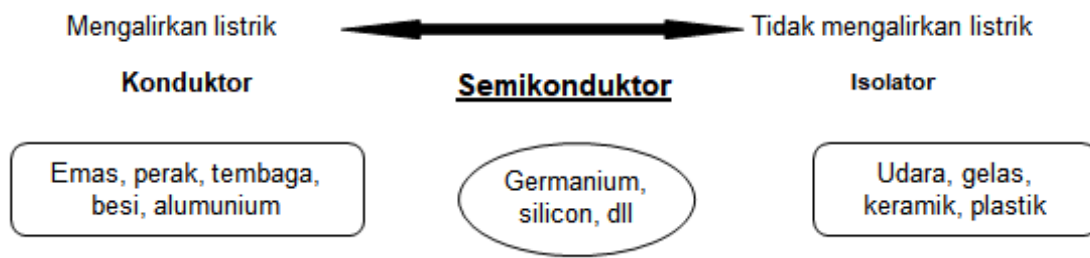
2. Fungsi *Package*

Semiconductor device harus bersifat isolasi listrik (*electrical insulating*), tahan terhadap panas (*heat resistance*), tahan terhadap bahan kimia (*chemical resistance*), tahan terhadap penyusutan (*hardening shrinkage*), penghantar panas (*thermal*

conductivity), dan berbahan kuat (*strength of material*). Karena sifat tersebut, maka dibutuhkan *package* yang berfungsi sebagai berikut:

Tabel 1 Proses produksi *new remocon*

NO.	PROSES PRODUKSI	LIMBAH	
		BAHAN BAKU	PRODUK REJECT
1.	<i>Die Bonding</i>	Padat (B3)	-
2.	<i>Curing Oven</i>	Panas	-
3.	<i>Wire Bonding</i>	Padat	-
4.	<i>Wire Bonding QC</i>	-	-
5.	<i>Transfer Molding</i>	Padat, bising	-
6.	<i>Hardening</i>	Gas, uap	-
7.	<i>Resin Cutting</i>	Padat, bising	-
8.	<i>Remove Remain Resin</i>	Padat, bising	-
9.	<i>Tie Bar Cutting</i>	Padat, bising	-
10.	<i>Solder Dipping</i>	Padat (B3), uap	-
11.	<i>Drying</i>	Cair (B3), uap	-
12.	<i>Casing</i>	Padat	-
13.	<i>Marking</i>	Cair (B3), uap	-
14.	<i>Cutting Forming</i>	Padat, bising	Padat
15.	<i>Electrical Inspection</i>	Padat, bising	Padat
16.	<i>Visual Inspection</i>	Padat	Padat
17.	<i>Packing</i>	Padat	-
18.	<i>Out Going Inspection</i>	-	Padat
19.	<i>Shipping</i>	Padat	-



Gambar 3 Pembagian rasio hambatan.

- a. Melindungi dari Lingkungan Luar
Menahan dan melindungi *IC chip* dari pengaruh seperti getaran dan guncangan, uap lembab dalam udara, debu, dan lain-lain.

- b. Melindungi dari Koneksi Listrik dengan Luar

Jika *chip* terbungkus oleh material *package*, maka pertukaran sinyal antara perangkat semikonduktor lain tidak bisa dilakukan. Oleh karena itu, digunakan *gold wire* sebagai penghubung antara *chip* dan *lead-pin* pada *lead-frame* sehingga sinyal dapat masuk ataupun keluar dengan mudah dan memungkinkan untuk mengeluarkan hasil pemrosesan. *Package* ini juga menjaga isolasi antara *lead-pin* dan *gold wire*.

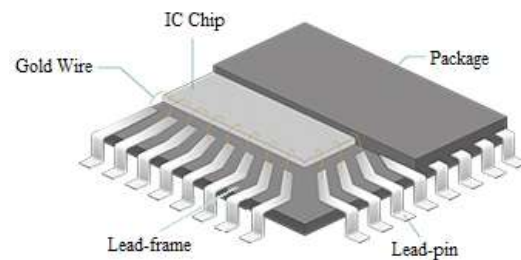
- c. Melepaskan Panas

Silicon chip bekerja akan menimbulkan panas. Tetapi jika suhu *chip* menjadi tinggi akibat dari panas, maka akan mengakibatkan kesalahan operasi (*mal-operation*). Karena itu, panas perlu disalurkan ke luar dengan efektif oleh *package*.

- d. Memudahkan Proses Perakitan

Dengan adanya perlindungan dari lingkungan luar, maka penanganan (*handling*) di proses perakitan (seperti penyambungan atau *connection*) akan menjadi mudah. Dan proses bahan kimia

(seperti *plating*) atau proses lainnya pun bisa dilakukan.



Gambar 1 *Package* yang melindungi *IC chip*.

3. Resin Molding

Semikonduktor adalah istilah yang merujuk pada bahan dasar yang dibedakan menurut rasio hambatan (angka yang menunjukkan sukarnya pengaliran listrik) yang terbagi menjadi konduktor, semikonduktor, dan isolator. Resin yang digunakan harus mengandung komposisi yang sesuai. Komposisinya yaitu:

- 1) *Cresol novolac epoxy resin* (25.5-29.5%), yaitu bahan dasar pembuatan resin yang mempunyai karakteristik tahan terhadap temperatur tinggi dan penyerapan uap air yang rendah.
- 2) *Accelerator* (pemercepat).
- 3) *Curing agent*.
- 4) *Inert filler* (68-72%).
- 5) *Flame retarder* (2%).
- 6) *Mold-release agent*.
- 7) *Colorant* (0.5%).

Oleh karena itu, resin yang digunakan dibatasi pada jenis *thermosetting epoxy* atau *silicon resin*.

Karena resin tersebut memiliki rasio hambatan isolator.

a. *Thermosetting Epoxy*



Gambar 2 *Thermosetting epoxy.*

Thermosetting epoxy memiliki warna *pre-mold* hitam. Resin ini digunakan hanya sebagai pembungkus, sehingga sinyal tidak bisa keluar atau masuk melewati *package*. *Thermosetting epoxy* memiliki keuntungan dan kerugian dibanding dengan resin lainnya, keuntungan adalah sebagai berikut:

- Akurasi ukuran bagus, hasil moldingan stabil karena *pressure* terjaga pada saat resin dikeraskan.
- Produktifitas tinggi, karena bisa memolding dalam jumlah besar dalam satu kali, dan waktu moldingnya juga singkat. Maka sangat tepat untuk membuat barang dalam jumlah besar dengan harga murah.
- Bisa untuk *low heat expansion resin*. Untuk mengubah menjadi *low heat expansion resin*, ditambahkan bermacam-macam campuran sehingga *viscosity*-nya menjadi tinggi dan sifat *filling*-nya menjadi rendah.

- Sangat fleksibel untuk disain dengan struktur *package* yang rumit.

Sedangkan untuk kerugian pemakaian *thermosetting epoxy* adalah sebagai berikut:

- Biaya mesin dan *dies* tinggi.
- Akurasi *dies* dan komponen presisi.
- Jangka waktu pengiriman panjang.
- Muncul bari di atas *dies*.

b. *Silicon Resin*

Silicon resin memiliki warna *pre-mold* biru. Resin ini tidak hanya bisa digunakan sebagai pembungkus, tetapi resin ini juga bisa meneruskan sinyal sehingga sinyal dapat keluar maupun masuk melalui *package*.

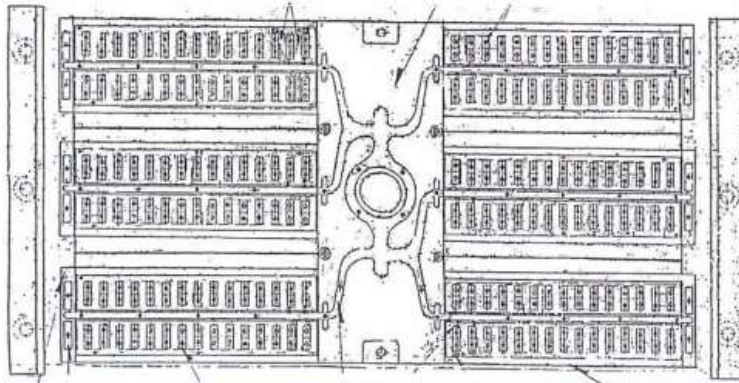


Gambar 4 *Silicon resin.*

4. Alat Produksi

a. Cetakan

Cetakan berfungsi sebagai tempat resin cair sekaligus bentuk hasil dari molding. Cetakan ini juga berfungsi untuk menempatkan *lead frame* sehingga resin mengisi *cavity* sesuai dengan posisi dari *lead*



Gambar 5 Desain cetakan (atas) dan cetakan pada mesin *transfer molding* (bawah).
frame. Desain dari cetakan digambarkan oleh Gambar 5.

b. Mesin *Auto Frame Loader*



Gambar 6 Mesin *auto frame loader* (AFL-02).

Mesin ini berfungsi untuk memindahkan *lead frame* dari *magazine* menuju ke *loader frame*. Mesin ini dilengkapi *heater* untuk *loader frame* dan *lead frame*. *Preheating* pada *loader frame* dan *lead frame* dapat memperpendek siklus dari proses molding.

c. Mesin *Auto Preheater*

Mesin ini digunakan untuk *preheating* resin untuk

memperpendek siklus proses *transfer molding*. Mesin ini diproduksi oleh Fuji Electronic Industrial Co., Ltd. dengan seri FDP-523M. Mesin ini dilengkapi dengan *Infrared Temperature Control System*. Resin biasanya dipanaskan sampai temperatur $\pm 95^{\circ}\text{C}$ (di bawah temperatur molding).



Gambar 7 Mesin *auto preheater* (APH-01).

d. Mesin *Transfer Molding*

Mesin *transfer molding* ini diproduksi oleh AZ Techno Co., Ltd. dengan model AZ-250. Mesin ini menggunakan sistem hidrolik sebagai pemberi tekanan pada *plunger* dan *clamp*. Hidrolik dipilih karena perawatannya yang mudah dan jika terjadi kebocoran mudah untuk memperbaikinya. Mesin ini juga dilengkapi oleh *heater*, karena proses *transfer molding* mengharuskan *cavity* dan *pot* dalam keadaan panas.



Tabel 2 Spesifikasi mesin *transfer molding* tipe AZ-250

<i>Minimum mold height</i>		460 mm	
<i>Floor space</i>		W1700×D1400 mm	
<i>Total height</i>	(<i>Press</i>)	<i>Approximately</i>	2580 mm
	(<i>Shutter</i>)	<i>Approximately</i>	2780 mm

Gambar 8 *Workspace* mesin *transfer molding* tipe AZ-250.

5. Proses Molding

a. Mempersiapkan *Lead Frame* dan Resin

Proses *molding* diawali dengan mempersiapkan *magazine* berisikan *lead frame* dan resin yang akan digunakan. *Lead frame* yang sudah dilakukan proses *wire bonding QC* biasanya disimpan pada *desiccator*, maka untuk mempersiapkan *lead frame* dapat mengambilnya di *desiccator*. Kemudian memilih jenis resin yang akan digunakan, *thermosetting epoxy* atau *silicon resin*. Setelah membuka bungkus dari resin, harus cepat digunakan karena resin memiliki waktu kedaluwarsa yang disebabkan oleh perubahan molekul karena temperatur.

b. *Frame Loading*

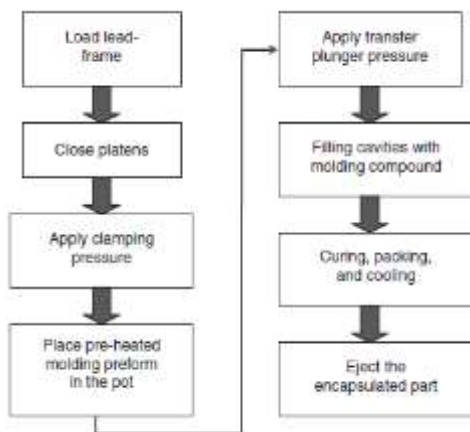
Magazine yang berisi *lead frame* dimasukkan ke mesin *auto frame loader*. *Lead frame* akan dipindahkan oleh mesin dan ditempatkan serta disusun pada *loader frame*. Selama proses tersebut, juga dilakukan *preheater* pada *lead frame*.

c. *Resin Preheating*

Resin yang berbentuk tablet tebal diletakkan pada *roller electrode*. Kemudian tutup *hood* untuk menjaga temperatur. Setting temperatur sebesar $\pm 95^{\circ}\text{C}$ dan waktu selama 32 detik. Setelah 32 detik, maka *hood* akan terbuka dan resin yang melunak dapat diproses *molding*.

<i>Shipping height</i>		<i>Approximately</i>	2075 mm
<i>Working surface height</i>		<i>Approximately</i>	960 mm
<i>Weight</i>		<i>Approximately</i>	8 ton
<i>Die space</i>		W810×D900 mm	
<i>Daylight</i>		730 mm	
<i>Clamp stroke</i>		270 mm	
<i>Transfer stroke</i>		300 mm	
<i>Ejection stroke</i>		W400×D160	28~48 mm
		W495×D160	0~70 mm
		W620×D160	0~70 mm
		W780×D160	0~70 mm
<i>Clamp force</i>		2500 kN	
<i>Transfer force</i>	<i>Down</i>	10~50 kN	
	<i>Up</i>	60 kN	
<i>Ejection Force</i>		1150 kN	
<i>Clamp speed</i>	<i>Fast close</i>	85 mm/sec	
	<i>Slow close</i>	1~20 mm/sec	
	<i>Very slow open</i>	0,1~1,0 mm/sec	
	<i>Slow open</i>	1~20 mm/sec	
	<i>Fast open</i>	90 mm/sec	
<i>Transfer speed</i>	<i>Fast down</i>	120 mm/sec	
	<i>Slow down</i>	1,0~20 mm/sec	
	<i>Fast up</i>	120 mm/sec	
<i>Hydraulic</i>	<i>Hydraulic oil amount</i>	120 liter	
	<i>Motor</i>	3,6 kW	
<i>Cooling water</i>	<i>Water flow</i>	10 liter/m or more	
	<i>Water temperature</i>	25°C or less	
<i>Electric</i>	<i>Heater capacity</i>	1 kW per wire 20 Kw in total	
	<i>Heater socket</i>	JINBO 1030	
	<i>Thermocouple</i>	CA tipe PT1/8×Ø4,8	
	<i>Sensbey</i>	<i>Open type</i> Ø8×55 (MS-O300)	

d. *Transfer Molding*



Gambar 9 Urutan dari proses *transfer molding* (Ardebili & Pecht, 2009).

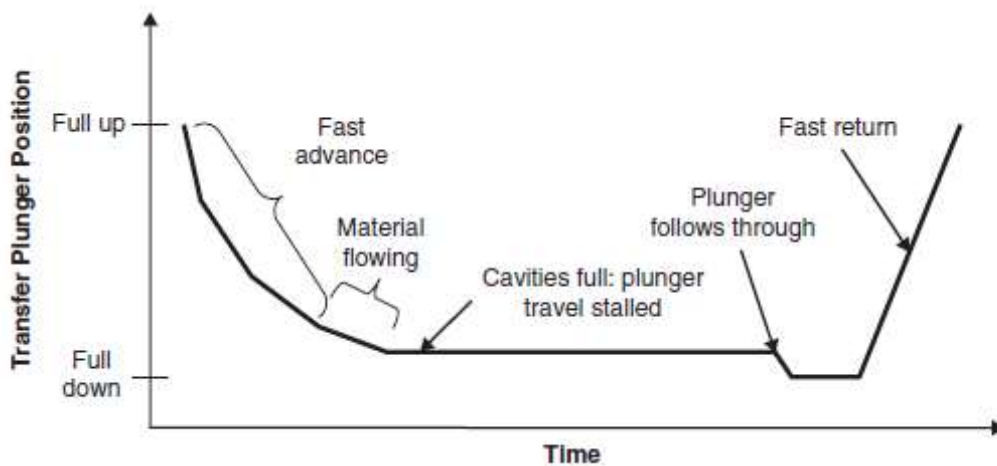
Loader frame yang berisi *lead frame* diletakkan pada cetakan (khusus *silicon resin*, cetakan harus diberi *mold release spray* yang bertujuan untuk mempermudah melepas *lead frame* dari cetakan). Kemudian *clamp* akan menutup dan menekan cetakan dan *lead frame* dengan tekanan sebesar ± 2500 kN atau $\pm 17,5$ MPa. Setelah tekanan tercapai, masukkan resin ke dalam *pot*. Pada *clamp*, terdapat beberapa

elektroda sebagai heater. Temperatur clamp berkisar pada 150-180°C.

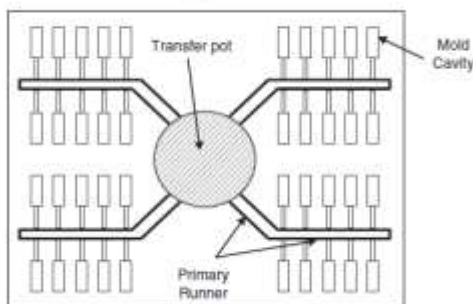


Gambar 10 *Plunge pressure* (kanan) dan *clamp pressure* (kiri).

Kemudian *plunger* menekan resin dengan tekanan sebesar 20 kN atau 4 MPa. Resin kemudian mengalir melewati *runner* dan *gate*, lalu masuk ke dalam *cavity*. Setelah *cavity* terisi penuh oleh resin, maka resin akan mengalami proses *curing*, *packing*, *cooling*, dan *solidification*.



Gambar 11 Pergerakan dari *plunger* (Rubin, 1990).



Gambar 12 Rute aliran resin.

Clamp dan cetakan terbuka perlahan, yang disebut dengan *slow breakaway*. Setelah cetakan terbuka sepenuhnya, *ejector pin* akan mendorong *lead frame* yang sudah terbungkus oleh resin terlepas dari cetakan. Pada saat proses pendorongan, resin sudah cukup keras karena proses *curing*, *packing*, *cooling*, dan *solidification* selama proses *slow breakaway*.

Beberapa parameter dalam proses *transfer molding* harus dikontrol untuk memastikan hasil yang optimal. Parameter ini meliputi temperatur cetakan, *transfer pressure*, *mold-clamping pressure*, dan waktu untuk mengisi *cavity* sampai penuh.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa dan pengamatan yang telah dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Proses produksi *new remocoin* dimulai dari proses *die bonding*, *curing oven*, *wire bonding*, *wire bonding QC*, *transfer molding*, *hardening*, *resin cutting*, *remove remain cutting*, *tie bar cutting*, *solder dipping*, *drying*, *casing*, *marking*, *cutting forming*, *electrical*

- inspection*, *visual inspection*, *packing*, dan yang terakhir *out going inspection* sebelum dikirim kepada konsumen.
2. Proses *transfer molding* bertujuan untuk membuat *package* yang berfungsi melindungi *chip* dan *wire* dari lingkungan luar, melindungi dari koneksi listrik dengan luar, melepaskan panas dari dalam, dan memudahkan dalam proses perakitan.
 3. Resin yang digunakan harus mengandung komposisi *cresol novolac epoxy resin* (25.5-29.5%), *accelerator*, *curing agent*, *inert filler* (68-72%), *flame retarder* (2%), *mold-release agent*, dan *colorant* (0.5%).
 4. Resin yang digunakan adalah *thermosetting epoxy* dan *silicon resin*.
 5. Alat produksi yang digunakan yaitu *mold* (cetakan), mesin *auto frame loader*, mesin *auto preheater* tipe FDP-523M, dan mesin *transfer molding* tipe AZ-250.
 6. Proses *molding* pada *new remocon* adalah sebagai berikut:
 - a) Mempersiapkan *lead frame* dan resin.
 - b) Masukkan *lead frame* ke mesin *auto frame loader*.
 - c) Panaskan resin menggunakan mesin *auto preheater* tipe FDP-523M.
 - d) Letakkan *lead frame* pada cetakan.
 - e) *Clamp* menutup dan menekan *frame loader* dengan gaya sebesar 2500 kN dan Temperatur *clamp* berkisar pada 150-180°C.
 - f) Masukkan resin ke dalam *pot*.
 - g) *Plunger* menekan resin dengan gaya sebesar 1150 kN.
 - h) Resin mengalir melewati *runner* dan *gate*, lalu mengisi *cavity*.
 - i) Resin mengalami proses *curing*, *packing*, *cooling*, dan *solidification*.
 - j) *Clamp* dan cetakan terbuka secara *slow breakaway*.
 - k) *Ejector pin* mendorong dan melepaskan *lead frame*.
 - l) *Visual inspection* hasil *molding*.
 7. Parameter proses *transfer molding* meliputi temperatur cetakan, *transfer pressure*, *mold-clamping pressure*, dan waktu untuk mengisi *cavity* sampai penuh.
- Sedangkan untuk saran yaitu:
1. Ukuran bahan baku resin yang akan diproduksi sebaiknya diperkecil mendekati ukuran sesuai yang dibutuhkan. Agar setiap siklus *molding* tidak terlalu banyak membuang material bekas resin atau *resin cull* karena tidak bisa dimanfaatkan kembali.
 2. Pada mesin *transfer molding* ditambahkan sensor pada *clamp* untuk meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja karena terjepit *clamp*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, D. A., & Wibowo, A. A. (2021). Teknologi Enkapsulasi: Teknik dan Aplikasinya. *Jurnal Teknologi Separasi*.
- Amstead, B. ., Ostwarld, P. F., Begeman, M. L., & Djaprie, S. (1981). *Teknologi Mekanik* (7th ed.). Erlangga.
- Ardebili, H., & Pecht, M. G. (2009). *Encapsulation Technologies for Electronic Applications* (J. J. Licari (ed.); 1st ed.). Elsevier.
- Rubin, I. I. (1990). *Handbook of Plastic Materials and Technology* (I. I. Rubin (ed.); 1st ed.). John Wiley &

Sons Inc.
<https://doi.org/10.1002/pi.4990250>
218

Whelan, T., & Goff, J. (1990). *Molding of Thermosetting Plastics*. Van Nostrand Reinhold.
<https://doi.org/10.1007/978-1-4615-9759-9>