

# Optimalisasi Variabel Pick and Place untuk Meningkatkan Output Proses Die Attach pada Fabrikasi Chip RFID

Daniel A.S.<sup>1</sup>, Aditya Gautama D<sup>1\*</sup>, Dwi Imam M<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

\*Email: adityagautama@polibatam.ac.id

**Abstract**—Pengaplikasian teknologi dapat mempermudah manusia dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu teknologi ini adalah RFID. Pada pembuatan chip RFID, timbul masalah pada proses *pick and place* yaitu terdapat beberapa variabel *set up* mesin yang kurang optimal, kendala tersebut membuat mesin kurang efisien dalam waktu dan kualitas, sehingga dilakukan optimalisasi variabel-variabel tersebut. Proses optimalisasi pada penelitian ini tidak hanya mempertimbangkan *cycle time* yang minimum tetapi juga kualitas produk yang dihasilkan. Oleh karena itu pada tahap awal percobaan dicari selang nilai dari variabel-variabel yang akan dioptimalisasi. Pada selang ini produk yang dihasilkan masih masuk ke dalam spesifikasi kualitas yang telah ditentukan. Langkah selanjutnya adalah proses optimalisasi *cycle time* menggunakan *Design of Experiment* dengan metode RSM. Tujuannya meminimalisasikan *cycle time* sehingga produk dapat lebih banyak diproduksi tanpa mengorbankan kualitas. Hasil dari metoda ini adalah *cycle time* selama 3,188 detik dari yang sebelumnya 4,9 detik. Diketahui pada satu *leadframe* terdapat 36 chip. Sehingga total waktu *pick and place* menurun menjadi 1,91 menit per *leadframe* (3,188x 36). Untuk perhitungan waktu *die attach* ditambah *pick and place* per *leadframe* adalah = 1,91 menit + 1,30 menit (*epoxy application*) + 1 menit (*handling*) + 0,35 menit (*inspection*) = 4,56 menit. Dari hasil perhitungan ini akan diperoleh UPH 13 *leadframe*, meningkat sebanyak 2 *leadframe* dari sebelumnya.

**Keyword:** *pick and place*, DoE, UPH

## I. PENDAHULUAN

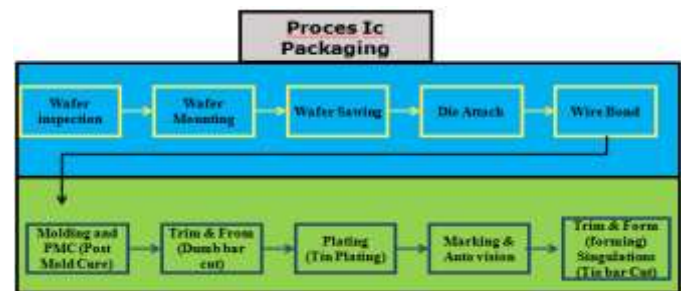
TEKNOLOGI RFID berfungsi sebagai identifikasi yang dapat menyimpan dan mengambil data jarak jauh dengan menggunakan gelombang radio berisi informasi yang disimpan secara elektronik yang dapat dipasang pada produk atau makhluk hidup [1][2]. Meningkatnya kebutuhan atas teknologi ini menyebabkan dalam proses pengemasannya dibutuhkan waktu yang efisien untuk mendapatkan jumlah *output* yang maksimal untuk melayani peningkatan kebutuhan tersebut [3].

Penelitian ini dilakukan di *Teaching Factory Manufacturing of Electronics* yang merupakan fasilitas manufaktur elektronika semikonduktor yang ada di Politeknik Negeri Batam. TFME dibagi atas tiga divisi yaitu manufaktur pengemasan IC,

manufaktur PCB dan manufaktur perakitan komponen. Fokus penelitian ini adalah optimalisasi waktu fabrikasi chip untuk RFID pada bagian *die attach* yang menggunakan mesin ROYCE DE 35 ST yang dilakukan pada divisi manufaktur pengemasan IC.

## II. DASAR TEORI

Proses pengemasan IC terdiri dari beberapa tahap yang dapat dilihat pada gambar 1 di bawah. Pertama-tama dilakukan *wafer inspection* untuk dicek apakah ada *defect* atau *crack* pada *wafer*. Tahap kedua adalah *wafer mounting* dimana *wafer* diberi laminasi dan dipasang pada sebuah *ring frame*. Tahap ketiga adalah *wafer sawing* dimana *wafer* dipotong menjadi ukuran chip yang diinginkan. Tahap keempat adalah *die attach* dimana chip akan dilekatkan ke *leadframe*. Setelah dilekatkan akan ada pengeringan *epoxy* yang disebut *epoxy curing*. Tahap keempat adalah *wire bond* dimana kaki chip dihubungkan dengan kaki *leadframe*. Tahap kelima adalah *molding and PMC* dimana senyawa *mold* digunakan untuk melapisi chip. Tahap keenam adalah *trim and form* dimana *dambar* yang mengisolasi kaki *leadframe* dihilangkan. Tahap ketujuh adalah *plating* dimana kaki *leadframe* dilapisi timah solder. Tahap kedelapan adalah *marking* dan *auto vision* dimana paket diberi kode industri. Tahap terakhir adalah *trim & formsingulation* dimana paket dipisahkan dari *lead frame strip* [4].

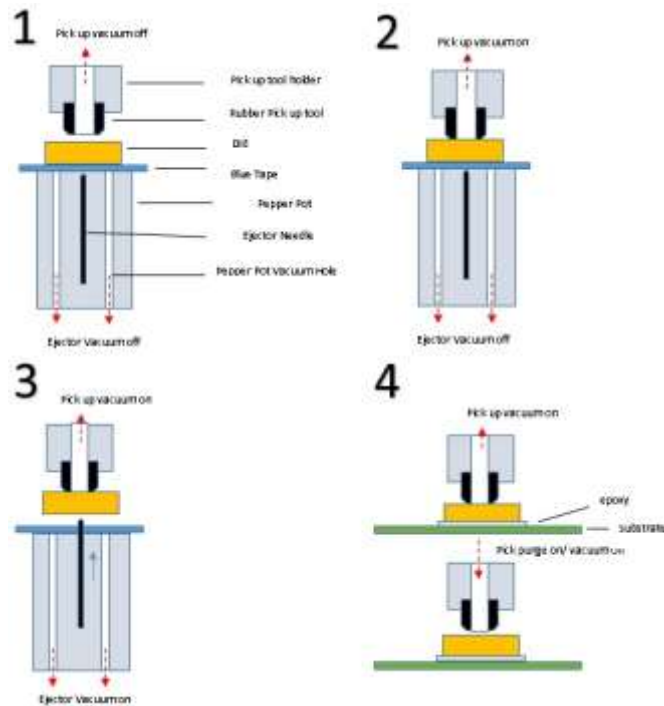


Gambar 1. Proses flow IC packaging

Fokus penelitian ini adalah pada tahapan *pick and place* yang merupakan bagian dari *die attach*. Tahapan *pick and place* menggunakan mesin Royce DE 35 ST dapat dibagi menjadi 4 yaitu [5]:

1. *Arm bond* bergerak ke posisi pengambilan/*pick up* dan mengaktifkan *pick up* vakum saat mencapai posisi pengambilan *pick up*. Kemudian *needle/ejector* akan naik untuk mendorong *die* dengan waktu jeda (*lift needle delays*). Pada saat yang bersamaan vakum pada *ejector peperpot* aktif untuk menahan *die* supaya tidak terdorong dan tertahan pada posisinya.
2. Selanjutnya *arm bond* akan mengangkat *die* sesuai dengan pengaturan nilai ketinggian pengambilan dalam waktu satu detik (*lift to search height*),
3. Tahap berikutnya *arm bond* bergerak memindahkan *die* ke posisi peletakan dan turun ke posisi sesuai dengan nilai pengaturan ketinggian peletakannya,
4. Setelah turun pada posisi peletakannya vakum akan berhenti dan kemudian memberikan tiupan (*purge picks*) bersamaan dengan jeda waktu penempatan (*delay after places*)

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 2, di bawah.



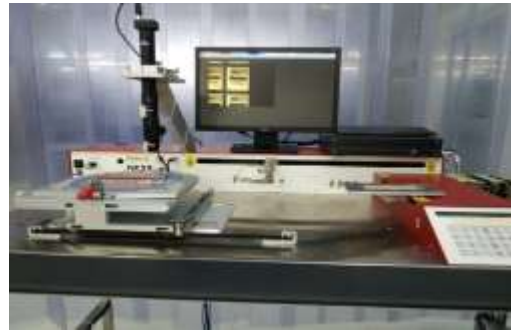
Gambar 2. Tahapan *pick and place*

Berdasarkan penjelasan di atas maka variabel yang akan di optimalisasi adalah :

1. *Lift needle delay*
2. *Lift search height*
3. *Purge pick up*
4. *Delay after place*

Mesin Royce DE 35 ST adalah mesin *pick and place* yang bekerja secara semi-otomatis yang berfungsi untuk

memindahkan *chip* ke atas permukaan *die pad* dengan ukuran 0.006 inch sampai 0.1 inch. Mesin menggunakan konfigurasi standar pengambilan *chip* dengan cara didorong menggunakan *needle* bersamaan dengan *nozzle* yang menhisap *chip* dengan *vacum*.



Gambar 3. Mesin Royce DE 35 ST

### III. METODE

Metode *Design of Experiment* (DOE) adalah salah satu metoda statistik yang kompleks dan berguna. Pada metoda ini variabel *input* pada sebuah proses diubah agar perubahan pada respon output dapat diamati.

Ada berbagai macam pendekatan metoda DOE. Pada penelitian ini digunakan metoda *one-shot response surface methods* (RSM). Metoda ini dipilih karena pengambilan data yang menunjang, model yang dihasilkan memiliki akurasi yang baik, dan berguna untuk melakukan optimalisasi pada sistem yang didesain [6][7][8].

Pada semua metoda RSM, variabel yang akan di optimalisasi harus bersifat kontinu. Variabel yang bersifat kategorikal tidak dapat digunakan dengan metoda ini. Karakteristik dari metoda *one-shot* RSM adalah (1) sebuah desain eksperimen (D), (2) vector yang menspesifikasikan nilai tinggi (H) dan nilai rendah (L) dari masing-masing variable [6][7].

Tahapan dari metoda ini adalah sebagai berikut :

- a. Tentukan variabel yang akan dipilih dan *rangeny*a (H dan L).
- b. Tentukan *experimental design* yang akan digunakan
- c. Tentukan skala dari *experimental design* yang akan digunakan berdasarkan *range*
- d. Bangun dan tes prototipe dari D. Catat respon dari setiap *run* (n) dalam vektor Y.
- e. Bentuk desain matriks X, berdasarkan skala desain D. Lalu hitunglah koefisien regresi  $\beta_{est} = A \cdot Y$
- f. Plot model prediksi,  $y_{est}(x)$  untuk prototipe output sistem
- g. Lakukan optimisasi menggunakan model prediksi sehingga diperoleh hasil yang diinginkan.

Pada penelitian ini ada empat variabel yang akan digunakan yaitu *lift needle delay*, *lift search height*, *purge pick up*, dan *delay after place*. *Range* dari masing variebel diperoleh dari hasil percobaan dan diskusi dengan tenaga ahli. Hasilnya adalah sebagai berikut :

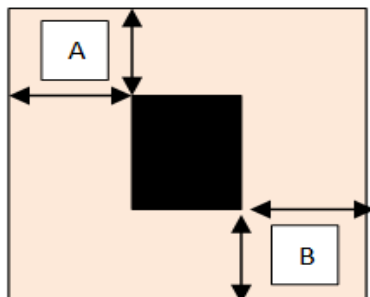
- a. *Lift needle delay* memiliki *range* 0,3 – 0,8 s
- b. *Lift search height* memiliki *range* 7000-8000  $\mu\text{m/s}$
- c. *Purge pick up* memiliki *range* 0,1-0,8 s
- d. *Delay after place* memiliki *range* 0,1 – 0,8 s

Percobaan dilakukan dengan mengubah-ubah satu nilai variabel sementara variabel lainnya ditahan tetap serta dilihat kualitas produknya. Tabel I, dari [5], di bawah memperlihatkan salah satu contoh percobaan untuk mencari *range* bagi *lift search height*.

TABEL I  
PERCOBAAN PENENTUAN RANGE LOFT SEARCH HEIGHT

Parameter	Lift needle delay (s)	Lift search height (um/s)	Purge Pick up (s)	Delay after place (s)	Cycle Times (s)	X (um)	Y (um)	Keterangan
Run 1	0,700	1000	0,700	0,700	4,820	435.6	329	Tidak Baik
Run 2	0,700	2000	0,700	0,700	4,830	435.9	328	Tidak Baik
Run 3	0,700	3000	0,700	0,700	4,850	435.1	329	Tidak Baik
Run 4	0,700	4000	0,700	0,700	4,860	562.1	365	Tidak Baik
Run 5	0,700	5000	0,700	0,700	4,830	562.4	365	Tidak Baik
Run 6	0,700	6000	0,700	0,700	4,870	562.7	364	Tidak Baik
Run 7	0,700	7000	0,700	0,700	4,860	433.6	382	Baik
Run 8	0,700	8000	0,700	0,700	4,850	433.4	382	Baik

Penentuan baik atau tidak baik dilakukan berdasarkan perbandingan antara pergeseran *chip* dengan titik nol penempelan *chip* X: 438  $\mu\text{m}$ , Y: 388  $\mu\text{m}$  dengan toleransi +10  $\mu\text{m}$  dan -10  $\mu\text{m}$  dari titik nol penempelan *chip*. Pengaturan variabel dinyatakan baik jika hasil pengukuran pergeseran masih terletak di dalam batas toleransi yang ditentukan. Sementara jika pengukuran pergeseran *chip* melebihi toleransi yang ditentukan maka dinyatakan tidak baik. Untuk lebih jelas, permasalahan ini dapat dilihat pada gambar 4, dari [5] di bawah.



Gambar 4. Penempatan *chip* pada *die pad*

Gambar 4 menunjukkan posisi ideal penempatan *chip* (tepat di tengah *die pad*) pada *die pad* yang telah disediakan. Kotak hitam menunjukkan ukuran *chip* yaitu: X=500  $\mu\text{m}$ , Y=600  $\mu\text{m}$  dan bidang berwarna *cream* merupakan luas *die pad* yaitu: X=1376 $\mu\text{m}$ , Y=1376 $\mu\text{m}$ . Untuk poin A dan poin B di atas menunjukkan titik nol antara *chip* dan *die pad*, maka selisih *die pad* dengan *chip* adalah X: 438  $\mu\text{m}$ , Y: 388  $\mu\text{m}$  titik nol untuk memulai pengukuran, dengan toleransi pergeseran *chip* +10  $\mu\text{m}$ , -10 $\mu\text{m}$  dari titik nol peletakan *chip*, sehingga *lower* X: 428  $\mu\text{m}$ , *upper* X: 448  $\mu\text{m}$  dan *lower* Y: 378  $\mu\text{m}$ , *upper* Y: 398  $\mu\text{m}$ , jika pengukuran lebih atau kurang dari toleransi yang ditentukan maka hasil peletakan NG atau tidak baik. Berdasarkan hasil ini dapat disusun level dari masing-masing variabel yang dapat dilihat pada tabel II berikut [5].

TABEL II  
VARIABEL DAN LEVEL PADA RSM

Parameter	Lift needle delay (s)	Lift search height (um/s)	Purge Pick Up (s)	Delay After Place (s)
Low	0,300	7800	0,100	0,100
Medium	0,550	7900	0,400	0,400
High	0,800	8000	0,800	0,800

Pada penelitian ini terdapat 3 level, maka nilai  $\alpha_c = 1$ . Hal ini akan digunakan pada tabel *experimental design* yang dapat dilihat di tabel III di bawah.

TABEL III  
RSM EXPERIMENTAL DESIGN CCD

Run	X1	X2	X3	X4
1	-1	1	-1	-1
2	-1	1	-1	1
3	0	0	0	0
4	1	-1	-1	-1
5	1	-1	1	-1
6	-1	1	1	-1
7	-1	1	1	1
8	1	1	1	1
9	1	1	1	-1
10	-1	-1	1	-1
11	-1	-1	-1	-1
12	1	-1	1	1
13	0	0	0	0
14	0	0	0	0
15	-1	-1	-1	1
16	0	0	0	0
17	1	1	1	1
18	1	-1	-1	1
19	1	1	-1	-1
20	-1	-1	1	1
21	0	0	0	0
22	0	0	0	$\alpha C$
23	0	- $\alpha C$	0	0
24	0	0	0	- $\alpha C$
25	0	0	0	0
26	- $\alpha C$	0	0	0
27	0	$\alpha C$	0	0
28	0	0	- $\alpha C$	0
29	0	0	$\alpha C$	0
30	$\alpha C$	0	0	0

Pada tabel III di atas, nilai 1 berarti *level high*, nilai 0 berarti *level medium*, dan nilai -1 berarti *level low*. Tabel ini akan diisi dan dijalankan pada *software* minitab.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah semua data dari bab III dimasukkan dan diolah pada minitab, maka diperoleh beberapa hasil. Hasil pertama adalah persamaan model regresi yang dihasilkan dari DOE. Persamaan regresi tersebut dapat digunakan untuk menghitung *cycle time* pada proses *die attach*. Persamaan ini lah yang diminimasi oleh metoda RSM *one shot*. Model regresi ini memiliki nilai R-sq ( $R^2$ ) sebesar 94,41%. Nilai R-sq menyatakan seberapa baik model mengestimasi data, semakin mendekati nilai 100% maka semakin baik. Maka disimpulkan data sudah dapat diestimasi dengan baik oleh model regresi yang dihasilkan, persamaan model regresi dapat dilihat pada persamaan 1 di bawah [9][8].

$$\begin{aligned}
 \text{Cycle time} = & 46,7 + 1,29x_1 - 0,01136x_2 - 0,52x_3 \\
 & - 3,65x_4 + 0,37x_1^2 + 0,000001x_2^2 \\
 & - 2,025x_3^2 + 1,625x_4^2 - 0,000157x_1x_2 \\
 & + 0,632x_1x_3 + 0,404x_1x_4 + 0,000357x_2x_3 \\
 & + 0,000386x_2x_4 + 0,22x_3x_4
 \end{aligned} \tag{1}$$

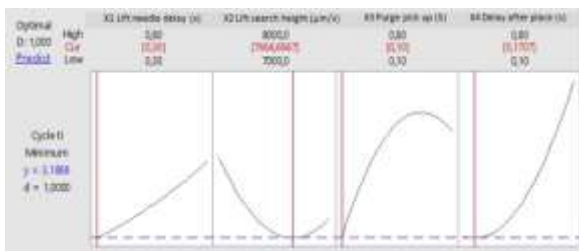
Pada persamaan 1 di atas, variabel  $x_1$  adalah *lift needle delay*, variabel  $x_2$  adalah *lift search height*, variabel  $x_3$  *purge pick up*, dan variabel  $x_4$  adalah *delay after place*.

Hasil kedua adalah hasil optimisasi dari variabel penelitian ini. Nilai variabel dan *cycle time* yang optimal adalah :

- a. Nilai optimal untuk *lift needle delay* adalah 0,3 detik.
- b. Nilai optimal untuk *lift search height* adalah 7666,67 $\mu$ m/s.
- c. Nilai optimal untuk *purge pick up* adalah 0,1 detik.
- d. Nilai optimal untuk *delay after place* adalah 0,17 detik.
- e. Nilai optimal untuk *cycle time* adalah 3,189 detik

Luaran terakhir adalah grafik optimisasi untuk masing-masing variabel. Grafik ini dapat dilihat pada gambar 5. Pada gambar ini dapat dilihat nilai optimal adalah pada titik perpotongan antara garis merah dan biru.

Jika dibandingkan dengan *setup* alat sebelumnya yang memiliki *cycle time* 4,9 detik sudah ada penurunan menjadi kurang lebih 3,2 detik. Waktu ini adalah per-*chip*. Dalam satu *leadframe* ada 36 *chip* dapat dilihat pada gambar 6. Sehingga sebelum optimisasi waktu *pick and place* untuk seluruh *leadframe* adalah 2,94 menit dan setelah optimisasi menjadi 1,91 menit.



Gambar 5. Grafik Optimal untuk Setiap Variabel

Jika dihitung secara keseluruhan untuk proses *die attach*, maka:

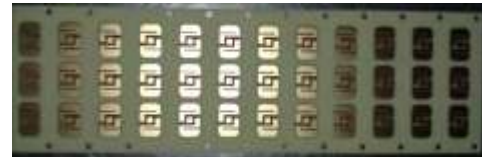
- a. Untuk proses sebelum optimisasi:

*Die attach* (5,59 menit) = *pick and place* (2,94) + *epoxy application* (1,3) + *handling* (1) + *inspection* (0,35)

- b. Untuk proses setelah optimisasi:

*Die attach* (4,56 menit) = *pick and place* (1,91) + *epoxy application* (1,3) + *handling* (1) + *inspection* (0,35)

Selanjutnya jika dikonversi ke satuan *Unit per Hour* (UPH) maka hasil setelah optimisasi diperoleh 13 *leadframe* per jam dari sebelumnya 11 *leadframe* per jam.



Gambar 6. Leadframe

V. KESIMPULAN

Ada beberapa hal yang dapat disimpulkan dari penelitian ini. Pertama adalah optimisasi dari proses *pick and place* menggunakan metoda DOE RSM *one-shot* berhasil meningkatkan output dari 11 *leadframe* per jam menjadi 13 *leadframe* per jam. Kedua nilai optimal untuk variabel proses *pick and place* yang diperoleh untuk *lift needle delay* 0,3 detik, untuk *lift search height* 7666,67 $\mu$ m/s, untuk *purge pick up* 0,1 detik, untuk *delay after place* 0,17 detik, dan untuk *cycle time* 3,189 detik. Ketiga model regresi yang dihasilkan memiliki R-sq sebesar 94,41% yang menyatakan model sudah dengan baik dapat merepresentasikan data. Keempat optimisasi dilakukan tanpa mengorbankan kualitas *chip*.

REFERENSI

- [1] S. F. Wamba, A. Anand, dan L. Carter, "RFID Applications, Issues, Methods and Theory: A Review of the AIS Basket of TOP journals," *Procedia Technol.*, vol. 9, hal. 421–430, Jan 2013, doi: 10.1016/j.protcy.2013.12.047.
- [2] F. Chetouane, "An overview on RFID technology instruction and application," in *IFAC-PapersOnLine*, Mei 2015, vol. 28, no. 3, hal. 382–387, doi: 10.1016/j.ifacol.2015.06.111.
- [3] C. C. Lee, C. T. Li, C. L. Cheng, dan Y. M. Lai, "A novel group ownership transfer protocol for RFID systems," *Ad Hoc Networks*, vol. 91, hal. 101873, Agu 2019, doi: 10.1016/j.adhoc.2019.101873.
- [4] W. J. Greig, *Integrated circuit packaging, assembly and interconnections*. Springer US, 2007.
- [5] D.A. Sinaga, "Optimalisasi Parameter Pick and Place untuk Meningkatkan Output Produk," Politeknik Negeri Batam, Batam, 2019.
- [6] A. K. Dewi, I. W. SUMARJAYA, dan I. G. A. M. SRINADI, "Penerapan Metode Permukaan Respons Dalam Masalah Optimalisasi," *E-Jurnal Mat.*, vol. 2, no. 2, hal. 32, Mei 2013, doi: 10.24843/mtk.2013.v02.i02.p035.
- [7] Theodore T. Allen, "Introduction," in *Introduction to Engineering Statistics and Six Sigma*, Springer London, 2006, hal. 1–26.
- [8] S. K. Behera, H. Meena, S. Chakraborty, dan B. C. Meikap, "Application of response surface methodology (RSM) for optimization of leaching parameters for ash reduction from low-grade coal," *Int. J. Min. Sci. Technol.*, vol. 28, no. 4, hal. 621–629, Jul 2018, doi: 10.1016/j.ijmst.2018.04.014.
- [9] A. Nooraziah dan V. J. Tiagrajah, "A study on regression model using response surface methodology," in *Applied Mechanics and Materials*, 2014, vol. 666, hal. 235–239, doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.666.235.