



**ANALISA PERCOBAAN TERHADAP TINGKAT CACAT MALFORMBOND
(GOLF BALL) PADA PROSES WIRE BOND DI MESIN SINKAWA (UTC-WB)
DENGAN METODE ANOVA**

**EXPERIMENTS ANALYSIS OF MALFORMBOND DEFECT (GOLF BALL)
FOR WIRE BOND PROCESS IN SINKAWA MACHINE (UTC –WB) BY
ANOVA METHOD**

Afrian Syafitri¹, Vera Methalina Afma², Refdilzon Yasra³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri, Universitas Riau Kepulauan, Batam, Indonesia.

afrian22@gmail.com, vera.afma@gmail.com, refdilzon_y@yahoo.com

ABSTRAK

PT.Infineon Technologies merupakan salah satu perusahaan manufacturing dengan hasil produksi berupa *Integrated Circuit* (IC). PT. Infineon Technologies Batam membagi proses produksinya menjadi beberapa departement, salah satunya yaitu departement perakitan yang terdiri dari beberapa proses pula, dan salah satunya yaitu proses *wire bonding*. Pada proses *wire bonding* diperiode minggu ke 40 - 52 ditemui cacat *malformbond* yang berasal dari mesin Sinkawa (UTC-WB) dengan *wire size* 50 μ m. Dampak yang ditimbulkan dari cacat *malformbond* tersebut berpengaruh buruk dimana tingkat kualitas pada proses produksi sebesar 99,6 % yang diasumsikan bahwa 0,4 % adalah sebagai *reject part* yang di *scrab*. Cacat *malformbond* merupakan cacat yang sifatnya *un-reworkable* atau tidak dapat diperbaiki lagi. Cacat *malformbond* memberikan kontribusi sebesar 70% dari jumlah *reject* keseluruhan yang terjadi.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Analysis of Variance (ANOVA) yang digunakan untuk melihat perbandingan rata – rata beberapa kelompok. Tujuan analisa variansi adalah untuk menentukan apakah ada perbedaan antara beberapa perlakuan atau percobaan yang dilakukan hanyalah sebagai akibat dari variasi acak saja atautkah memang juga ada sumbangan dari variasi sistematis dalam jenis perlakuan untuk mengurangi jumlah cacat. Percobaan yang dilakukan adalah sebanyak 3 jenis, yaitu menaikkan parameter *wire tensioner*, penggunaan jig EFO untuk pemasangan electrode, dan menaikkan parameter *wire tensioner* serta menggunakan jig EFO.

Hasil dari penelitian ini adalah memilih salah satu dari 3 percobaan yang dilakukan untuk menunjukkan tingkat pencapaian *yield* yang lebih baik dibanding *yield* sebelum percobaan. Percobaan yang terpilih adalah percobaan 3 yaitu menaikkan parameter *wire tensioer* serta menggunakan jig EFO *electrode* yang hasilnya adalah peningkatan *yield* sebesar 1% menjadi 99.11% dari *yield* sebelum percobaan.

Kata kunci: *malformbond*, *yield*, ANOVA, tingkat cacat.

PT.Infineon Technologies is one of the manufacturing firms with produce *Integrated Circuit* (IC). PT. Infineon Technologies Batam divide the production process into several departments, one of which is assembly department that consists of several process anyway, and one of them is *wire bonding* process. In the process of *wire bonding* period of weeks to 40-52 found defective *malformbond* coming

from Sinkawa machibe (UTC-WB) with a wire size of 50 μm . The impact of the malformbond defects which adversely affect the level of quality in the production process 99,6% assumed that 0.4% is as reject part that in scrap. Malformbond defects are defects that are un-reworkable or cannot be repaired anymore. Malformbond defects accounted for 70% of the overall amount reject happened.

The method used in this research is Analysis of Variance (ANOVA) was used to compare the average some groups. The objective of variance analysis is to determine whether there are differences between treatments or experiments carried out only as a result of random variation alone or is also a contribution of variations systematically in this type of treatment to reduce the number of defects. Experiments carried out is as much as three types, namely raising the wire tensioner parameters, use jig for mounting EFO electrode, and raise the tensioner and wire parameters using a jig EFO.

The results of this research is to choose one of three experiments carried out to demonstrate the level of achievement of a better yield than the yield before the experiment. The experiments were selected were 3 trials of raising tensioner wire parameters using a jig EFO electrode and the result is increase yield from 1% to 99.11% of the yield before the experiment.

Keywords: malformbond, yield, ANOVA, defect rate.

PENDAHULUAN

Terhentinya suatu proses pada lantai produksi sering disebabkan adanya masalah pada mesin/peralatan produksi, mesin menghasilkan produk yang cacat pun merupakan salah satu penyebabnya. Banyak usaha dilakukan perusahaan untuk dapat mengendalikan hal tersebut dengan harapan cacat produk tidak terjadi lagi. Pengendalian terhadap banyaknya produk cacat yang dihasilkan dalam suatu proses produksi jika dilakukan dengan baik maka tingkat cacat produk yang dihasilkan akan rendah atau produk rusak yang terjadi akan sedikit.

PT. Infineon Technologies Batam merupakan perusahaan *manufacturing* dengan hasil produksi berupa *Integrated Circuit* atau lebih dikenal dengan IC. Hasil produksi dari PT. Infineon Technologies Batam dikirim ke berbagai perusahaan – perusahaan besar di bidang otomotif.

PT. Infineon Technologies Batam membagi proses produksinya menjadi beberapa departement, salah satunya yaitu departement perakitan yang terdiri dari beberapa proses pula, dan salah satunya yaitu proses *wire bonding*. Pada proses *wire bonding* diperiode minggu ke 40 - 52 ditemui cacat *malformbond* yang berasal dari mesin Sinkawa (UTC-WB) dengan

wire size 50 μm . Cacat *malformbond* memberikan kontribusi sebesar 70% dari jumlah *reject* keseluruhan yang terjadi. Dampak yang ditimbulkan dari cacat *malformbond* tersebut berpengaruh buruk dimana tingkat kualitas pada proses produksi sebesar 99,6 % yang diasumsikan bahwa 0,4 % adalah sebagai *reject part* yang di *scrap*. Cacat *malformbond* merupakan cacat yang sifatnya *un-reworkable* atau tidak dapat diperbaiki lagi. Berdasarkan latar belakang tersebut dilakukan percobaan berdasarkan penyebab potensial yang memberikan pengaruh terhadap tingkat cacat *malformbond* yang terjadi di mesin Shinkawa (UTC-WB) dengan *wire size* 50 μm yaitu dengan melakukan percobaan menggunakan *Jig EFO electrode* dan mengubah parameter *wire tensioner* dimana diharapkan percobaan – percobaan yang dilakukan akan memberikan dampak yang baik terhadap tingkat cacat *malformbond* yang terjadi di PT. Infineon Technologies Batam

LANDASAN TEORI

Design of Experiment

Perancangan percobaan adalah prosedur untuk menempatkan perlakuan ke dalam



satuan-satuan percobaan dengan tujuan utama untuk mendapatkan data yang memenuhi persyaratan ilmiah. Langkah-langkah dalam melakukan perancangan percobaan :

1. Mengenali dan memaparkan masalah yang akan dibahas
2. Pemilihan faktor dan level
3. Pemilihan respon variable
4. Pemilihan perancangan percobaan (*Design of Experiment*)
5. Analisis data
6. Kesimpulan dan rekomendasi

Dalam melakukan analisis data metode statistik harus digunakan dalam menganalisa data dari eksperimen yang telah dilakukan. Pada konsep ini ada dua ukuran yang digunakan yaitu

1. Pengukuran *defective* dan *yield* dengan variabel pengukurannya yaitu :

- a. *Proportion defect* merupakan persentase jumlah *unit/item* yang memiliki satu atau lebih cacat dibanding dengan total unit yang diproduksi dengan rumusan sebagai berikut :

$$DPU = \frac{\text{Quantity Reject}}{\text{Quantity input}} \times 100\% \quad (1)$$

- b. Final *yield* (Y_{final}) dihitung sebagai 1 dikurangi *proportion defect*. Ukuran *yield* mengindikasikan keefektifan dari sebuah proses untuk menghasilkan probabilitas produk yang bebas cacat yang disebut RFI (*Rolled Throughput Yield*) dengan rumusan $RFI = 1 - (\text{jumlah cacat/input}) * 100\%$

2. Ukuran *Defective* ($DPU = \text{Defect per unit}$)

Ukuran ini merefleksikan jumlah rata-rata dari *defect* semua jenis terhadap total *unit* yang dihasilkan. Rumusa DPU adalah sebagai berikut :

$$DPU = \frac{\text{jumlah defect yang terjadi}}{\text{jumlah total unit}} \quad (2)$$

Uji Statistik

Ada beberapa rumusan yang digunakan dalam menganalisa data diantaranya adalah sebagai berikut :

- a. Uji kecukupan data

$$N' = \frac{k/s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X^2} \quad (3)$$

Jika $N' \leq N$ maka data sudah cukup untuk melakukan perancangan

Jika $N' \geq N$, maka data belum cukup untuk melakukan perancangan

- b. Uji keseragaman data

Untuk mengetahui data yang digunakan seragam atau tidak maka dilakukan uji keseragaman data. Cara melakukan uji keseragaman data yaitu :

- a. Hitung rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad (4)$$

dimana :

\bar{X} : rata – rata

X_i : data ke-i

N : jumlah data

- b. Hitung SD (standar Deviasi) yang sebenarnya dari data

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (5)$$

- c. Hitung BKA dan BKB

$$BKA = \bar{X} + (2 \times SD) \quad (6)$$

$$BKB = \bar{X} - (2 \times SD) \quad (7)$$

Analysis of Variance (ANOVA)

Membandingkan satu rata-rata populasi dengan satu rata-rata populasi yang lain, selain memakan waktu juga beresiko mengandung kesalahan besar. Untuk itu memerlukan metode yang cepat dan beresiko mengandung kesalahan yang lebih kecil yakni dengan metode ANOVA (Analysis of Variance). Pada dasarnya, pola sampel dikelompokkan menjadi 2 kelompok :

- a. Seluruh sampel baik yang berada pada kelompok pertama sampai dengan yang ada dikelompok lain.
- b. Sampel yang ada pada kelompok yang satu berasal dari populasi yang berbeda

dengan populasi sampel yang ada dikelompok yang lain.

Tipe-tipe dalam ANOVA terbagi menjadi beberapa tipe :

- a. Anova 1 arah
- b. Anova 2 arah tanpa interaksi
- c. Anova 2 arah dengan interaksi

Langkah-langkah uji hipotesis dengan ANOVA

1. Mengumpulkan sampel dan mengelompokkannya berdasarkan kategori tertentu dengan menentukan hipotesis nol (H0) dan hipotesis alternatif (H1).

2. Menghitung variabilitas dari suatu sampel yang dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian :

a. *Total of Sum Squares (SS_t)* – jumlah kuadrat simpangan total merupakan jumlah kuadrat selisih antara skor individual dengan rata-rata totalnya.

$$SS_t = \sum X^2 - \frac{G^2}{N} \quad (8)$$

b. *Between treatments variability (SS_b)*- variabilitas antar kelompok merupakan variansi rata-rata kelompok sampel terhadap rata-rata keseluruhannya. Cara menghitung SS_b adalah sebagai berikut:

$$SS_b = \sum \frac{T^2}{n} - \frac{G^2}{N} \quad (9)$$

c. *Within treatment variability (SS_w)* – variabilitas antar kelompok merupakan variansi yang ada dalam masing-masing kelompok dan variansi ini tidak terpengaruh oleh perbedaan antar kelompok. Cara menghitung SS_w adalah sebagai berikut :

$$SS_w = SS_t - SS_b$$

3. Menghitung *degree of freedom* derajat kebebasan

Ada tiga jenis derajat kebebasan :

- a. Derajat kebebasan untuk SS_t
 $v_{SS_t} = N - 1 \quad (10)$

- b. Derajat kebebasan untuk SS_b
 $v_{SS_b} = k - 1 \quad (11)$

- c. Derajat kebebasan untuk SS_w
 $v_{SS_w} = \sum (N - 1) \quad (12)$

Derajat kebebasan juga memiliki sifat hubungan yang sama dengan sifat hubungan variabel yakni:

$$v_{SS_t} = v_{SS_b} + v_{SS_w} \quad (13)$$

4. Menghitung variance antar kelompok variance dalam kelompok

Variance dalam ANOVA baik antar kelompok maupun dalam kelompok sering disebut dengan deviasi rata-rata kuadrat (*mean square deviation*) dan dilambangkan dengan MS. Dengan demikian maka *mean square deviation* masing-masing dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$MS_b = \frac{SS_b}{v_{SS_b}} \quad (14)$$

$$MS_w = \frac{SS_w}{v_{SS_w}} \quad (15)$$

5. Menghitung nilai distribusi F (F_{hitung}) berdasarkan perbandingan variance antar kelompok dan variance dalam kelompok. Perhitungan F_{hitung} adalah sebagai berikut:

$$F_{hitung} = \frac{MS_b}{MS_w} \quad (16)$$

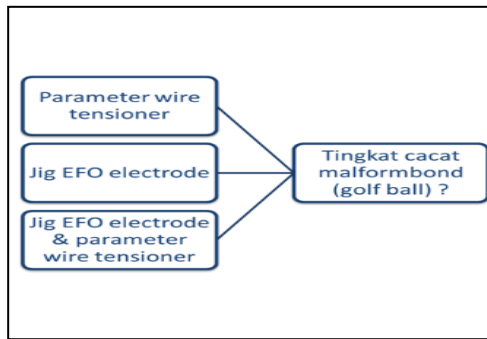
6. Membandingkan F_{hitung} dan F_{tabel} sebagai berikut :

Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$; Tolak H0

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$: Terima H0

METODE PENELITIAN

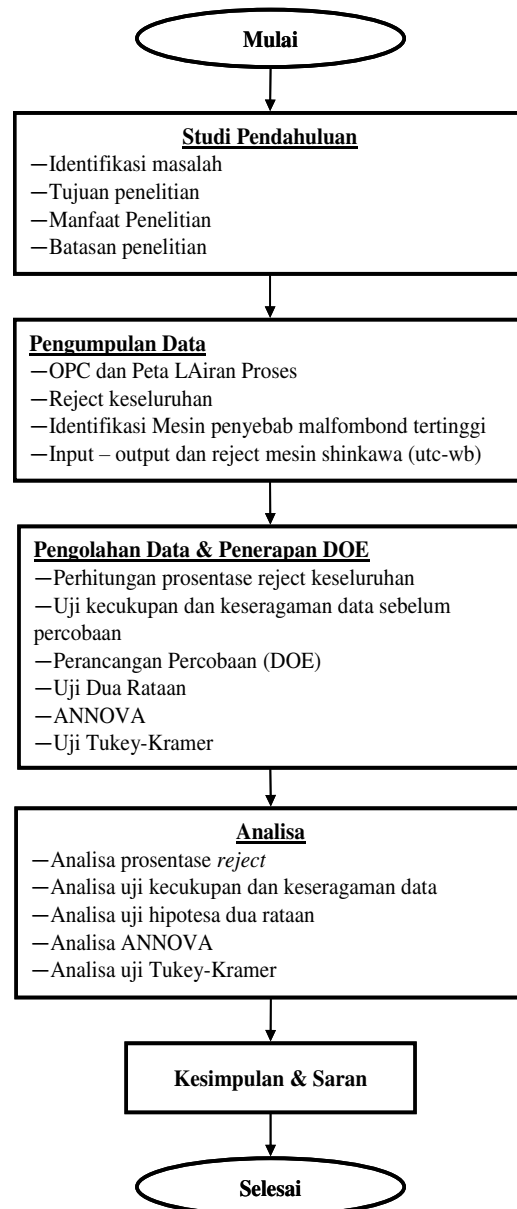
Objek dalam penelitian ini adalah produk cacat *malformbond* yang dihasilkan pada mesin Sinkawa (UTC-WB) dengan menggunakan *jig EFO electrode* dan menaikkan parameter *wire tensioner* dan menggunakan *wire size 50µm*. Penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh percobaan – percobaan yang dilakukan terhadap tingkat cacat *malformbond*. Model dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar.1 berikut.



Gambar.1 Model penelitian

1. Percobaan 1 → Meningkatkan parameter *wire tensioner*
2. Percobaan 2 → Menggunakan jig EFO untuk pemasangan *electrode*
3. Percobaan 3 → Kombinasi percobaan 1,2

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan peneliti dapat dilihat pada Gambar.2 berikut.



Gambar.2 Tahapan Penelitian

Adapun jenis data primer (utama) dan data sekunder (pendukung) dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Data *primer* yang didapatkan dengan melakukan pengamatan secara langsung di lapangan. Data utama dalam penelitian ini adalah kuantiti produk cacat pada sampel yang diambil pada mesin Sinkawa (UTC-WB) dengan *wire size* 50 μ m.
2. Data *sekunder* atau data pendukung, yaitu data pelengkap yang diperlukan

penulis untuk memudahkan analisa, penjelasan dan pembahasan masalah.

Adapun metode yang digunakan dalam penelitian dan pengumpulan data dalam penelitian ini adalah:

1. Studi Lapangan (*Field Research*)
Kegiatan studi lapangan adalah sebagai berikut:
 - a. Observasi
Yaitu suatu teknik pengumpulan data dengan mengamati secara langsung objek penelitian dengan melihat kegiatan yang ada hubungannya dengan objek yang diteliti.
 - b. Wawancara
 - c. Studi Kepustakaan
2. Dokumentasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pengumpulan data *reject* keseluruhan yang terjadi pada minggu 1340 - 1352, dimana *reject malformbond* berkontribusi sebanyak 70 % dari total *reject* pada proses *wire bonding*, seperti dilihat pada Tabel.1

Tabel.1 Data *reject* keseluruhan
Week 1340 - 1352

	Quantity	Percentage
Input	4726137	
Total Defect	76730	
Defect Malfombond	54025	70.4%
Reject Ratio		1.62%
Yield		98.38%
Yield Target		99.60%

Kemudian dikumpulkan data yang diambil pada minggu 1411-1412 yang dapat dilihat pada Tabel.2, dimana data ini diambil sebagai data awal sebelum melakukan percobaan pada salah satu mesin. Adapun mesin yang dijadikan objek pada percobaan yaitu mesin sinkawa (UTC-WB) WBS015 dengan *wire size* 50 μm .

Tabel.2 Data jumlah *reject* sebelum percobaan

Data	Sebelum percobaan	Data	Sebelum percobaan
1	68	16	35
2	30	17	39
3	133	18	80
4	54	19	58
5	50	20	69
6	56	21	78
7	55	22	57
8	132	23	59
9	96	24	33
10	135	25	58
11	82	26	68
12	65	27	66
13	20	28	30
14	41	29	24
15	11	30	36

Selanjutnya dilakukan percobaan dan pengambilan data sebagai berikut :

1. Percobaan 1 → Menaikkan parameter *wire tensioner*, pada minggu 1412 - 1413
2. Percobaan 2 → Menggunakan jig EFO untuk pemasangan *electrode*, pada minggu 1413 - 1414
3. Percobaan 3 → Kombinasi percobaan 1 dan 2, pada minggu 1414-1415.

Adapun data *reject* *malformbond* yang terjadi setelah percobaan – percobaan tersebut dapat dilihat pada Tabel.3 Tabel.4 dan Tabel.5 sebagai berikut :

Tabel.3 Data jumlah *reject* percobaan (*experiment*) 1



Data	Percobaan 1	Data	Percobaan 1
1	10	16	45
2	13	17	54
3	87	18	11
4	54	19	26
5	80	20	46
6	52	21	54
7	50	22	55
8	3	23	36
9	54	24	56
10	34	25	78
11	86	26	89
12	20	27	6
13	2	28	37
14	32	29	11
15	8	30	31

Tabel.4 Data jumlah *reject* percobaan (experiment) 2

Data	Percobaan 2	Data	Percobaan 2
1	88	16	66
2	59	17	15
3	20	18	47
4	23	19	49
5	26	20	30
6	74	21	38
7	14	22	54
8	72	23	90
9	46	24	36
10	31	25	34
11	81	26	52
12	84	27	100
13	71	28	56
14	34	29	64
15	100	30	38

Tabel.5 Data jumlah *reject* percobaan (experiment) 3

Data	Percobaan 3	Data	Percobaan 3
1	30	16	30
2	53	17	2
3	13	18	27
4	12	19	39
5	68	20	22
6	68	21	9
7	14	22	43
8	18	23	20
9	30	24	29
10	54	25	55
11	20	26	15
12	16	27	68
13	40	28	19
14	15	29	15
15	2	30	11

1. Uji kecukupan dan keseragaman data

a. Data *reject* malformbond sebelum percobaan

Dari Tabel.2 diketahui perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \sum x_i &= 1818 \\ \sum x_i^2 &= 139096 \\ \left(\sum_{i=1}^{30} x_i\right)^2 &= 3305124 \\ k = 2 \text{ dan } s &= 0,05 \\ N &= 30 \\ \text{Mean} &= 60.6 \\ SD &= 31.58 \end{aligned}$$

Untuk itu perhitungan uji kecukupan data sebelum percobaan sebagai berikut :

$$\begin{aligned} N' &= \frac{k/s \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x^2} \\ &= \frac{2/0.05 \sqrt{30.139096 - (1818)^2}}{1818} \\ &= 23.2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= x + K \cdot SD \\ &= 60.6 + (2 \times 31.58) = 135 \\ \text{BKB} &= x - K \cdot SD \\ &= 60.6 - (2 \times 31.58) = -3 \end{aligned}$$

Data *reject* malformbond setelah percobaan 1

Dari Table.3 diketahui perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \sum x_i &= 1220 \\ \sum x_i^2 &= 70046 \\ \left(\sum_{i=1}^{30} x_i\right)^2 &= 1488400 \\ k = 2 \text{ dan } s &= 0,05 \\ N &= 30 \\ \text{Mean} &= 40.6 \\ SD &= 26.54 \end{aligned}$$

Untuk itu perhitungan uji kecukupan data setelah percobaan 1 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} N' &= \frac{k/s \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x^2} \\ &= \frac{2/0.05 \sqrt{30.1488400 - (1220)^2}}{1220} \\ &= 20.4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BKA} &= x + K \cdot SD \\ &= 40.6 + (2 \times 26.54) \\ &= 94 \\ \text{BKB} &= x - K \cdot SD \end{aligned}$$

$$= 40.6 - (2 \times 26.54)$$

$$= 12$$

b. Data *reject* malformbond setelah percobaan 2

Dari Tabel.4 diketahui perhitungan sebagai berikut :

$$\sum x_i = 1592$$

$$\sum x_i^2 = 102960$$

$$\left(\sum_{i=1}^{30} x_i \right)^2 = 2534464$$

$$k = 2 \text{ dan } s = 0,05$$

$$N = 30$$

$$\text{Mean} = 53$$

$$SD = 25.24$$

Untuk itu perhitungan uji kecukupan data setelah percobaan 2 sebagai berikut :

$$N' = \frac{k/s \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x^2}$$

$$= \frac{2/0.05 \sqrt{30.102960 - (1592)^2}}{1592}$$

$$= 24$$

$$\text{BKA} = x + K \cdot SD$$

$$= 53 + (2 \times 25.24)$$

$$= 103$$

$$\text{BKB} = x - K \cdot SD$$

$$= 53 - (2 \times 25.24)$$

$$= 2$$

c. Data *reject* malformbond setelah percobaan 3

Dari Tabel.5 diketahui perhitungan sebagai berikut :

$$\sum x_i = 857$$

$$\sum x_i^2 = 35481$$

$$\left(\sum_{i=1}^{30} x_i \right)^2 = 734449$$

$$k = 2 \text{ dan } s = 0,05$$

$$N = 30$$

$$\text{Mean} = 28.57$$

$$SD = 19.47$$

Untuk itu perhitungan uji kecukupan data setelah percobaan 3 sebagai berikut:

$$N' = \frac{k/s \sqrt{N \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x^2}$$

$$= \frac{2/0.05 \sqrt{30.35481 - (857)^2}}{857}$$

$$= 19.53$$

$$\text{BKA} = x + K \cdot SD$$

$$= 28.57 + (2 \times 19.47)$$

$$= 68$$

$$\text{BKB} = x - K \cdot SD$$

$$= 28.57 - (2 \times 19.47)$$

$$= -10$$

Dari perhitungan uji kecukupan dan keseragaman data yang telah dilakukan pada percobaan 1,2 & 3 di dapati hasil pada Tabel.6 berikut :

Tabel.6 Kecukupan & keseragaman data percobaan

Percobaan	Kecukupan data	Keseragaman data
Percobaan 1	Cukup	Seragam
Percobaan 2	Cukup	Seragam
Percobaan 3	Cukup	Seragam

2. Uji hipotesa dua rataaan

Dari data pada Tabel 4.6 , 4.7, 4.8 & 4.9 didapat informasi mengenai besar variansi pada setiap percobaan dan sebelum percobaan. Pengujian kesamaan dua variansi yang dilakukan dapat dihitung sebagai berikut.

$$Z = \frac{(x_1 - x_2) - d_0}{\sqrt{\left(\frac{\sigma_1^2}{n_1}\right) + \left(\frac{\sigma_2^2}{n_2}\right)}}$$

$H_0 = \mu_1 - \mu_2 = d_0$; Perlakuan setelah percobaan sama dengan sebelum percobaan terhadap *reject*

$H_1 = \mu_1 - \mu_2 > d_0$; Ada perbedaan signifikan setelah perlakuan percobaan terhadap *reject*

Atau tolak H_0 hanya jika $Z > z_\alpha$ dimana ini didapat dari daftar distribusi $Z = 1.64$

a. Data sebelum percobaan terhadap data percobaan 1

Dari perhitungan pada Tabel.2 & Tabel.3 didapati *mean* sebelum percobaan dan *mean* percobaan 1 secara berturut – turut yaitu sebesar 60,6 dan 40,6 sedangkan standar deviasi nya secara berturut yaitu 31.6 dan 26.6. Agar uji dapat dilakukan perlu untuk melakukan pengujian

mengenai kesamaan antara dua variansi tersebut. Dimana :

$$Z = \frac{(60.6 - 40.6)}{\sqrt{\left(\frac{31.6^2}{30}\right) + \left(\frac{26.6^2}{30}\right)}}$$

$$Z = \frac{20}{7.54}$$

$$Z = 2.65$$

Maka dari perhitungan diatas $Z > z_{\alpha}$ jadi $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ ditolak, atau dengan kata lain kedua data diatas (sebelum dan sesudah percobaan 1) terdapat perbedaan yang signifikan terhadap *reject*.

- b. Data sebelum percobaan terhadap data percobaan 2

Dari perhitungan pada Tabel.2 & Table.4 didapati *mean* sebelum percobaan dan *mean* percobaan 1 secara berturut – turut yaitu sebesar 60,6 dan 53 sedangkan standar deviasi nya secara berturut yaitu 31.6 dan 25.24. Agar uji dapat dilakukan perlu untuk melakukan pengujian mengenai kesamaan antara dua variansi tersebut. Dimana :

$$Z = \frac{(60.6 - 53)}{\sqrt{\left(\frac{31.6^2}{30}\right) + \left(\frac{25.24^2}{30}\right)}}$$

$$Z = \frac{7.6}{7.38}$$

$$Z = 1.029$$

Maka dari perhitungan diatas $Z < z_{\alpha}$ jadi $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ diterima, atau dengan kata lain kedua data diatas (sebelum dan sesudah percobaan 2) tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap *reject*.

- c. Data sebelum percobaan terhadap data percobaan 3

Dari perhitungan pada Tabel.2 & Tabel.5 didapati *mean* sebelum percobaan dan *mean* percobaan 1 secara berturut – turut yaitu sebesar 60,6 dan 28.57 sedangkan standar deviasi nya secara berturut yaitu 31.6 dan 19.47. Agar uji dapat dilakukan perlu untuk melakukan pengujian mengenai kesamaan antara dua variansi tersebut. Dimana :

$$Z = \frac{(60.6 - 28.57)}{\sqrt{\left(\frac{31.6^2}{30}\right) + \left(\frac{19.47^2}{30}\right)}}$$

$$Z = \frac{32.03}{6.77}$$

$$Z = 4.72$$

Maka dari perhitungan diatas $Z > z_{\alpha}$ jadi $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ ditolak, atau dengan kata lain kedua data diatas (sebelum dan sesudah percobaan 3) terdapat perbedaan yang signifikan terhadap *reject*.

Dari perhitungan uji hipotesa dua rata-rata tersebut didapati hasil yang dapat dilihat pada Tabel.7 berikut :

Tabel.7 Uji hipotesa dua rata-rata

Data	Uji Z	Hipotesa		Keterangan
		H0	H1	
Sebelum percobaan - Percobaan 1	$Z > z$	Ditolak	Diterima	$\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$
Sebelum percobaan - Percobaan 2	$Z < z$	Diterima	Ditolak	$\sigma_1^2 = \sigma_2^2$
Sebelum percobaan - Percobaan 3	$Z > z$	Ditolak	Diterima	$\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$

3. ANOVA (*Analysis of variance*)

Analisa variansi satu arah (*One way ANOVA*) merupakan salah satu uji komparatif yang digunakan untuk menguji perbedaan *mean* (rata-rata) data lebih dari satu kelompok. Pada 3 percobaan berikut diambil sebanyak 30 data dari 30 sampel lot pada setiap percobaan dengan alfa (0,05). Setiap lot memiliki *quantity* 3200 unit. Dengan hipotesa sebagai berikut :

H0 : $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

H1 : Paling sedikit satu diantara variansi tidak sama

Anova: Single Factor						
SUMMARY						
Groups	Count	Sum	Average	Variance		
Percobaan 1	30	1220	40.66666667	704.5747126		
Percobaan 2	30	1592	53.06666667	637.1678161		
Percobaan 3	30	857	28.56666667	379.2885057		
ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	9004.2	2	4502.1	7.847795728	0.000735503	3.101295757
Within Groups	49909.9	87	573.6770115			
Total	58914.1	89				

Gambar.3 Perhitungan ANOVA 3 percobaan

Dari perhitungan diatas $F > F_{crit}$ jadi $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ ditolak, atau dengan kata lain terdapat satu dari tiga percobaan berbeda.

4. Uji tukey – Kramer

Uji tukey – kramer digunakan untuk menentukan populasi mana saja yang secara signifikan saling berbeda misal : $\mu_1 = \mu_2 \neq \mu_3$. Adapun uji ini sendiri dilakukan setelah menolak hipotesa awal, menghitung jangkauan kritis serta menghitung perbandingan antar percobaan.

$$Critical\ range = q_{\alpha} \sqrt{\frac{MSW}{2} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

$$Critical\ range = 3.40 \sqrt{\frac{574}{2} \left(\frac{1}{30} + \frac{1}{30} \right)}$$

$$Critical\ range = 3.40 \sqrt{19.13}$$

$$Critical\ range = 14.8$$

$$\begin{matrix} |P_1 - P_2| = |40.6 - 53.07| = 12.47 \\ |P_2 - P_3| = |53.07 - 28.57| = 24.5 \\ |P_1 - P_3| = |40.6 - 28.57| = 12.3 \end{matrix}$$

Perhitungan uji tukey Kramer yang telah dilakukan didapati hasil yang dapat dilihat pada Tabel.8 berikut :

Tabel.8 Uji tukey

Perbandingan	Mean Absolute	$\geq \leq$	Jangkauan Kritis	Keterangan
Percobaan 1 - Percobaan 2	12,47	<	14,8	Berbeda
Percobaan 2 - Percobaan 3	24,5	>	14,8	Sama
Percobaan 1 - Percobaan 3	12,3	<	14,8	Berbeda

5. Percobaan terhadap Yield

Informasi yang didapatkan dari *yield* ini memberitahu apakah pecahan dari *unit* total yang diproduksi adalah bebas cacat (*defect free*). Hasil ini biasanya dikalikan dengan 100 %. Ukuran *yield* mengindikasikan ke-efektifan dari sebuah proses untuk menghasilkan probabilitas produk yang bebas cacat. Ukuran ini

seringkali dinyatakan dalam format *Rolled Throughput Yield* atau RTY, mengindikasikan *yield* atau hasil baik pada proses yang ada. Rumus RTY adalah $RTY = 1 - (\text{jumlah cacat/input}) * 100 \%$

Berikut merupakan *yield* dari data yang diambil sebelum percobaan dilakukan dan terhadap data dari tiga percobaan di mesin Shinkawa (UTC-WB) WBS015.

Tabel.9 Yield sebelum dan sesudah percobaan

Input	Quantity	Percentage	Yield
Defect before	96000		
Defect experiment 1	1818	1.89%	98.11%
Defect experiment 2	1220	1.27%	98.73%
Defect experiment 3	1592	1.66%	98.34%
Yield Target	857	0.89%	99.11%
		99.60%	

Untuk menentukan perlakuan yang lebih baik agar dapat mengurangi cacat *malformbond* pada proses *wire bond* berdasarkan penyebab potensial di pilih percobaan tiga yaitu menggunakan *jig EFO electrode* dan meningkatkan parameter *wire tensioner* pada mesin Shinkawa (UTC-WB) untuk mesin dengan *wire size* 50 μ . Hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel.10 berikut:

Tabel.10 Hasil penelitian

Percobaan	Uji tukey	Mean	Yield
1	Berbeda	40,66667	98,73%
2	sama	53,06667	98,34%
3	Berbeda	28,56667	99,11%

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Untuk menentukan perlakuan yang lebih baik agar dapat mengurangi cacat *malformbond* pada proses *wire bond* berdasarkan penyebab potensial di pilih percobaan tiga yaitu menggunakan *jig EFO electrode* dan meningkatkan parameter *wire tensioner* pada mesin Shinkawa (UTC-WB) untuk mesin dengan *wire size* 50 μ m. Dengan memilih percobaan tiga ini, didapati penurunan jumlah *reject* sebesar 961 *unit* dari sebelum percobaan sebanyak 1818 *unit* menjadi 857 *unit* atau penurunan persentase *reject* sebesar 53%.

Percobaan tiga ini menunjukkan tingkat pencapaian *yield* target yang lebih baik di banding *yield* percobaan lainnya yaitu sebesar 99.11 % atau peningkatan kualitas sebesar 1 % dibanding sebelum percobaan dengan besar persentase 98.11%.

Saran

Adapun beberapa saran yang dapat diberikan penulis kepada pihak PT. Infineon Technologies Batam adalah sebagai berikut:

- Menaikkan parameter *wire tensioner* untuk mesin Sinkawa (UTC-WB) dari 0,5 – 0,8 LPM, kemudian di naikkan menjadi 0,8 – 1,2 LPM.
- Mengimplementasikan penggunaan *Jig EFO electrode* untuk setiap pemasangan *electrode* pada mesin Sinkawa (UTC-WB) *wire size* 50 μ m

DAFTAR PUSTAKA

- Cundara, N. 2013. *Modul Praktikum Perancangan Tata Letak Pabrik*. Batam: Universitas Riau Kepulauan.
- Kazmier, L.J. 2003 *Schaum's Easy Outlines Statistik untuk Bisnis*. Jakarta : Erlangga
- Kismiantini. 2011. Handout Rancangan Percobaan, Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.Tersedia dalam : <http://staff.uny.ac.id>
- Kurniawan, D. 2010. *Penentuan Hubungan Spiral Flow Cookson Coomound Terhadap Mold Void Menggunakan Metode Anova studi kasus PT.UNISEM*. Skripsi, Universitas Riau Kepulauan
- Raupong & Anisa. 2011. *Bahan Ajar Perancangan Percobaan*, Makassar : Universitas Hasanuddin.
- Sirait, A.M. 2001. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemberantasan Penyakit* : Media LITBANG Kesehatan volume XI Nomor 2.
- Sudjana. 2005. *Metoda Statistika*, Bandung, Tarsito
- Sugiharto, S. 2009. *Bahan Kuliah Statistik 2 Analisis varians*. Tersedia dalam : http://tsharto.staff.gunadarma.ac.id/Downloads/files/19992/Analysis_of_Variance.pdf [Diakses 3 Maret 2014