

Improvement Parameter Integrated Circuit LDSO Pada Proses Trimform Menggunakan Microscope Keyence IM - 622

Daffa Maulana Alghifari^{*1}, Ir. Benny Haddli Irawan, S.Tr., M.T., IPM., ASEAN Eng., CIOMP.^{1*}

Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknik Mesin

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

E-mail: daffamaulanaalghifani@email.com

Abstrak

Perkembangan industri pada dunia semikonduktor mengharuskan proses inspeksi dimensi yang cepat dan tepat untuk memastikan kualitas produk *Integrated Circuit*. Pada penelitian ini bertujuan untuk melakukan *improvement* dengan membuat parameter pengukuran pada *microscope* keyence menggunakan metode otomatis pada proses *trimform*. Metodologi penelitian dimulai dengan studi literatur, visual inspeksi, pembuatan parameter *microscope* keyence, uji coba, pembahasan dan hasil serta analisis hasil pengukuran menggunakan metode *Gage Repeatability & Reproducibility* dengan perangkat lunak Minitab. Pengumpulan data dilakukan minimal 30 *sample* dan dalam penelitian ini pengukuran dilakukan operator pertama dan operator kedua dengan *sample* yang sama. Hasil penelitian menunjukkan nilai *GR&R* pada parameter dimensi *Body To Ground* yaitu 16,36% , dimensi *Lead Spread* yaitu 16,73% , dimensi *Foot Length* yaitu 16,84% , dimensi *Package Thickness* yaitu 15,06%, dimensi *Package Width* yaitu 16,33% , dan dimensi *Coplanarity* 15,70%. Pada perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem pengukuran berada dalam batas spesifikasi 10-30% yang berarti hasil pengukuran dapat diterima tergantung dengan metode pengukuran dan membutuhkan beberapa *improvement* untuk mendapatkan hasil sesuai standarisasi metode pengukuran yaitu $\leq 10\%$.

Kata kunci: *Integrated Circuit, Trimform, Microscope Keyence IM-622, Minitab, Gage Repeatability & Reproducibility.*

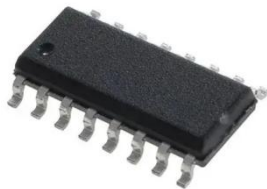
Abstract

Developments in the semiconductor industry require fast and accurate dimensional inspection processes to ensure the quality of integrated circuit products. This study aims to improve the process by establishing measurement parameters for the Keyence microscope using an automated method in the trimform process. The research methodology began with a literature review, visual inspection, the creation of Keyence microscope measurement parameters, testing, discussion, and results, as well as analysis of the measurement results using the Gage Repeatability & Reproducibility (GR&R) method with Minitab software. Data collection involved a minimum of 30 samples, and in this study, measurements were performed by a first operator and a second operator using the same samples. The results showed GR&R values for the Body-to-Ground dimension of 16.36%, the Lead Spread dimension of 16.73%, the Foot Length dimension of 16.84%, the Package Thickness dimension of 15.06%, the Package Width dimension of 16.33%, and the Coplanarity dimension of 15.70%. Based on these calculations, it can be concluded that the measurement system falls within the 10–30% specification limits, meaning the measurement results are acceptable depending on the measurement method and require some improvements to achieve results in accordance with the measurement method standard of $\leq 10\%$.

Keywords: *Integrated Circuit, Trimform, Microscope Keyence IM-622, Minitab, Gage Repeatability & Reproducibility.*

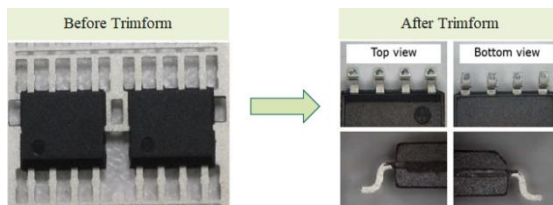
1. Pendahuluan

Perkembangan pesat dalam teknologi semikonduktor telah menyebabkan peningkatan kebutuhan untuk perangkat elektronik yang efisien dan berkinerja tinggi. Salah satu perusahaan yang memiliki peran dalam sektor industri adalah PT. Infineon Technologies Batam, sebuah perusahaan produksi yang spesialis dalam membuat *Integrated Circuit (IC)*, mikrokontroler, dan komponen untuk otomatis khususnya kendaraan otomotif. Proses produksinya mencakup dua fase penting, yaitu fabrikasi wafer (*Front End*) dan perakitan (*Back End*). Pada fase *Back End*, khususnya untuk bagian *End of Line* serangkaian proses termasuk *molding*, *post mold cut*, *chemical deflashing*, *plating*, *laser marking*, dan *trimform*. Pada bulan Mei 2026 PT Infineon Technologies Batam merancang produk baru *package* LDSO 36.



Gambar 1 *Integrated Circuit*

Salah satu tahapan yang sangat penting dalam pembuatan *chip* tersebut adalah proses *Trimform*. Proses *Trimform* adalah proses untuk memotong dan membentuk kaki pada *Integrated Circuit*. Pada tahap *trim* leadframe yang terhubung di potong hingga terpisah dan melakukan tahap *form* yaitu membentuk kaki pada *Integrated Circuit*.



Gambar 2 Proses *Trimform*

Dalam proses *Trimform*, terdapat permasalahan berupa pengujian dimensi produk melalui metode *non-destruktif*. Pada fase ini, Keyence IM -622 digunakan untuk mengukur *sample* hasil proses *trimform* yang mencakup parameter seperti *body to ground*, *lead spread*, *foot length*, *package thickness*, *package width*, dan *coplanarity*. Pengukuran pada alat ukur keyence memiliki 2 mode yaitu secara manual dan otomatis.

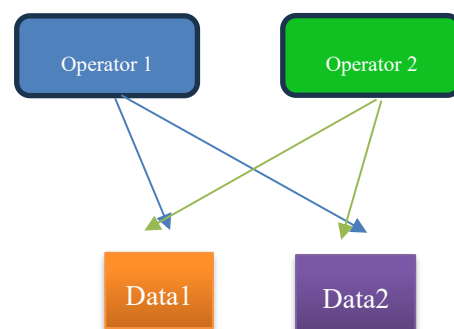
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi permasalahan pada pengukuran keyence yang dilakukan secara manual pada produk baru maka dengan pembuatan parameter pengukuran pada *microscope* keyence dengan

menggunakan metode otomatis yang dapat dilakukan secara berulang tanpa membuat parameter. Sehingga dapat meningkatkan efisiensi waktu dalam proses pengukuran dimensi *Integrated Circuit* produk baru dengan penggunaan pengukuran secara manual membutuhkan waktu 1 unit 30 menit sedangkan pengukuran secara otomatis 7 unit 6 menit.

Batasan masalah pada penelitian ini adalah pada *Integrated Circuit* tidak mencantumkan biaya kerugian *reject* produk pada saat proses pembuatan *Integrated Circuit*. Pada proses pembuatan parameter, penulis harus memastikan bahwa hasil pengukuran sesuai dengan desain yang telah dibuat oleh *engginer*.

2. Metodologi Penelitian

Gage R&R atau *Gage Repeatability & Reproducibility* adalah metode yang digunakan untuk menilai variasi pada data pengukuran yang disebabkan oleh sistem pengukuran itu sendiri. Metode ini mengevaluasi dua komponen utama yaitu *Repeatability* mengukur konsistensi pengukuran yang dilakukan oleh operator yang sama dan *Reproduktibility* menilai konsistensi pengukuran yang dilakukan oleh operator yang berbeda. Studi *Gage R&R* membantu menentukan kualitas yang dapat diterima dari suatu sistem pengukuran dengan mengidentifikasi sumber variasi dan meningkatkan akurasi data yang dikumpulkan. Dalam studinya, Sumanto, S., & Nurhikmah, S. (2021) melakukan masing-masing pengukuran yaitu 30 *sample* yang kemudian menjadi acuan penulis dalam menentukan jumlah *sample* yang akan di ukur oleh operator. Hal ini digunakan untuk menentukan seberapa besar variasi proses disebabkan oleh variasi sistem pengukuran. Dalam studi ini pengukuran akan dilakukan oleh operator 1 dan operator 2 menggunakan sampel yang sama. kemudian, dua pengukuran akan dilakukan dan data pengukuran untuk setiap parameter yang diperoleh melalui metode otomatis akan dianalisis menggunakan *Gage R&R*.



Gambar 3 *Gage Repeability & Reproducibility*

Gage R&R silang digunakan dalam skenario *non-destructif* yaitu ketika komponen tidak rusak selama pengukuran dan dapat diukur dua

kali. Misalnya, saat mengukur sampel dimensi, komponen tersebut tidak mengalami perubahan selama pengukuran. Rentang penerimaan untuk persentase *Gage R&R* total adalah sebagai berikut:

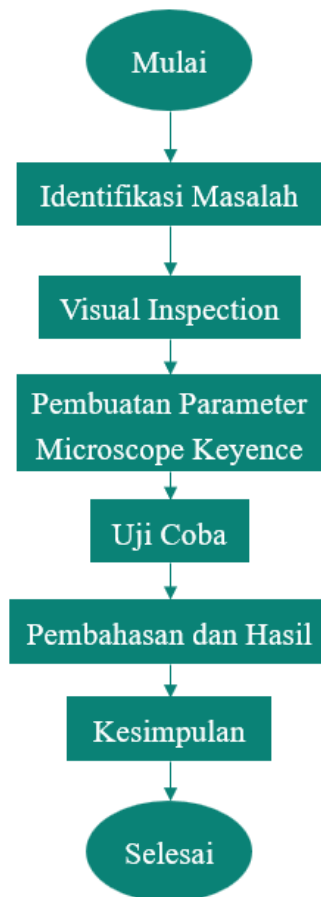
- *Varians*:

< 10% = Dapat diterima

10–30% = Dapat diterima tergantung pada metode pengukuran dan aplikasi

>30% = Tidak dapat diterima dan memerlukan perbaikan

Berikut merupakan langkah-langkah dalam menyelesaikan tugas akhir yang akan disajikan dalam bentuk *flowchart*.



Gambar 4. *Flowchart*

2.1 Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah pada penelitian ini adalah proses pengukuran menggunakan *microscope* keyence IM-622 dilakukan secara manual sehingga kurang efisien saat melakukan pengukuran produk. Pada produk baru dengan desain yang berbeda sangat diperlukan *improvement* produk dengan membuat parameter baru supaya dapat melakukan pengukuran secara otomatis dan memudahkan operator lain untuk menggunakan *microscope* keyence IM-622. Dalam pembuatan parameter perlu memastikan parameter sesuai dengan desain yang telah dibuat oleh *engginer* supaya mendapatkan hasil pengukuran yang akurat.



Gambar 5. Keyence IM-622

2.2 Visual Inspection

Visual inspection merupakan proses pemeriksaan awal *sample Integrated Circuit (IC)* sebelum melakukan *Improvement* parameter menggunakan alat ukur. Tujuan *visual inspection* adalah untuk memastikan bahwa *sample* yang ada dalam kondisi baik tanpa mengalami kerusakan fisik yang dapat memengaruhi hasil pengukuran. Pada proses ini dilakukan dengan memperhatikan kondisi permukaan material, bentuk kaki *IC*, dan cacat fisik. Langkah ini sangat penting untuk memastikan bahwa *sample* yang digunakan layak dilakukan pengukuran sehingga data yang diperoleh akan lebih akurat.

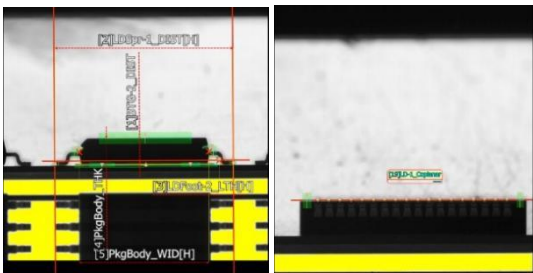
2.3 Pembuatan Parameter *Microscope Keyence*

Keyence seri IM model IM-622 merupakan salah satu alat ukur modern yang beroperasi dengan sistem optik digital yang digunakan untuk melakukan pengukuran dimensi secara manual dan otomatis dengan akurasi yang presisi. Alat ini termasuk ke dalam kategori Sistem Pengukuran Dimensi Gambar, yaitu sistem pengukuran dimensi yang mengandalkan citra dan menggunakan teknologi optik dan pemrosesan gambar digital untuk melakukan pengecekan komponen. Pada industri manufaktur, Keyence IM-622 banyak digunakan karena dapat melaksanakan pengukuran dengan cepat, akurat, dan efisien dibandingkan metode pengukuran manual. Pada proses pembuatan parameter menggunakan Jig keyence sebagai alat bantu untuk menopang *Integrated Circuit* ke posisi yang tepat.



Gambar 6. Jig Keyence

Pembuatan sistem pengukuran otomatis pada alat ini juga berfungsi untuk mengurangi kesalahan yang disebabkan oleh operator dan meningkatkan konsistensi hasil pengukuran. Dapat membantu memudahkan operator yang masih dalam tahap permulaan menggunakan *microscope keyence* IM-622. Pada pembuatan parameter terdapat menu *line, circle, rectangle*, dll.



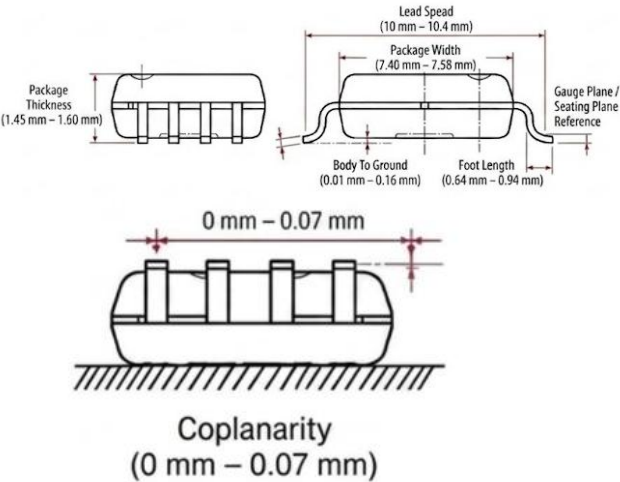
Gambar 7. Keyence IM-622

2.3.1 Spesifikasi

Pada penelitian ini terdapat dapat beberapa spesifikasi yang harus dipenuhi supaya mendapatkan hasil yang layak.

Tabel 1. Spesifikasi

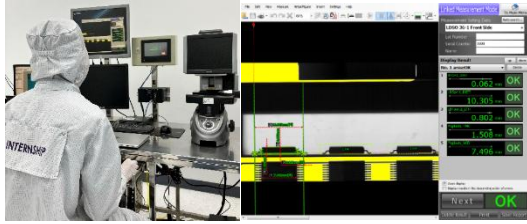
Dimensi	Deskripsi	Spesifikasi
	Body To Ground	0.01 mm – 0.16 mm
	Lead Spread	10 mm – 10.4 mm
	Foot Length	0.64 mm - 0.94 mm
	Package Thickness	1.45 mm – 1.60 mm
	Package Width	7.40 mm – 7.58mm
	Coplanarity	0 mm – 0.07 mm



Gambar 8. Dimensi

2.4 Uji Coba

Setelah membuat parameter *microscope keyence* IM-622, *Integrated Circuit package* LDSO 36 kemudian di uji coba menggunakan parameter yang telah dibuat. Cara menggunakan nya sangat mudah yaitu *sample* yang akan diukur dapat diletakkan di atas meja ukur, setelah itu sistem kamera akan menangkap gambar objek dan melakukan analisis dimensi secara otomatis berdasarkan paramater pengukuran.Selanjutnya membuka *measurement mode* dan membuka parameter LDSO 36 *Front Side* dan *Coplanarity* kemudian ukur maka akan mendapatkan hasil pengukuran.



Gambar 9. Penggunaan Keyence IM-622

3. Pembahasan dan Hasil

Berdasarkan proses pengumpulan data terhadap 30 sample dari dimensi *body to ground*, *Lead Spread*, *Foot Length*, *Package Thickness*, *Package Width*, dan *Coplanarity*. Hasil analisis *Gage Repeability and Reproducibility (GR&R)* menggunakan *software* Minitab.

3.1 Body To Groud

Tabel 1. Data Pengukuran *Body To Ground*

No	Body To Ground			
	Operator 1		Operator 2	
	Sample 1	Sample 2	Sample 1	Sample 2
1	0.055	0.064	0.055	0.059
2	0.053	0.062	0.051	0.061
3	0.059	0.058	0.055	0.060
4	0.054	0.060	0.056	0.059
5	0.047	0.057	0.058	0.056
6	0.057	0.063	0.059	0.060
7	0.057	0.060	0.060	0.060
8	0.058	0.055	0.056	0.055
9	0.059	0.052	0.060	0.054
10	0.050	0.053	0.049	0.053
11	0.053	0.053	0.055	0.052
12	0.056	0.060	0.058	0.059
13	0.050	0.051	0.050	0.050
14	0.049	0.051	0.048	0.047
15	0.053	0.061	0.055	0.057
16	0.059	0.059	0.061	0.059
17	0.046	0.055	0.055	0.054
18	0.054	0.057	0.056	0.058

19	0.054	0.052	0.052	0.046
20	0.053	0.052	0.057	0.052
21	0.061	0.055	0.059	0.054
22	0.058	0.051	0.059	0.051
23	0.056	0.055	0.054	0.051
24	0.057	0.062	0.055	0.059
25	0.051	0.061	0.055	0.061
26	0.054	0.058	0.059	0.058
27	0.060	0.050	0.059	0.047
28	0.057	0.056	0.060	0.054
29	0.055	0.062	0.055	0.060
30	0.059	0.050	0.058	0.049

Gage Evaluation

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 × SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	0,0040891	0,0245345	100,00	16,36
Repeatability	0,0040891	0,0245345	100,00	16,36
Reproducibility	0,0000000	0,0000000	0,00	0,00
Operators	0,0000000	0,0000000	0,00	0,00
Part-To-Part	0,0000000	0,0000000	0,00	0,00
Total Variation	0,0040891	0,0245345	100,00	16,36

Number of Distinct Categories = 1

Berdasarkan evaluasi pengukuran yang dapat ditunjukkan oleh analisa Minitab dapat diketahui bahwa hasil *GR&R* memiliki nilai total sebesar 16,36% terhadap variasi pengukuran. Hal tersebut dapat menunjukkan bahwa data pengukuran *GR&R* untuk parameter *Body To Ground* berada dalam batas spesifikasi 10-30% yang berarti hasil pengukuran dapat di terima tergantung dengan metode pengukuran dan dapat melakukan perbaikan-perbaikan supaya tercapai standarisasi dari metode pengukuran yaitu 10% .

3.2 Lead Spread

Tabel 2. Data Pengukuran *Lead Spread*

No	Lead Spread			
	Operator 1		Operator 2	
	Sample 1	Sample 2	Sample 1	Sample 2
1	10.285	10.348	10.312	10.336

2	10.293	10.307	10.322	10.303
3	10.301	10.311	10.294	10.313
4	10.318	10.302	10.299	10.291
5	10.317	10.316	10.321	10.308
6	10.307	10.294	10.332	10.296
7	10.294	10.307	10.303	10.295
8	10.299	10.284	10.296	10.284
9	10.298	10.288	10.292	10.303
10	10.292	10.299	10.292	10.306
11	10.291	10.301	10.292	10.301
12	10.290	10.297	10.297	10.318
13	10.295	10.302	10.304	10.302
14	10.311	10.318	10.308	10.316
15	10.294	10.317	10.297	10.318
16	10.287	10.299	10.292	10.297
17	10.299	10.296	10.298	10.302
18	10.296	10.306	10.285	10.306
19	10.293	10.322	10.299	10.320
20	10.284	10.301	10.293	10.301
21	10.296	10.299	10.300	10.297
22	10.291	10.290	10.295	10.288
23	10.303	10.286	10.317	10.286
24	10.296	10.298	10.299	10.298
25	10.291	10.292	10.295	10.299
26	10.304	10.290	10.315	10.290
27	10.293	10.296	10.297	10.295
28	10.291	10.293	10.297	10.298
29	10.294	10.298	10.278	10.303
30	10.291	10.297	10.293	10.295

Gage Evaluation

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 × SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	0,0111508	0,0669050	98,38	16,73
Repeatability	0,0111366	0,0668199	98,26	16,70
Reproducibility	0,0005625	0,0033749	4,96	0,84
Operators	0,0005625	0,0033749	4,96	0,84
Part-To-Part	0,0020289	0,0121733	17,90	3,04
Total Variation	0,0113339	0,0680035	100,00	17,00

Number of Distinct Categories = 1

Berdasarkan evaluasi pengukuran yang dapat ditunjukkan oleh analisa Minitab dapat diketahui bahwa hasil *GR&R* memiliki nilai total sebesar 16,73% terhadap variasi pengukuran. Hal tersebut dapat menunjukkan bahwa data pengukuran *GR&R* untuk parameter *Lead Spread* berada dalam batas spesifikasi 10-30% yang berarti hasil pengukuran dapat di terima tergantung dengan metode pengukuran dan dapat melakukan perbaikan-perbaikan supaya tercapai standarisasi dari metode pengukuran yaitu 10% .

3.3 Foot Length

Tabel 3. Data Pengukuran *Foot Length*

No	Foot Length			
	Operator 1		Operator 2	
	Sample 1	Sample 2	Sample 1	Sample 2
1	0.803	0.845	0.797	0.836
2	0.815	0.815	0.803	0.810
3	0.799	0.817	0.798	0.802
4	0.810	0.821	0.792	0.809
5	0.825	0.810	0.799	0.815
6	0.813	0.798	0.806	0.801
7	0.807	0.813	0.800	0.812
8	0.813	0.804	0.792	0.805
9	0.809	0.816	0.796	0.819
10	0.809	0.804	0.802	0.804
11	0.807	0.816	0.807	0.816
12	0.806	0.806	0.807	0.811
13	0.816	0.810	0.800	0.811
14	0.818	0.820	0.800	0.821
15	0.808	0.816	0.805	0.819
16	0.799	0.806	0.796	0.807
17	0.807	0.802	0.795	0.808
18	0.801	0.814	0.797	0.813
19	0.815	0.822	0.801	0.826
20	0.802	0.817	0.806	0.817
21	0.811	0.805	0.793	0.804
22	0.800	0.814	0.805	0.812

23	0.814	0.803	0.806	0.802
24	0.812	0.811	0.802	0.813
25	0.809	0.799	0.797	0.804
26	0.816	0.808	0.803	0.805
27	0.805	0.814	0.797	0.811
28	0.810	0.811	0.795	0.814
29	0.805	0.804	0.795	0.809
30	0.803	0.820	0.794	0.819

Gage Evaluation

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 × SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	0,0084185	0,0505110	88,67	16,84
Repeatability	0,0071144	0,0426804	74,95	14,23
Reproducibility	0,0045007	0,0270043	47,40	9,00
Operators	0,0009678	0,0058069	10,19	1,94
Operators*Parts	0,0043954	0,0263726	46,30	8,79
Part-To-Part	0,0043898	0,0263386	46,24	8,78
Total Variation	0,0094943	0,0569656	100,00	18,99

Number of Distinct Categories = 1

Berdasarkan evaluasi pengukuran yang dapat ditunjukkan oleh analisa Minitab dapat diketahui bahwa hasil *GR&R* memiliki nilai total sebesar 16,84% terhadap variasi pengukuran. Hal tersebut dapat menunjukkan bahwa data pengukuran *GR&R* untuk parameter *Foot Length* berada dalam batas spesifikasi 10-30% yang berarti hasil pengukuran dapat di terima tergantung dengan metode pengukuran dan dapat melakukan perbaikan-perbaikan supaya tercapai standarisasi dari metode pengukuran yaitu 10% .

3.4 Package Thickness

Tabel 4. Data Pengukuran *Package Thickness*

No	Package Thickness			
	Operator 1		Operator 2	
	Sample 1	Sample 2	Sample 1	Sample 2
1	1.510	1.505	1.511	1.504
2	1.510	1.511	1.509	1.510
3	1.507	1.508	1.513	1.507
4	1.507	1.512	1.510	1.511
5	1.516	1.506	1.517	1.505

6	1.513	1.515	1.510	1.510
7	1.510	1.511	1.510	1.510
8	1.508	1.511	1.509	1.511
9	1.509	1.510	1.509	1.510
10	1.519	1.507	1.520	1.507
11	1.510	1.506	1.512	1.506
12	1.511	1.510	1.512	1.509
13	1.519	1.508	1.518	1.509
14	1.519	1.520	1.519	1.519
15	1.511	1.512	1.510	1.511
16	1.512	1.511	1.511	1.510
17	1.512	1.512	1.511	1.512
18	1.509	1.513	1.513	1.513
19	1.510	1.518	1.510	1.518
20	1.511	1.508	1.510	1.507
21	1.510	1.511	1.510	1.508
22	1.510	1.511	1.511	1.511
23	1.510	1.510	1.509	1.512
24	1.509	1.509	1.509	1.508
25	1.514	1.511	1.511	1.511
26	1.510	1.513	1.509	1.514
27	1.509	1.520	1.508	1.525
28	1.509	1.512	1.510	1.514
29	1.507	1.513	1.512	1.512
30	1.507	1.520	1.513	1.519

Gage Evaluation

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 × SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	0,0037650	0,0225900	100,00	15,06
Repeatability	0,0037650	0,0225900	100,00	15,06
Reproducibility	0,0000000	0,0000000	0,00	0,00
Operators	0,0000000	0,0000000	0,00	0,00
Part-To-Part	0,0000000	0,0000000	0,00	0,00
Total Variation	0,0037650	0,0225900	100,00	15,06

Number of Distinct Categories = 1

Berdasarkan evaluasi pengukuran yang dapat ditunjukkan oleh analisa Minitab dapat diketahui bahwa Hasil *GR&R* memiliki nilai total sebesar 15,06% terhadap variasi pengukuran. Hal tersebut dapat menunjukkan bahwa data pengukuran

GR&R untuk parameter *Package Thickness* berada dalam batas spesifikasi 10-30% yang berarti hasil pengukuran dapat di terima tergantung dengan metode pengukuran dan dapat melakukan perbaikan-perbaikan supaya tercapai standarisasi dari metode pengukuran yaitu 10% .

3.5 Package Width

Tabel 5. Data Pengukuran *Package Width*

No	Package Width			
	Operator 1		Operator 2	
	Sample 1	Sample 2	Sample 1	Sample 2
1	7.496	7.502	7.506	7.501
2	7.503	7.492	7.504	7.483
3	7.503	7.500	7.500	7.494
4	7.499	7.494	7.496	7.495
5	7.499	7.499	7.502	7.501
6	7.502	7.496	7.504	7.494
7	7.500	7.510	7.505	7.501
8	7.498	7.497	7.495	7.497
9	7.494	7.494	7.493	7.493
10	7.502	7.512	7.496	7.515
11	7.497	7.504	7.508	7.502
12	7.499	7.493	7.503	7.494
13	7.504	7.503	7.507	7.500
14	7.498	7.497	7.499	7.498
15	7.505	7.502	7.504	7.502
16	7.504	7.507	7.496	7.507
17	7.497	7.502	7.500	7.503
18	7.503	7.500	7.498	7.500
19	7.497	7.498	7.511	7.500
20	7.494	7.498	7.511	7.498
21	7.500	7.503	7.498	7.498
22	7.499	7.504	7.498	7.504
23	7.495	7.498	7.499	7.489
24	7.506	7.495	7.498	7.498
25	7.499	7.497	7.496	7.510
26	7.499	7.504	7.500	7.504

27	7.495	7.498	7.502	7.495
28	7.495	7.504	7.499	7.497
29	7.501	7.504	7.493	7.505
30	7.503	7.497	7.499	7.501

Gage Evaluation

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 × SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	0,0048998	0,0293986	100,00	16,33
Repeatability	0,0048998	0,0293986	100,00	16,33
Reproducibility	0,0000000	0,0000000	0,00	0,00
Operators	0,0000000	0,0000000	0,00	0,00
Part-To-Part	0,0000000	0,0000000	0,00	0,00
Total Variation	0,0048998	0,0293986	100,00	16,33

Number of Distinct Categories = 1

Berdasarkan evaluasi pengukuran yang dapat ditunjukkan oleh analisa Minitab dapat diketahui bahwa Hasil *GR&R* memiliki nilai total sebesar 16,33% terhadap variasi pengukuran. Hal tersebut dapat menunjukkan bahwa data pengukuran *GR&R* untuk parameter *Package Width* berada dalam batas spesifikasi 10-30% yang berarti hasil pengukuran dapat di terima tergantung dengan metode pengukuran dan dapat melakukan perbaikan-perbaikan supaya tercapai standarisasi dari metode pengukuran yaitu 10% .

3.6 Coplanarity

Tabel 6. Data Pengukuran *Coplanarity*

No	Coplanarity			
	Operator 1		Operator 2	
	Sample 1	Sample 2	Sample 1	Sample 2
1	0,005	0.006	0.007	0.007
2	0,004	0.006	0.007	0.005
3	0,006	0.005	0.007	0.003
4	0,006	0.005	0.005	0.007
5	0,005	0.007	0.007	0.006
6	0,007	0.006	0.007	0.006
7	0,007	0.006	0.005	0.007
8	0,006	0.004	0.007	0.005
9	0,007	0.006	0.007	0.005

10	0,003	0.005	0.004	0.006
11	0,004	0.005	0.003	0.004
12	0,006	0.007	0.005	0.007
13	0,004	0.006	0.007	0.005
14	0.005	0.006	0.007	0.005
15	0.004	0.007	0.003	0.006
16	0.006	0.005	0.006	0.007
17	0.002	0.006	0.003	0.007
18	0.004	0.007	0.005	0.005
19	0.006	0.007	0.006	0.007
20	0.005	0.004	0.006	0.007
21	0.007	0.005	0.006	0.004
22	0.006	0.006	0.005	0.007
23	0.005	0.005	0.005	0.005
24	0.006	0.007	0.005	0.005
25	0.006	0.006	0.006	0.007
26	0.005	0.006	0.007	0.006
27	0.007	0.004	0.005	0.007
28	0.007	0.003	0.006	0.004
29	0.003	0.007	0.004	0.006
30	0.003	0.006	0.003	0.007

Gage Evaluation

Source	StdDev (SD)	Study Var (6 × SD)	%Study Var (%SV)	%Tolerance (SV/Toler)
Total Gage R&R	0,0031398	0,0188385	98,94	15,70
Repeatability	0,0031304	0,0187822	98,64	15,65
Reproducibility	0,0002427	0,0014562	7,65	1,21
Operators	0,0002427	0,0014562	7,65	1,21
Part-To-Part	0,0004607	0,0027641	14,52	2,30
Total Variation	0,0031734	0,0190402	100,00	15,87

Number of Distinct Categories = 1

Berdasarkan evaluasi pengukuran yang dapat ditunjukkan oleh analisa Minitab dapat diketahui bahwa Hasil *GR&R* memiliki nilai total sebesar 15,70% terhadap variasi pengukuran. Hal tersebut dapat menunjukkan bahwa data pengukuran *GR&R* untuk parameter *Package Width* berada dalam batas spesifikasi 10-30% yang berarti hasil pengukuran dapat di terima tergantung dengan metode pengukuran dan dapat melakukan

perbaikan-perbaikan supaya tercapai standarisasi dari metode pengukuran yaitu 10% .

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengukuran dengan metode penelitian *Gage Repeability* dan *Reproducibility (GR&R)* berdasarkan perhitungan pada *software* Minitab dapat di ketahui bahwa presentase *GR&R* dimensi *Body To Ground* yaitu 16,36% , dimensi *Lead Spread* yaitu 16,73% , dimensi *Foot Length* yaitu 16,84% , dimensi *Package Thickness* yaitu 15,06%, dimensi *Package Width* yaitu 16,33% , dan dimensi *Coplanarity* 15,70%. Berdasarkan hasil analisis pemulis mendapatkan perbedaan nilai variasi pada setiap pengukuran karena hasil pengukuran tidak selalu menghasilkan nilai yang sama dan tidak konsisten. Pada perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem pengukuran berada dalam batas spesifikasi 10-30% yang berarti hasil pengukuran dapat diterima tergantung dengan metode pengukuran dan membutuhkan beberapa *improvement* untuk mendapatkan hasil sesuai standarisasi metode pengukuran yaitu $\leq 10\%$. Manfaat pada penelitian ini yaitu dapat meningkatkan efisiensi waktu dalam proses pengukuran dimensi produk baru dengan penggunaan pengukuran secara manual membutuhkan waktu 1 unit 30 menit sedangkan pengukuran secara otomatis 7 unit 6 menit dan perusahaan mendapatkan referensi hasil *GR&R* untuk melakukan tahap *improvement* hingga memenuhi standarisasi yaitu $\leq 10\%$.

5. Daftar Pustaka

- [1] Asaad, N. S., & Purwanto, P. (2020). MODIFIKASI MESIN TRIM FORM PADA PROSES PENGEMASAN INTEGRATED CIRCUIT UNTUK PENURUNAN DAMAGED LEAD. *Jurnal Integrasi*, 12(1).
- [2] Prayogi, U., Afma, V. M., & Merjani, A. (2019). DESAIN ALAT PENGHITUNG IC (Intergated Circuit) DENGAN METODE QFD UNTUK MEMPERCEPAT PROSES PENGHITUNGAN PARTIAL UNIT IC (STUDI KASUS PT. INFINEON TECHNOLOGIES BATAM). *PROFISIENSI: Jurnal Program Studi Teknik Industri*, 7(2).
- [3] Wang, H., Ma, J., Yang, Y., Gong, M., & Wang, Q. (2023). A review of system-in-package technologies: Application and reliability of advanced packaging. *Micromachines*, 14(6).
- [4] M., K., & R., D. (2024). INTEGRATED CIRCUITS AND THEIR APPLICATIONS IN ELECTRONICS. *American Journal of Applied Science and Technology*. <https://doi.org/10.37547/ajast/volume04issue04-05>
- [5] Li, M.-H., L., Zong, W., Luo, C., Huang, M.-H., & Song, Y. (2021). Design and Experimental Evaluation of a Form Trimming Machine for Horticultural Plants. *Applied Sciences*. <https://doi.org/10.3390/app11052230>
- [6] Li, Z. (2024). Analysis Of the Development History, Key Technologies, And Future Development of Integrated Circuits. *Highlights in Science, Engineering and Technology*. <https://doi.org/10.54097/bbqvc047>
- [7] Agga EQ, R. A., & Tuwoso, T. PENGUKURAN TEKNIK DAN METROLOGI INDUSTRI.
- [8] Bícová, K., Kroft, L., & Milsimerová, A. (2020). A Contribution to the Capability of the Measuring Device Used in the Automotive. *DAAAM Proceedings*. <https://doi.org/10.2507/31st.daaam.proceedings.026>.
- [9] Mohammad, A., Aljamaan, F., Shuqayr, S. B., & Ahmed, K. M. (2025). Coordinate measuring machine (CMM) performance verification using standard step gauges with new measurement model and modified uncertainty analysis. *Measurement: Sensors*, 38, 101658.
- [10] Li, S., Sun, A., Ou, Y.-S., Huang, H., Sun, W., Gomez-Godinez, V., & Shi, L. (2025). Repurposing Industrial Microscopy for Biology: Comparative Analysis of Cigarette Smoke-Induced Morphological Changes in Lung Epithelial Cells Using Keyence VHX-7000 and Zeiss Axiovert 200M. *Journal of Biomedical Engineering and Biosciences*. <https://doi.org/10.11159/jbeb.2025.006>
- [11] Sumanto, S., & Nurhikmah, S. (2021). ANALISIS KUALITAS PENGUKURAN PART MEMBER FRONT SIDE REAR (57131-BZ021) DENGAN METODE GAGE REPEATABILITY DAN REPRODUCIBILITY PADA PT. MEKAR ARMADA JAYA. *KAIZEN: Management Systems & Industrial Engineering Journal*, 4(2)/.
- [12] Ginanjar, A. ANALISA VARIASI NILAI PENGUKURAN WIRE SWEEP PRODUK U-PACK MENGGUNAKAN METODE MSA GAUGE REPEATABILITY AND REPRODUCIBILITY (GAGE R&R).
- [13] Zhang, C. (2024). Research on Variations in Measurement System Analysis Based on Minitab. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. <https://doi.org/10.21275/sr24330100702>
- [14] Ezewu, K., & Ukrakpor, F. (2025). Measurement System Analysis for improved manufacturing processes in a Job-shop. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*. <https://doi.org/10.4314/jasem.v29i6.7>