

## PENERAPAN MEASUREMENT SYSTEM ANALYSIS GAGE REPEATABILITY AND REPRODUCIBILITY DENGAN METODE DMAIC PADA HOUSING WATER INLET

Luna Fresha Cahyanika<sup>1</sup>, Heri Sudarmaji<sup>2</sup>, dan Evan Jasminto Aritonang<sup>3</sup>

1.Teknik Produksi dan Proses Manufaktur, Politeknik Astra, Jakarta, 14330, Indonesia

E-mail : lunaf23@gmail.com<sup>1</sup>, heri.sudarmaji@polman.astra.ac.id<sup>2</sup>, evan.jasminto@aop.component.astra.co.id<sup>3</sup>

**Abstrak--**Kualitas suatu produk salah satunya dipengaruhi oleh sistem pengukuran yang digunakan. Kelayakan dari sistem pengukuran yang digunakan dilakukan untuk mencegah terjadinya kesalahan pengukuran sehingga dapat memberikan *judgement* yang sesuai dan dapat menjamin kualitas produk. Sebuah perusahaan manufaktur memiliki produk baru yaitu *Housing Water Inlet*. Untuk memastikan kelayakan pengukuran yang dilakukan perlu adanya faktor  $4M+1E$  yang memadai. Maka dari itu dilakukan *Measurement System Analysis Gage Repeatability and Reproducibility* pada *Housing Water Inlet* dengan menggunakan alat ukur *Digital Caliper* dan *Depth Caliper* pada tiga *man power* yang bertujuan pada saat melakukan proses pengecekan pengukuran memiliki hasil yang terjamin karena memiliki faktor  $4M+1E$  yang memadai. Analisa akar masalah dilakukan setelah dilakukan pengambilan dan pengolahan data dengan melakukan perbaikan pada faktor metode dengan cara menentukan posisi pengukuran yang tepat dan faktor lingkungan dengan cara menggunakan alat bantu berupa *jig* untuk memudahkan proses pengukuran. Kemudian dilakukan pengambilan dan pengolahan data ulang. Hasil yang didapatkan adalah persentase dari *Measurement System Analysis Gage Repeatability and Reproducibility* <10%. maka dari itu sistem pengukuran yang dilakukan layak untuk digunakan selama *man power* yang digunakan adalah orang yang sama.

**Kata kunci :** *Measurement System Analysis, Gage Repeatability and Reproducibility, DMAIC*

### I. PENDAHULUAN

*Measurement System Analysis (MSA)* adalah sistem yang bertujuan untuk menguji *skill* dari *man power*, memilih alat ukur yang sesuai, dan memastikan metode yang digunakan telah sesuai. Maka dari itu, dapat membantu memastikan *skill* dari masing-masing *man power* yang akan ditugaskan melakukan kontrol terhadap kualitas. Selain itu, *MSA* juga bisa digunakan untuk mengurangi *gap* hasil ukur dari masing-masing *man power* dalam proses manufaktur. [1]

Penerapan dari *Measurement System Analysis* dilakukan pada produk *Housing Water Inlet*. *Housing Water Inlet* adalah *project* baru yang dipasang di dalam *engine* sebagai tempat aliran air. Dikarenakan *Housing Water Inlet* adalah produk baru, untuk itu setiap produk baru harus dilakukan *Measurement System Analysis* untuk dapat mengurangi kemungkinan masalah dalam kesalahan pengukuran diwaktu yang akan datang.

### II. METODE PENELITIAN

#### Sistem Pengukuran

Sistem pengukuran adalah seluruh proses yang digunakan untuk mendapatkan suatu pengukuran yang tidak hanya terdiri dari *man, methods, machine, material, dan environment (4M+1E)* tetapi juga terdiri dari standar dan prosedur yang dilakukan. [2]

Kemudian dari pengukuran tersebut, didapatkan hasil pengukuran. Hasil pengukuran yang baik diketahui dari tingkat presisi dan akurasi yang

dihasilkan. Akurasi menunjukkan nilai sebenarnya, nilai sebenarnya didapatkan dari parameter yang telah diukur. Sedangkan presisi menunjukkan tingkat reliabilitas dari data yang diperoleh. Jika standar deviasi yang diperoleh dari pengukuran kecil dan bias yang rendah, maka tingkat presisi baik. [3]

#### Metode DMAIC

**Define**, untuk mengidentifikasi produk atau proses yang akan diperbaiki dan menentukan sumber-sumber apa yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek.

**Measure**, untuk mengidentifikasi permasalahan awal sebagai pembandingan untuk step berikutnya.

**Analyze**, untuk mencari dan menentukan penyebab yang sedang diamati.

**Improve**, untuk menetapkan rencana perbaikan.

**Control**, untuk menetapkan standarisasi serta mengontrol dan mempertahankan proses yang telah diperbaiki dan ditingkatkan dalam jangka panjang dan mencegah potensi permasalahan yang akan terjadi dikemudian hari. [4]

#### Measurement System Analysis

*Measurement System Analysis* adalah suatu analisa sistem pengukuran digunakan untuk mengetahui penyebab varian proses pengukuran agar variasi yang terjadi dalam proses dapat diantisipasi seminimal mungkin. [1]

### Gage Repeatability and Reproducibility

Metode *Gage R&R* merupakan salah satu jenis *Measurement System Analysis* yang digunakan untuk mengetahui kualitas dari sistem pengukuran dengan memperkirakan kombinasi dari *repeatability* dan *reproducibility*. [5]

Tabel 1 *Check Sheet MSA*

TRIAL	PART									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A1										
A2										
A3										
AVG										Xa =
RANGE										Ra =
TRIAL	PART									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
B1										
B2										
B3										
AVG										Xb =
RANGE										Rb =
TRIAL	PART									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
AVG										Xc =
RANGE										Rc =
Part AVG										Xp =
										Rp =
(Ra + Rb + Rc) / 3										R =
MAX (Xa;Xb;Xc) - MIN (Xa;Xb;Xc)										XDIFF =
R										D4
										UCLR =
*If measurement repetition man = 3,27					*If measurement repetition man = 3, D4 =					2,58

Setelah data dimasukkan dalam *MSA Check Sheet* maka data diolah dengan *Measurement Unit Analysis* dengan rumus sebagai berikut:

$$EV = \bar{R} \times K1 \quad (1)$$

$$AV = \sqrt{((XDIFF \times K2)^2 - (\bar{EV})^2 \div (n \times r))} \quad (2)$$

$$R\&R = \sqrt{EV^2 + AV^2} \quad (3)$$

$$PV = R_p \times K3 \quad (4)$$

$$TV = \sqrt{(R\&R^2 + PV^2)} \quad (5)$$

Untuk mencari persentase metode *MSA* dilakukan perhitungan dengan *percentage Measurement System Analysis* dengan rumus sebagai berikut:

$$\%EV = EV \div TV \times 100 \quad (1)$$

$$\%AV = AV \div TV \times 100 \quad (2)$$

$$\%R\&R = R\&R \div TV \times 100 \quad (3)$$

$$\%PV = PV \div TV \times 100 \quad (4)$$

$$TV = \sqrt{(R\&R^2 + PV^2)} \quad (5)$$

$$\%N_{dc} = PV \div R\&R \times 100 \quad (6)$$

*Acceptance Criteria Gage R&R:*

1.  $\% \text{ Gage R\&R} < 10\%$

Secara umum dianggap sebagai sistem pengukuran yang layak pakai.

2.  $10\% < \% \text{ Gage R\&R} < 30\%$

Sistem pengukuran dapat dipakai dengan dasar kepentingan aplikasi, biaya alat pengukuran, biaya perbaikan, dan sebagainya.

3.  $\% \text{ Gage R\&R} > 30\%$

Sistem pengukuran dianggap tidak layak. Diperlukan usaha untuk memperbaiki sistem pengukuran.

*Acceptance Criteria Ndc:*

1.  $Ndc > 5 =$  layak

2.  $2 < Ndc < 5 =$  layak bersyarat

3.  $Ndc < 2 =$  tidak layak

### PENGUMPULAN DATA

#### Define

Tahap define bertujuan untuk mengidentifikasi produk atau proses yang akan diperbaiki.

#### Pengenalan Produk Baru

*Housing Water Inlet* adalah komponen yang terletak di dalam *engine* yang berfungsi sebagai tempat aliran air. *Housing Water Inlet* umumnya digunakan pada kendaraan roda empat.

#### Proses Quality Housing Water Inlet

Proses *quality* yang dilakukan pada *Housing Water Inlet* adalah metode *sampling* yang dilakukan setiap tiga kali dalam satu *shift*. Proses *quality* mencakup pengecekan visual dan ukuran. Pengecekan visual berfungsi untuk memeriksa apakah terdapat *burr*, keropos, dan lain-lain. Pengecekan ukuran dilakukan untuk pengecekan proses *machining* seperti lubang, ulir, ukuran ketebalan permukaan yang telah *machining*, dan lain-lain.

#### Penentuan Pemasalahan *Housing Water Inlet*

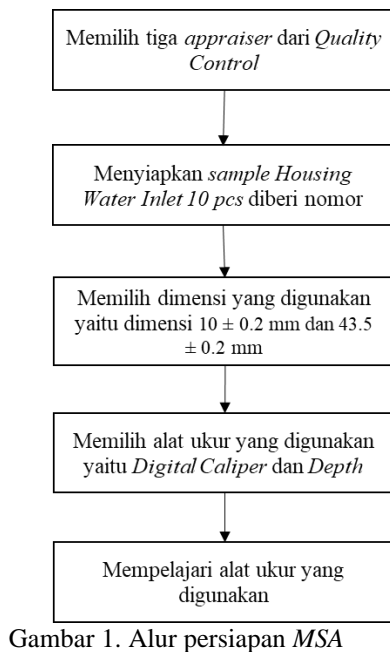
Peneliti yang merupakan bagian dari divisi *Quality Assurance* menganalisa dari segi kualitas bahwa hal-hal yang harus diperhatikan pada proses *machining* adalah permukaan produk, ukuran yang diinginkan, dan keamanan produk dari kebocoran. Pada hal tersebut, peneliti ingin melakukan penelitian yang lebih mendalam tentang ukuran produk untuk memastikan bahwa sistem pengukuran yang digunakan di perusahaan sudah layak untuk digunakan dengan meningkatkan faktor  $4M+1E$ .

#### Measure

Tahap *measure* bertujuan untuk proses pengambilan data dan untuk mengidentifikasi permasalahan awal sebagai pembandingan untuk step berikutnya.

#### Persiapan Measurement System Analysis

Berikut adalah persiapan yang dilakukan sebelum melakukan pengambilan data *Measurement System Analysis*:



Gambar 1. Alur persiapan MSA

**Pengambilan data Measurement System Analysis**

Berikut adalah hasil pengambilan data Measurement System Analysis Gage Repeatability and Reproducibility:

TRIAL	PART										Xa =	Ra =					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
A1	0.03	0.02	0.09	0.02	-0.01	-0.01	0.05	-0.01	0.03	0.03							
A2	0.03	0.04	0.03	0.02	-0.01	-0.01	0.02	0.02	0.01	-0.01							
A3	0.05	0.03	0.05	-0.02	0.03	0.03	0.02	0.08	0.05	0.06							
AVG	0.04	0.03	0.06	0.01	0.00	0.00	0.03	0.03	0.03	0.03	Xa =	0.0253					
RANGE	0.02	0.02	0.06	0.04	0.04	0.04	0.03	0.09	0.04	0.07	Ra =	0.045					
TRIAL	PART										Xb = <th rowspan="2">Rb = </th>	Rb =					
	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00							
B1	-0.02	-0.02	-0.03	-0.02	-0.03	-0.02	-0.03	-0.02	-0.02	-0.02							
B2	-0.02	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03	-0.02	-0.02	-0.02							
B3	-0.02	-0.02	-0.03	-0.02	-0.03	-0.02	-0.02	-0.03	-0.02	-0.03							
AVG	-0.02	-0.02	-0.03	-0.02	-0.03	-0.02	-0.03	-0.02	-0.02	-0.02	Xb =	-0.024					
RANGE	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	Rb =	0.005					
TRIAL	PART										Xc = <th rowspan="2">Rc = </th>	Rc =					
	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00							
1	-0.01	-0.03	-0.04	-0.04	-0.01	-0.02	-0.03	-0.04	-0.03	-0.03							
2	-0.01	-0.02	-0.04	-0.04	-0.01	-0.02	-0.04	-0.03	-0.03	-0.02							
3	-0.01	-0.02	-0.04	-0.04	-0.01	-0.02	-0.03	-0.04	-0.02	-0.03							
AVG	-0.01	-0.02	-0.04	-0.04	-0.01	-0.02	-0.03	-0.04	-0.03	-0.03	Xc =	-0.0267					
RANGE	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	Rc =	0.0050					
Part AVG	0.00	0.00	0.00	-0.02	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	Xp =	-0.0084					
											Rp =	0.0211					
(Ra + Rb + Rc) / 3 =											R =	0.0183					
MAX (Xa;Xb;Xc)					-					MIN (Xa;Xb;Xc)					=	XDIFF	0.0520
R					x					D4					=	UCLR	0.0473
*If measurement repetition man = 3.27					*If measurement repetition man = 3, D4 =										=	2.58	

Gambar 2. MSA GR&R Digital Caliper

TRIAL	PART										Xa =	Ra =					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
A1	-0.04	0.03	-0.09	0.03	0.05	-0.06	0.05	0.06	-0.04	-0.06							
A2	-0.04	0.16	-0.10	0.10	0.05	0.05	0.05	0.06	-0.05	-0.05							
A3	-0.05	0.00	-0.10	0.04	0.14	-0.04	0.05	0.05	-0.06	-0.05							
AVG	-0.04	0.06	-0.10	0.06	0.08	-0.02	0.05	0.06	-0.05	-0.05	Xa =	0.0047					
RANGE	0.01	0.16	0.01	0.07	0.09	0.11	0.00	0.01	0.02	0.01	Ra =	0.0490					
TRIAL	PART										Xb =	Rb =					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
B1	-0.06	0.00	-0.09	0.05	0.06	-0.02	0.06	0.06	0.00	0.00							
B2	-0.03	0.00	-0.05	0.05	0.06	-0.05	0.05	0.06	-0.02	-0.04							
B3	-0.04	0.00	-0.09	0.05	0.05	-0.05	0.06	0.06	-0.06	-0.05							
AVG	-0.04	0.00	-0.08	0.05	0.06	-0.04	0.06	0.06	-0.03	-0.03	Xb =	0.0007					
RANGE	0.03	0.00	0.04	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00	0.06	0.05	Rb =	0.0230					
TRIAL	PART										Xc =	Rc =					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	-0.05	-0.01	-0.09	0.04	0.05	-0.06	0.05	0.05	-0.06	-0.06							
2	-0.06	-0.01	-0.10	0.05	0.05	-0.06	0.05	0.05	-0.06	-0.06							
3	-0.06	-0.01	-0.10	0.03	0.05	-0.06	0.05	0.05	-0.06	-0.06							
AVG	-0.06	-0.01	-0.10	0.04	0.05	-0.06	0.05	0.05	-0.06	-0.06	Xc =	-0.0153					
RANGE	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Rc =	0.0040					
Part AVG	-0.05	0.02	-0.09	0.05	0.06	-0.04	0.05	0.06	-0.05	-0.05	Xp =	-0.0033					
											Rp =	0.1522					
(Ra + Rb + Rc) / 3 =											R =	0.0253					
MAX (Xa;Xb;Xc)					-					MIN (Xa;Xb;Xc)					=	XDIFF	0.0200
R					x					D4					=	UCLR	0.0654
*If measurement repetition man = 3.27					*If measurement repetition man = 3, D4 =										=	2.58	

Gambar 3. MSA GR&R Depth Caliper

**III. ANALISA DAN HASIL**

**Analyze**

**Pengolahan data**

Berikut adalah pengolahan data Measurement System Analysis Gage Repeatability and Reproducibility:

Tabel 2. Pengolahan Data MSA GR&R Digital Caliper

Measurement Unit Analysis	Nilai
Equipment Variation (EV)	0.0108
Appraiser Variation (AV)	0.0271
Repeatability and Reproducibility (R&R)	0.0292
Part Variability (PV)	0.0066
Total Variation (TV)	0.0300
% Measurement System Analysis	
% Equipment Variation (EV)	36.1572%
% Appraiser Variation (AV)	90.5628%
% Repeatability and Reproducibility (R&R)	97.5139%
% Part Variability (PV)	22.1592%
Number Distinct Categories (Ndc)	0.3204

Tabel 3. Pengolahan Data MSA GR&R Depth Caliper

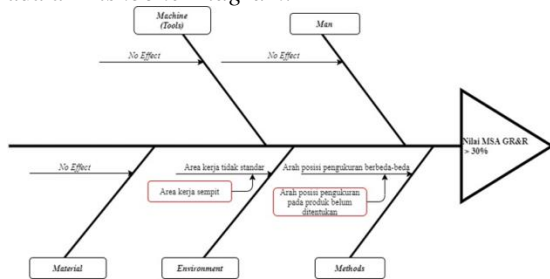
Measurement Unit Analysis	Nilai
Equipment Variation (EV)	0.0150
Appraiser Variation (AV)	0.0101
Repeatability and Reproducibility (R&R)	0.0181
Part Variability (PV)	0.0479
Total Variation (TV)	0.0512
% Measurement System Analysis	
% Equipment Variation (EV)	29.2364%
% Appraiser Variation (AV)	19.7271%
% Repeatability and Reproducibility (R&R)	35.3693%
% Part Variability (PV)	93.5739%
Number Distinct Categories (Ndc)	3.7409

Dari pengolahan data didapatkan pada Tabel 2 dan Tabel 3 nilai Gage R&R dan ndc pada Digital Caliper masing-masing sejumlah 97.5139% dan 0.3204. Pada Depth Caliper didapatkan nilai Gage R&R dan ndc

masing-masing sejumlah 35.2693% dan 3.7409. Maka dari hasil tersebut menunjukkan bahwa hasil penelitian tergolong gagal atau tidak layak karena nilai *Gage R&R* >30% dan nilai *ndc* <5.

**Analisa Sebab Akibat**

Analisa sebab akibat digunakan untuk mengetahui penyebab permasalahan dan akibat yang ditimbulkan dari permasalahan tersebut. *Tools* yang digunakan pada analisa sebab akibat adalah *Fishbone Diagram*. Berikut adalah *Fishbone Diagram*:



Gambar 4. *Fishbone Diagram*

**Rencana Perbaikan**

Berdasarkan analisa dari *Fishbone Diagram*, dibuatlah rencana perbaikan dengan menggunakan 5W+1H.

Tabel 4. 5W+1H

What	Why	How	Where	When	Target
Nilai <i>Gage Repeatability and Reproducibility</i> >30%	Belum ditentukan posisi pengukuran	Menetapkan arah posisi pengukuran	<i>Measurement Room</i>	19-Apr-22	Arah pengukuran tiap <i>man power</i> sama
	Area kerja tidak standar	menggunakan <i>jig</i> dan meja untuk melakukan pengukuran	<i>Measurement Room</i>	19-Apr-22	Area kerja menjadi standar

**Improvement**

**Langkah-Langkah Perbaikan**

1. *Methods*

Perbaikan metode yang pertama adalah cara pengukuran produk. Dari hasil pengamatan pada pengambilan data pertama, *appraiser* menggunakan alat ukur dengan posisi yang berbeda-beda, maka ditentukan *range* area pengukuran.



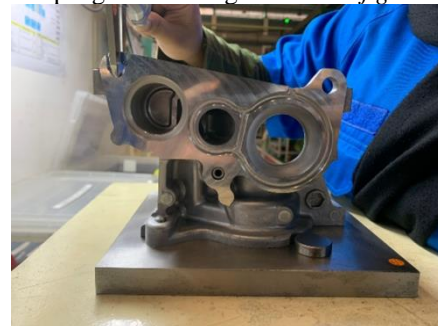
Gambar 5. Tampak kiri arah posisi pengukuran



Gambar 6. Tampak kanan arah posisi pengukuran

2. *Environment*

Pada pengambilan data pertama, area kerja yang digunakan adalah di *Measurement Room* dengan posisi yang tidak standar sehingga pengukuran yang dilakukan oleh *appraiser* tidak berjalan maksimal, maka peneliti mengevaluasi area kerja yang digunakan dengan melakukan pengukuran di atas meja rata dan melakukan pengukuran dengan bantuan *jig*.



Gambar 7. Penggunaan *jig* pada *Digital Caliper*



Gambar 8. Penggunaan *jig* pada *Depth Caliper*

**Pengambilan data Measurement System Analysis setelah improvement**

TRIAL	PART										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A1	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.07	0.02	-0.04	0.02	0.07	-0.04	
A2	-0.04	-0.03	-0.04	-0.04	-0.07	0.03	-0.04	0.02	0.07	-0.04	
A3	-0.04	-0.03	-0.04	-0.04	-0.07	0.03	-0.04	0.02	0.07	-0.04	
AVG	-0.04	-0.03	-0.04	-0.04	-0.07	0.03	-0.04	0.02	0.07	-0.04	Xa = -0.019
RANGE	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	Ra = 0.0020
TRIAL	PART										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
B1	-0.04	-0.03	-0.04	-0.04	-0.07	0.02	-0.04	0.02	0.07	-0.04	
B2	-0.04	-0.03	-0.04	-0.04	-0.07	0.02	-0.04	0.02	0.07	-0.04	
B3	-0.04	-0.03	-0.04	-0.04	-0.07	0.02	-0.04	0.02	0.07	-0.04	
AVG	-0.04	-0.03	-0.04	-0.04	-0.07	0.02	-0.04	0.02	0.07	-0.04	Xb = -0.019
RANGE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Rb = 0.0000
TRIAL	PART										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	-0.04	-0.03	-0.04	-0.04	-0.07	0.02	-0.04	0.02	0.07	-0.04	
2	-0.04	-0.03	-0.04	-0.04	-0.07	0.02	-0.04	0.02	0.07	-0.04	
3	-0.04	-0.03	-0.04	-0.04	-0.07	0.02	-0.04	0.02	0.07	-0.04	
AVG	-0.04	-0.03	-0.04	-0.04	-0.07	0.02	-0.04	0.02	0.07	-0.04	Xc = -0.0190
RANGE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Rc = 0.0000
Part AVG	-0.04	-0.03	-0.04	-0.04	-0.07	0.02	-0.04	0.02	0.07	-0.04	Xp = -0.0189
											Rp = 0.1400
(Ra + Rb + Rc) / 3 = R = 0.0007											
MAX(Xa;Xb;Xc) - MIN(Xa;Xb;Xc) = XDIFF = 0.0003											
R x D4 = UCLR = 0.0017											
*If measurement repetition man = 3,27 *If measurement repetition man = 3, D4 = 2.58											

Gambar 9. MSA GR&R Digital Caliper

TRIAL	PART										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
A1	-0.06	-0.02	-0.1	0.03	0.04	-0.07	0.04	0.05	-0.07	-0.06	
A2	-0.06	-0.02	-0.1	0.03	0.04	-0.06	0.03	0.05	-0.07	-0.05	
A3	-0.06	-0.01	-0.1	0.03	0.04	-0.06	0.05	0.05	-0.07	-0.06	
AVG	-0.06	-0.02	-0.10	0.03	0.04	-0.06	0.04	0.05	-0.07	-0.06	Xa = -0.0207
RANGE	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	Ra = 0.0050
TRIAL	PART										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
B1	-0.06	-0.01	-0.1	0.03	0.04	-0.06	0.04	0.05	-0.06	-0.06	
B2	-0.06	-0.01	-0.1	0.03	0.04	-0.06	0.04	0.05	-0.06	-0.06	
B3	-0.06	-0.01	-0.1	0.03	0.04	-0.06	0.04	0.05	-0.06	-0.06	
AVG	-0.06	-0.01	-0.10	0.03	0.04	-0.06	0.04	0.05	-0.06	-0.06	Xb = -0.0190
RANGE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Rb = 0.0000
TRIAL	PART										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	-0.07	-0.01	-0.1	0.03	0.04	-0.07	0.04	0.04	-0.07	-0.06	
2	-0.07	-0.01	-0.1	0.03	0.04	-0.07	0.05	0.04	-0.07	-0.06	
3	-0.07	-0.01	-0.1	0.03	0.04	-0.07	0.04	0.05	-0.07	-0.06	
AVG	-0.07	-0.01	-0.10	0.03	0.04	-0.07	0.04	0.04	-0.07	-0.06	Xc = -0.0223
RANGE	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	Rc = 0.0020
Part AVG	-0.06	-0.01	-0.10	0.03	0.04	-0.06	0.04	0.05	-0.07	-0.06	Xp = -0.0207
											Rp = 0.1478
(Ra + Rb + Rc) / 3 = R = 0.0023											
MAX(Xa;Xb;Xc) - MIN(Xa;Xb;Xc) = XDIFF = 0.0033											
R x D4 = UCLR = 0.0060											
*If measurement repetition man = 3,27 *If measurement repetition man = 3, D4 = 2.58											

Gambar 10. MSA GR&R Depth Caliper

Tabel 5. Pengolahan Data MSA GR&R Digital Caliper (2)

Measurement Unit Analysis	Nilai
Equipment Variation (EV)	0.0004
Appraiser Variation (AV)	0.0036
Repeatability and Reproducibility (R&R)	0.0036
Part Variability (PV)	0.0440
Total Variation (TV)	0.0442
% Measurement System Analysis	Nilai
% Equipment Variation (EV)	0.8912%
% Appraiser Variation (AV)	8.1911%
% Repeatability and Reproducibility (R&R)	8.2394%
% Part Variability (PV)	99.6600%
Number Distinct Categories (Ndc)	17.0547

Tabel 6. Pengolahan Data MSA GR&R Depth Caliper (2)

Measurement Unit Analysis	Nilai
Equipment Variation (EV)	0.0014
Appraiser Variation (AV)	0.0017
Repeatability and Reproducibility (R&R)	0.0022
Part Variability (PV)	0.0465
Total Variation (TV)	0.0465
% Measurement System Analysis	Nilai
% Equipment Variation (EV)	2.9621%
% Appraiser Variation (AV)	3.6696%
% Repeatability and Reproducibility (R&R)	4.7159%
% Part Variability (PV)	99.8887%
Number Distinct Categories (Ndc)	29.8656

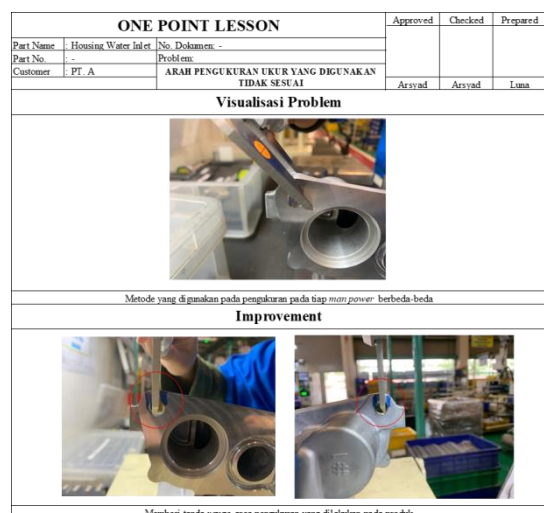
Dari pengolahan data didapatkan pada Tabel 5 dan Tabel 6 nilai Gage R&R dan ndc. Pada Depth Caliper didapatkan nilai Gage R&R dan ndc masing-masing sejumlah 4.7159% dan 29.8656. Maka dari hasil tersebut menunjukkan bahwa hasil penelitian tergolong berhasil atau layak karena nilai Gage R&R <10% dan nilai ndc >5.

**Control**

Berdasarkan *improvement* yang dilakukan, dibuatlah *control* untuk menetapkan standarisasi serta mengontrol dan mempertahankan proses yang telah diperbaiki dan ditingkatkan tersebut dalam jangka panjang dan mencegah potensi permasalahan yang akan terjadi dikemudian hari ataupun pergantian proses, tenaga kerja, maupun pergantian manajemen.

1. *One Point Lesson*

*One Point Lesson* adalah dokumen yang menjelaskan secara visual dan singkat dalam satu poin. *One Point Lesson* dilakukan untuk menetapkan standarisasi pada faktor *methods* agar *appraiser* melakukan pengukuran pada arah posisi yang seragam.



Gambar 11. *One Point Lesson*

2. *Kalibrasi Jig*

Kalibrasi *jig* dilakukan setiap 12 bulan sekali dengan menggunakan *CMM*.

### Quality, Cost, Delivery, Safety, and Moral (QCDSM)

Diharapkan dengan adanya *improvement* ini juga dapat menghasilkan pengaruh terhadap *QCDSM* sebagai berikut:

#### 1. *Quality*

Sistem pengukuran sudah terjamin kelayakannya sehingga dapat memberikan hasil pengukuran sesuai nilai aktual sehingga dapat memberikan *judgement* yang sesuai dan dapat menjamin kualitas produk.

#### 2. *Cost*

Didapatkan keuntungan karena sistem pengukuran layak digunakan sehingga dapat terjamin untuk tidak terjadi kesalahan saat melakukan pengukuran produk yang akan mengakibatkan kerugian pada perusahaan.

#### 3. *Delivery*

Mencegah *terflow-outnya* barang *reject* ke *customer*

#### 4. *Safety*

Pada *improvement* penelitian ini tidak berpengaruh apapun ke aspek *safety*.

#### 5. *Moral*

Dengan adanya *One Point Lesson* diharapkan *man power* menjadi lebih memahami bagian mana yang akan diukur dan metode yang digunakan *man power* menjadi seragam.

### IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa:

1. Hasil dari *Measurement System Analysis* dengan alat ukur *Digital Caliper* yang semula memiliki nilai *Gage R&R* dan *ndc* masing-masing sejumlah 97.5139% dan 0.3204% menjadi 8.2394% dan 17.0547%. Maka dari hasil *improvement* yang dilakukan didapatkan penurunan *Gage R&R* sebanyak 89.2745% dan kenaikan *ndc* sebanyak 16.7343%.
2. Hasil dari *Measurement System Analysis* dengan alat ukur *Depth Caliper* yang semula memiliki nilai *Gage R&R* dan *ndc* masing-masing sejumlah 35.2693% dan 3.7409% menjadi 4.7159% dan 29.8656%. Maka dari hasil *improvement* yang dilakukan didapatkan penurunan *Gage R&R* sebanyak 30.5534% dan kenaikan *ndc* sebanyak 26.1247%.
3. Dari data *Measurement System Analysis Gage R&R* maka sesuai kriteria yang ditetapkan *Measurement System Analysis Gage R&R* yang dilakukan dalam penelitian ini layak untuk digunakan sehingga dapat terjamin kualitasnya dari segi pengukuran selama *manpower* yang digunakan adalah orang yang sama.

### V. KUTIPAN DAN DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. L. Setyabudhi, O. Veza, D. Meldra, N. C. Abdurahman, and M. R. R. Saputra, "PENERAPAN METODE MEASUREMENT SYSTEM ANALYSIS GAGE R&R PADA PENGUKURAN PRODUK BASE PLATE MAGAZINE," *J. REKAYASA Sist. Ind.*, vol. 6, no. 2, pp. 86–89, 2021.
- [2] S. Budiantono, S. M. Retnaningsih, and D. F. Aksioma, "Measurement System Analysis Repeatability dan Reproducibility (Gauge R&R) pada Alat Vickers Hardness Tester Di PT Jaykay Files Indonesia," *J. Sains dan Seni ITS*, vol. 5, no. 2, 2016.
- [3] I. Tahir, "Arti Penting Kalibrasi pada Proses Pengukuran Analitik: Aplikasi pada Penggunaan pHmeter dan Spektrofotometer UV-VIS," *Yogyakarta Univ. Gajah Mada*, 2008.
- [4] D. P. Lynch, S. Bertolino, and E. Cloutier, "How to scope DMAIC projects," *Qual. Prog.*, vol. 36, no. 1, pp. 37–41, 2003.
- [5] Chrysler Group LLC, Ford Motor Company, General Motors Corporation, *Measurement Systems Analysis: Reference Manual*, vol. 4. 2010.