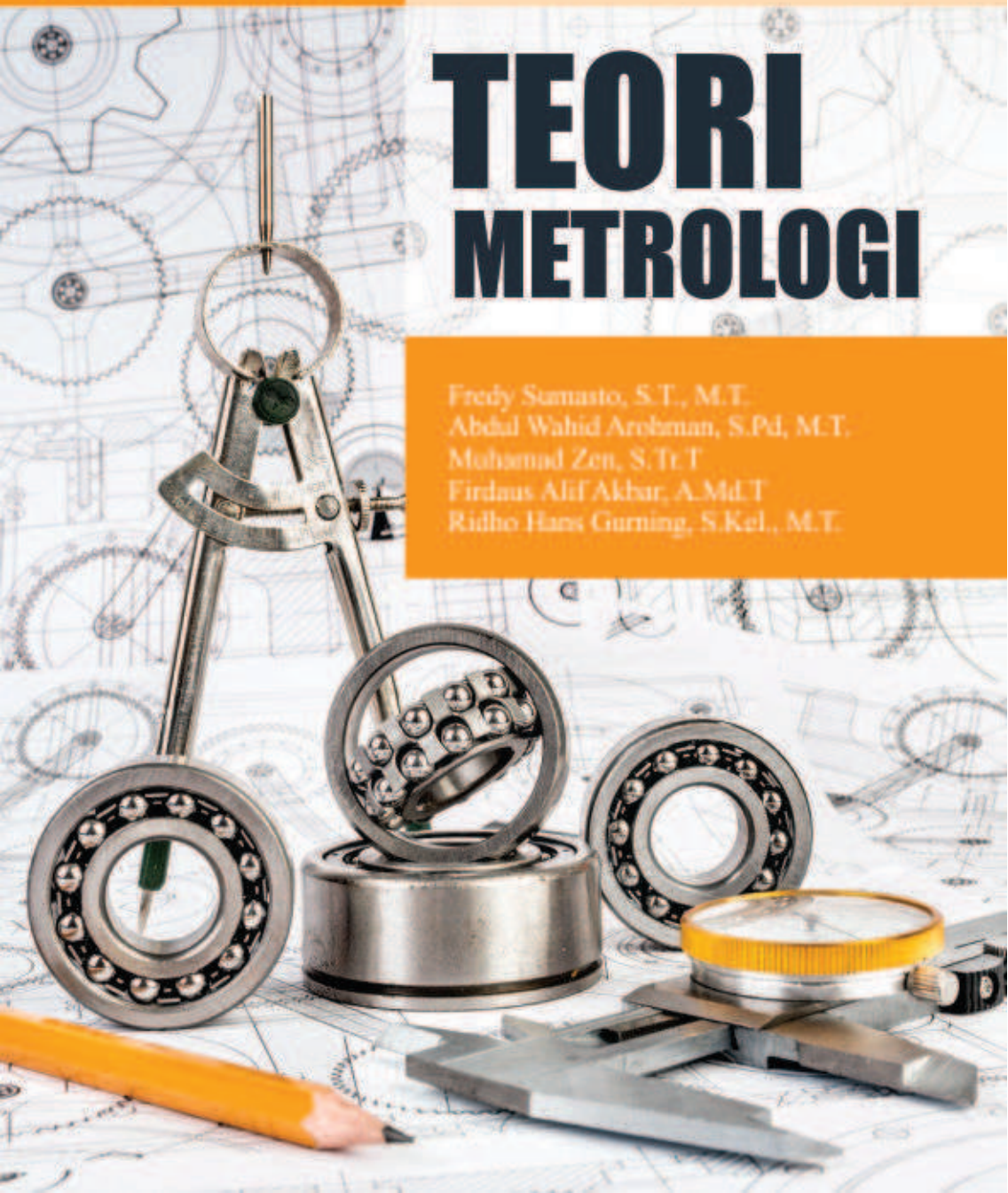




Dasar-Dasar

TEORI METROLOGI

Fredy Sumasto, S.T., M.T.
Abdul Wahid Arobman, S.Pd, M.T.
Muhammad Zen, S.T, T
Firdaus Alif Akbar, A.Md.T
Ridho Hans Gurning, S.Kel., M.T.



Dasar-Dasar TEORI METROLOGI

Buku Dasar-Dasar Teori Metrologi menawarkan panduan lengkap tentang ilmu pengukuran, yang dirancang untuk memberikan pemahaman mendalam mengenai teori serta aplikasi praktis metrologi dalam industri dan sains. Disusun secara sistematis dari konsep dasar hingga teknik pengukuran lanjutan, buku ini merupakan sumber referensi berharga bagi mahasiswa, profesional, dan praktisi di bidang pengukuran.

Pada BAB 1, pembaca diperkenalkan pada konsep Metrologi sebagai ilmu pengukuran yang esensial dalam berbagai bidang. Bab ini membahas pentingnya pengukuran presisi dan peran standar internasional dalam menjaga konsistensi dan akurasi pengukuran.

BAB 2 mengulas berbagai Alat Ukur Linear, meliputi prinsip kerja, jenis alat ukur yang sering digunakan, dan cara penggunaannya. Pembaca akan mempelajari alat seperti kaliper dan mikrometer secara detail, serta memahami perbedaan dalam tingkat akurasi dan aplikasinya.

Pada BAB 3 dan 4, buku ini membahas topik penting tentang Kalibrasi dan Toleransi, yang mengajarkan bagaimana memastikan alat ukur tetap dalam kondisi akurat melalui kalibrasi yang tepat serta pentingnya toleransi dalam proses produksi dan inspeksi.

BAB 5 mengupas Standar Pengukuran ISO dan ASME, serta peran penting Coordinate Measuring Machine (CMM) dalam industri modern. Bab ini menjelaskan berbagai tipe CMM, aplikasinya dalam kontrol kualitas, serta bagaimana mencegah kesalahan pengukuran dengan alat yang kompleks ini.

BAB 6 membahas konsep Ketidakpastian dalam Pengukuran, yaitu bagaimana mengidentifikasi dan mengurangi sumber-sumber ketidakpastian dari alat, metode, dan operator pengukuran. Pembaca akan belajar teknik estimasi ketidakpastian menggunakan metode statistik dan pendekatan praktis untuk memastikan keandalan hasil pengukuran.

Pada BAB 7, fokus diberikan pada metode Measurement System Analysis (MSA), yang sangat penting untuk memastikan akurasi dan presisi sistem pengukuran. Bab ini mencakup konsep seperti bias, linearitas, repeatability, reproducibility, serta studi Gage R&R untuk mengukur kualitas sistem pengukuran dalam praktik.

Terakhir, BAB 8 menyelami lebih dalam penerapan metode Analysis of Variance (ANOVA) dalam MSA, serta cara menerapkan Gage R Study untuk menganalisis variasi sistem pengukuran. Langkah-langkah praktis dan studi kasus nyata membantu pembaca memahami konsep ini secara aplikatif.

Secara keseluruhan, buku ini menyajikan fondasi yang kuat dan keterampilan praktis dalam metrologi, memberikan pembaca alat untuk memastikan bahwa setiap pengukuran yang dilakukan di laboratorium atau pabrik dapat diandalkan, akurat, dan sesuai dengan standar internasional.



☎ 0858 5343 1992
✉ eurekaediaaksara@gmail.com
📍 Jl. Banjaran RT.20 RW.10
Bojongsari - Purbalingga 53362

ISBN 978-623-516-563-9



DASAR-DASAR TEORI METROLOGI

Fredy Sumasto, S.T., M.T.
Abdul Wahid Arohman, S.Pd, M.T.
Muhamad Zen, S.Tr.T
Firdaus Alif Akbar, A.Md.T
Ridho Hans Gurning, S.Kel., M.T.



eureka
media aksara

PENERBIT CV. EUREKA MEDIA AKSARA

DASAR-DASAR TEORI METROLOGI

Penulis : Fredy Sumasto, S.T., M.T.
Abdul Wahid Arohman, S.Pd, M.T.
Muhamad Zen, S.Tr.T
Firdaus Alif Akbar, A.Md.T
Ridho Hans Gurning, S.Kel., M.T.

Desain Sampul : Eri Setiawan

Tata Letak : Laelatul Qodriyah

ISBN : 978-623-516-563-9

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA, OKTOBER 2024**
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO. 225/JTE/2021

Redaksi:

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992
Surel : eurekamediaaksara@gmail.com
Cetakan Pertama : 2024

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh
isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun,
termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman
lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

PRAKATA

Puji syukur kami ucapkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, berkat rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan buku yang berjudul Dasar-Dasar Teori Metrologi.

Pembahasan dalam buku ini meliputi Pendahuluan Metrologi, Geometri, Dimensi, dan Toleransi, Alat Ukur, Presisi dan Akurasi, Standard ISO dan ASME, Coordinate Measuring Machine (CMM), Ketidakpastian dalam Pengukuran, Measurement System Analysis.

Secara keseluruhan, Buku Dasar-Dasar Teori Metrologi ini merupakan sebuah referensi berharga bagi akademisi, praktisi, serta masyarakat umum terkait metrologi.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam buku ini. Oleh karena itu, penulis dengan lapang dada menerima kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan di masa mendatang. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya.

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
BAB 1 PENDAHULUAN METROLOGI.....	1
A. Tujuan Umum.....	1
B. Tujuan Khusus.....	1
C. Pengertian Metrologi.....	2
D. Manfaat Pengukuran pada Industri.....	3
E. Istilah dalam Pengukuran.....	5
F. Evaluasi Pembelajaran	7
BAB 2 GEOMETRI, DIMENSI, DAN TOLERANSI.....	8
A. Tujuan Umum.....	8
B. Tujuan Khusus.....	8
C. Pengertian Geometri.....	9
D. Pengertian Dimensi	10
E. Elemen Geometri	12
F. Penyimpangan Geometri	14
G. Toleransi Geometri	16
H. Evaluasi Pembelajaran	18
BAB 3 ALAT UKUR.....	20
A. Tujuan Umum.....	20
B. Tujuan Khusus.....	20
C. Jenis Alat Ukur.....	21
D. Klasifikasi Alat Ukur.....	26
E. Pemakaian Alat Ukur.....	29
F. Evaluasi Pembelajaran	31
BAB 4 PRESISI DAN AKURASI	32
A. Tujuan Umum.....	32
B. Tujuan Khusus.....	32
C. Presisi dan Akurasi.....	33
D. Error dalam Pengukuran	36
E. Evaluasi Pembelajaran	37
BAB 5 STANDARD ISO DAN ASME	39
A. Tujuan Umum.....	39
B. Tujuan Khusus.....	39

	C. Pengertian Standard ISO dan ASME.....	40
	D. Standard ISO pada Metrologi	42
	E. Evaluasi Pembelajaran.....	44
BAB 6	COORDINATE MEASURING MACHINE (CMM) ...	45
	A. Tujuan Umum	45
	B. Tujuan Khusus.....	45
	C. Pengenalan tentang CMM.....	47
	D. Pertimbangan untuk Aplikasi CMM.....	50
	E. Sumber-sumber Error pada CMM.....	53
	F. Evaluasi Pembelajaran.....	55
BAB 7	KETIDAKPASTIAN DALAM PENGUKURAN	56
	A. Tujuan Umum	56
	B. Tujuan Khusus.....	56
	C. Sumber-sumber Ketidakpastian	58
	D. Tujuan Estimasi Ketidakpastian	60
	E. Metode Estimasi Ketidakpastian	62
	F. Evaluasi Pembelajaran.....	64
BAB 8	MEASUREMENT SYSTEM ANALYSIS	65
	A. Tujuan Umum	65
	B. Tujuan Khusus.....	65
	C. Pengertian Measurement System Analysis (MSA) ...	67
	D. Variable Measurement System Study	68
	E. Menentukan Bias dengan Control Chart Method	71
	F. Menentukan Repeatability dan Reproducibility	73
	G. Average and Range Method.....	75
	H. Analysis of Variance (ANOVA) Method pada MSA	77
	I. Gage R Study pada MSA	80
	J. Evaluasi Pembelajaran.....	83
	APPENDIX.....	84
	DAFTAR PUSTAKA	99
	TENTANG PENULIS	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Jenis - jenis Pengukuran Suatu Produk.....	12
Gambar 2.2	Toleransi geometri perpendicularity (ketidaklurusan).....	17
Gambar 3.1	Pengukuran Skala Mistar.....	22
Gambar 3.2	Pembacaan Skala Jangka Sorong.....	23
Gambar 3.3	Pembacaan Skala Mikrometer Sekrup.....	23
Gambar 3.4	Busur Derajat.....	24
Gambar 3.5	Posisi Alat Klinometer Digital.....	24
Gambar 3.6	Neraca tinga lengan.....	25
Gambar 3.7	Skema dan contoh dari suatu proyeksi optic.....	27
Gambar 4.1	Ilustrasi dari resolusi, trueness dan presisi.....	35
Gambar 6.1	Contoh CMM untuk memverifikasi berbagai macam toleransi geometri dan dimensial (3D dan 2D).....	47
Gambar 6.2	(kiri) sistem probing pasif dan (kanan) sistem probing aktif.....	49
Gambar 6.3	Berbagai-macam konfigurasi CMM kartesian.	51

BAB 1

PENDAHULUAN METROLOGI

A. Tujuan Umum

Materi ini bertujuan untuk memberikan pemahaman dasar tentang metrologi, yang merupakan ilmu pengukuran yang mencakup teori, metode, dan aplikasi pengukuran dalam berbagai bidang industri dan ilmiah. Melalui pembelajaran ini, mahasiswa diharapkan dapat memahami pentingnya pengukuran yang akurat, konsisten, dan dapat diandalkan, serta bagaimana standar pengukuran, kalibrasi, dan ketertelusuran berperan dalam menjaga kualitas dan efisiensi proses industri. Selain itu, mahasiswa akan memahami bagaimana pengukuran yang akurat membantu dalam memenuhi standar internasional dan mengoptimalkan proses produksi untuk meningkatkan kualitas produk dan mengurangi biaya.

B. Tujuan Khusus

1. Pemahaman Metrologi Dasar

Mahasiswa diharapkan dapat memahami konsep dasar metrologi, termasuk definisi pengukuran, pentingnya akurasi dan konsistensi pengukuran, serta peran standar pengukuran dalam berbagai industri. Mereka juga diharapkan untuk memahami bagaimana pengukuran yang tepat memengaruhi kualitas produk dan efisiensi proses produksi.

BAB

2

GEOMETRI, DIMENSI, DAN TOLERANSI

A. Tujuan Umum

Materi ini bertujuan untuk memberikan pemahaman mendalam kepada mahasiswa mengenai konsep dasar geometri, dimensi, elemen-elemen geometris, penyimpangan geometri, dan toleransi geometri dalam konteks metrologi. Dengan memahami konsep-konsep ini, mahasiswa akan mampu mengaplikasikan teknik pengukuran yang akurat dan relevan dalam berbagai aplikasi industri, serta memahami pentingnya toleransi dan pengendalian penyimpangan dalam proses produksi untuk memastikan kualitas produk.

B. Tujuan Khusus

1. Memahami Konsep Geometri dalam Metrologi

Mahasiswa diharapkan mampu menjelaskan konsep geometri dalam konteks metrologi, termasuk pengukuran panjang, sudut, dan bentuk geometris lainnya, serta memahami aplikasi praktisnya dalam industri seperti manufaktur dan konstruksi.

2. Menguasai Teknik Pengukuran Dimensi

Mahasiswa akan mempelajari alat ukur yang digunakan untuk mengukur dimensi panjang, lebar, tinggi, atau diameter objek, serta mampu melakukan pengukuran dengan akurasi tinggi menggunakan alat-alat seperti mistar, jangka sorong, dan mikrometer.

BAB

3

ALAT UKUR

A. Tujuan Umum

Materi ini bertujuan untuk memberikan pemahaman mendalam mengenai berbagai jenis alat ukur yang digunakan dalam pengukuran fisik. Mahasiswa diharapkan mampu mengidentifikasi, memahami prinsip kerja, dan mengoperasikan alat ukur sesuai dengan fungsinya. Selain itu, mahasiswa akan memahami pentingnya pemakaian yang tepat, kalibrasi, serta pemeliharaan alat ukur untuk memastikan hasil pengukuran yang akurat dan konsisten, baik di lingkungan laboratorium maupun industri.

B. Tujuan Khusus

1. Memahami Jenis-Jenis Alat Ukur

Mahasiswa akan mampu mengklasifikasikan alat ukur berdasarkan jenis pengukuran yang dilakukan, seperti alat ukur panjang, sudut, dan massa. Mereka akan memahami karakteristik dan fungsi masing-masing alat ukur, termasuk contoh penggunaan yang relevan dalam berbagai industri. Misalnya, mahasiswa akan dapat menjelaskan penggunaan jangka sorong untuk pengukuran diameter dan kedalaman, serta aplikasi busur derajat dan klinometer untuk pengukuran sudut.

BAB

4

PRESISI DAN AKURASI

A. Tujuan Umum

Materi ini bertujuan untuk mahasiswa diharapkan dapat memahami konsep presisi dan akurasi dalam pengukuran, serta mengenali berbagai jenis error yang terjadi dalam proses pengukuran. Mahasiswa juga akan dapat menerapkan prinsip-prinsip ini untuk meningkatkan ketelitian dan keandalan hasil pengukuran di berbagai aplikasi industri maupun ilmiah.

B. Tujuan Khusus

1. Memahami Definisi Presisi dan Akurasi

Mahasiswa akan dapat menjelaskan perbedaan antara presisi dan akurasi, serta mengidentifikasi contoh-contoh situasi di mana suatu alat ukur menunjukkan presisi tinggi namun akurasi rendah, atau sebaliknya.

2. Mengidentifikasi Error dalam Pengukuran

Mahasiswa diharapkan mampu memahami dua jenis utama kesalahan dalam pengukuran, yaitu error sistematis dan error acak. Mereka akan mempelajari bagaimana error ini mempengaruhi hasil pengukuran dan langkah-langkah yang dapat diambil untuk meminimalkan dampaknya.

3. Mengevaluasi Presisi dan Akurasi dalam Pengukuran

Mahasiswa akan mampu melakukan evaluasi terhadap presisi dan akurasi hasil pengukuran dengan menggunakan alat ukur yang berbeda, serta memahami

BAB 5

STANDARD ISO DAN ASME

A. Tujuan Umum

Materi ini bertujuan untuk memperkenalkan dan menjelaskan standar internasional yang relevan dalam metrologi, khususnya yang ditetapkan oleh ISO (International Organization for Standardization) dan ASME (American Society of Mechanical Engineers). Dengan memahami standar-standar ini, mahasiswa diharapkan dapat mengaplikasikan prinsip-prinsip kualitas dan akurasi dalam pengukuran serta meningkatkan pemahaman mereka mengenai peran standar dalam memastikan konsistensi dan keandalan di berbagai industri. Materi ini akan memberikan wawasan mendalam tentang bagaimana standar ISO dan ASME berkontribusi pada kualitas, keselamatan, dan efisiensi dalam praktik metrologi.

B. Tujuan Khusus

1. Memahami Pengertian Standard ISO dan ASME

Mahasiswa diharapkan dapat menjelaskan definisi dan tujuan dari standar ISO dan ASME, serta perbedaan utama di antara keduanya. Mereka akan memahami bagaimana masing-masing standar berfungsi dalam konteks industri global dan teknik mesin.

2. Menganalisis Penerapan Standard ISO dalam Metrologi

Mahasiswa akan dapat mengidentifikasi dan menjelaskan standar ISO yang relevan dalam metrologi, seperti ISO 9001, ISO 17025, dan ISO 10360. Mereka akan

BAB

6

COORDINATE MEASURING MACHINE (CMM)

A. Tujuan Umum

Materi ini bertujuan untuk memberikan pemahaman mendalam tentang alat ukur Coordinate Measuring Machine (CMM), yang merupakan perangkat kunci dalam pengukuran dimensi dan geometri objek dengan presisi tinggi. Materi ini akan membekali mahasiswa dengan pengetahuan tentang berbagai jenis CMM, aplikasi praktisnya, serta faktor-faktor yang mempengaruhi akurasi pengukuran. Dengan memahami konsep dasar dan teknik penggunaan CMM, mahasiswa diharapkan dapat menerapkan pengetahuan ini dalam konteks industri untuk memastikan kualitas dan keandalan produk.

B. Tujuan Khusus

1. Memahami Konsep Dasar CMM
 - a. Mahasiswa akan dapat menjelaskan apa itu Coordinate Measuring Machine (CMM), termasuk cara kerja dan fungsi utamanya dalam mengukur dimensi fisik dan geometris objek.
 - b. Mahasiswa akan memahami peran CMM dalam berbagai industri, seperti otomotif dan aerospace, serta bagaimana alat ini digunakan untuk memastikan kualitas produk.

BAB

7

KETIDAKPASTIAN DALAM PENGUKURAN

A. Tujuan Umum

Materi ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang komprehensif kepada mahasiswa mengenai konsep ketidakpastian dalam pengukuran. Mahasiswa diharapkan mampu mengenali, mengidentifikasi, dan mengelola berbagai sumber ketidakpastian yang terjadi dalam proses pengukuran. Selain itu, mereka juga diharapkan untuk mampu memahami pentingnya estimasi ketidakpastian dalam meningkatkan keandalan hasil pengukuran, memastikan kualitas pengukuran, serta memenuhi persyaratan standar internasional dan regulasi yang berlaku di bidang metrologi.

B. Tujuan Khusus

1. Memahami Sumber-Sumber Ketidakpastian

Mahasiswa diharapkan dapat mengidentifikasi dan memahami berbagai sumber ketidakpastian dalam pengukuran, seperti ketidakpastian yang berasal dari alat ukur, metode pengukuran, dan faktor operator. Mereka akan mempelajari bagaimana setiap sumber ketidakpastian ini dapat memengaruhi hasil pengukuran dan bagaimana cara mengurangnya melalui kalibrasi rutin, standarisasi metode, serta pelatihan operator.

BAB

8

MEASUREMENT SYSTEM ANALYSIS

A. Tujuan Umum

Materi ini bertujuan untuk memberikan pemahaman mendalam kepada mahasiswa tentang Measurement System Analysis (MSA) dan pentingnya dalam memastikan keakuratan dan presisi sistem pengukuran. Melalui materi ini, mahasiswa diharapkan mampu mengidentifikasi, menganalisis, dan mengurangi variasi dalam sistem pengukuran, serta menerapkan berbagai metode analisis untuk meningkatkan kualitas data pengukuran yang digunakan dalam proses industri.

B. Tujuan Khusus

1. Memahami Pengertian MSA
 - a. Mahasiswa mampu menjelaskan definisi dasar MSA dan pentingnya dalam konteks pengukuran industri.
 - b. Mahasiswa memahami tujuan utama MSA dalam mengidentifikasi dan mengurangi variasi dalam sistem pengukuran.
2. Mempelajari Variable Measurement System Study
 - a. Mahasiswa dapat menjelaskan konsep studi sistem pengukuran variabel yang melibatkan data kontinu.
 - b. Mahasiswa mampu menerapkan teknik pengumpulan data dan analisis statistik untuk mengevaluasi sistem pengukuran variabel.

DAFTAR PUSTAKA

- About ISO 10360 Standards for CMMs | Hexagon.* (n.d.). Retrieved September 11, 2024, from <https://hexagon.com/resources/resource-library/about-iso-10360-standards-cmms>
- Al-Refaie, A., & Bata, N. (2010). Evaluating measurement and process capabilities by GR&R with four quality measures. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 43(6), 842–851. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2010.02.016>
- Aslam, M., & Bantan, R. A. R. (2020). A study on measurement system analysis in the presence of indeterminacy. *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, 166, 108201. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108201>
- Astuti, E.T., Mahendrawan, E., Solihat, I., Sutopo, E. H., Setyowati, A. D. (2021). Training Reading Dimensional Measuring Instrument Vernier Calipers And Micrometer Screw For The Measurement Of Engineering At Smk Sasmita Jaya 2, Pamulang Barat, Tangerang Selatan. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*. pISSN 2746-8232
- Curtis, M. A., & Farago, F. T. (2014). *Handbook of Dimensional Measurement* (5th ed.). Industrial Press Inc.
- Driyono, B., Jaya, M. N. (2020). *Innovation Design Of Digital Clinometer Papi (Precision Approach Path Indicator) Angle Measurer Instrument At Yogyakarta Adisutjipto International Airport*. *Jurnal Teknik dan Keselamatan Transportasi*. E-ISSN 2716-1196
- Down, M., Czubak, F., Gruska, G., Stahley, S., & Benham, D. (2010). *Measurement System Analysis* (4th ed.). General Motors Corporation.
- Henzold, G. (2006). *Geometrical Dimensioning and Tolerancing for Design, Manufacturing and Inspection* (Second). Elsevier.

- ISO/IEC 17025:2017 - *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*. (n.d.). Retrieved September 11, 2024, from <https://www.iso.org/standard/66912.html>
- ISO. (2012). Geometrical product specifications (GPS)-Geometrical tolerancing-Tolerances of form, orientation, location and run-out Spécification géométrique des produits (GPS)-Tolérancement géométrique-Tolérancement de forme, orientation, position et battement. *Iso 1101, 1101*, 2012.
- ISO 9001:2015 - *Quality management systems*. (n.d.). Retrieved September 11, 2024, from <https://www.iso.org/standard/62085.html>
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2017). Fisika Paket C Setara SMA/MA Modul 1.
- Placko, D. (2006). Metrology in Industry: The Key for Quality. In *Metrology in Industry: The Key for Quality*. <https://doi.org/10.1002/9780470612125>
- Suhanto. (2019). *Prototype Clinometer Digital sebagai Alat Kalibrasi Sudut Precision Approach Path Indicator*. Jurnal Penelitian
- Sumasto, F., Arliananda, D. A., Imansuri, F., Aisyah, S., & Purwojatmiko, B. H. (2023). Enhancing Automotive Part Quality in SMEs through DMAIC Implementation: A Case Study in Indonesian Automotive Manufacturing. *Quality Innovation Prosperity*, 27(3), 57-74. <https://doi.org/10.12776/QIP.V27I3.1889>
- Sumasto, F., Nugroho, Y. A., Purwojatmiko, B. H., Wirandi, M., Imansuri, F., & Aisyah, S. (2023). Implementation of Measurement System Analysis to Reduce Measurement Process Failures on Part Reinf BK6. *Indonesian Journal of Industrial Engineering & Management*, 4(2), 212-220. <https://doi.org/10.22441/ijiem.v4i2.20212>
- Sumasto, F., Nugroho, Y. A., Solih, E. S., Arohman, A. W., Agustin, D., & Permana, A. K. (2024). Enhancing Quality Control in the Indonesian Automotive Parts Industry: A Defect Reduction

Approach Through the Integration of FMEA and MSA. *Instrumentation Measure Metrologie*, 23(1), 43–53. <https://doi.org/10.18280/i2m.230104>

- Sumasto, F., Pratama, I. R., Imansuri, F., Hakim, A. R., & Samudra, B. (2024). Evaluation of Measurement System Analysis Techniques for Screw Shaft Manufacturing in Teaching Factory Setting. *Jurnal Inotera*, 9(1), 119–126. <https://doi.org/10.31572/inotera.vol9.iss1.2024.id311>
- Syam, W. P. (2018). *Metrologi Manufaktur: Pengukuran Geometri dan Analisis Ketidakpastian* (Issue January). <https://osf.io/preprints/inarxiv/zdfxm/>
- Wijanarko, H., Saputra, A. W., Suciningtyas, I. K. L. N., & Fatekha, R. A. (2022). An Implementation of Measurement System Analysis for IoT-Based Waste Management Development. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 18(4). <https://doi.org/10.17529/jre.v18i4.26910>
- Zhang, D., Liao, M., & Liu, T. (2020). Implementation and promotion of quality control circle: A starter for quality improvement in chinese hospitals. *Risk Management and Healthcare Policy*, 13, 1215–1224. <https://doi.org/10.2147/RMHP.S261998>

TENTANG PENULIS



Fredy Sumasto, S.T., M.T., lahir di Jakarta, Indonesia pada tahun 1990, memiliki reputasi yang baik di bidang teknik industri. Beliau memperoleh gelar Sarjana dari Institut Sains dan Teknologi Nasional pada tahun 2012, diikuti dengan gelar Magister dari Universitas Indonesia pada tahun 2018. Sejak tahun 2019, beliau telah membentuk pemikiran para insinyur masa depan sebagai Dosen Lektor di Jurusan Teknik Industri, Politeknik STMI Jakarta.

Sebagai seorang penulis yang ulung, ia telah menulis 41 artikel yang berpengaruh, berkontribusi secara signifikan terhadap pengetahuan di bidangnya. Minat penelitiannya terletak pada teknik industri, dengan fokus khusus pada teknik industri, manajemen limbah elektronik, lean manufacturing, dan peningkatan kualitas. Melalui perjalanan akademis dan profesionalnya, ia terus menginspirasi dan memimpin dalam mengejar keunggulan teknik.



Abdul Wahid Arohman, S.Pd., M.T., lahir di Rembang, Indonesia pada tahun 1994, memiliki keahlian khusus di bidang Teknik Mesin. Beliau memperoleh gelar Sarjana dari Universitas Sebelas Maret, Surakarta pada tahun 2016, diikuti dengan gelar Magister dari Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2019. Sejak tahun 2020, ia telah membentuk pikiran para insinyur masa depan sebagai Dosen Asisten Ahli di Jurusan Teknologi Rekayasa Otomotif, Politeknik STMI Jakarta.

Sebagai seorang penulis yang ulung, ia telah menulis 15 artikel berpengaruh, berkontribusi secara signifikan terhadap pengetahuan di bidangnya. Minat penelitiannya terletak pada bidang Teknik Mesin, dengan fokus pada analisis struktur, kinematika, dinamika, teknik material, metrologi, dan manufaktur.

Melalui perjalanan akademis dan profesionalnya, ia terus menginspirasi dan memimpin dalam mengejar keunggulan teknik..



Muhamad Zen, S.Tr.T, adalah staf pengajar di Politeknik STMI Jakarta, sebuah institusi pendidikan tinggi yang mengkhususkan diri dalam studi terkait industri dan manufaktur. Latar belakang akademis dan profesionalnya difokuskan pada bidang teknik dan teknologi, dengan keahlian di bidang-bidang seperti teknik industri, otomasi, dan sistem manufaktur. Beliau secara aktif terlibat dalam pengajaran, penelitian, dan berkontribusi dalam pengembangan program teknologi industri di politeknik. Selain itu, Muhamad Zen juga terlibat dalam proyek-proyek kolaboratif dengan mitra industri yang bertujuan untuk menjembatani pengetahuan akademis dan aplikasi praktis di bidang manufaktur.



Firdaus Alif Akbar, A.Md.T, adalah seorang profesional yang berafiliasi dengan Politeknik STMI Jakarta dan Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. Ia memiliki latar belakang akademis di bidang teknik manufaktur atau teknik industri, dengan gelar Ahli Madya Teknik (A.Md.T). Sebagai bagian dari institusi pendidikan vokasi, ia berperan dalam pengembangan keterampilan teknis mahasiswa yang siap bekerja di sektor industri, khususnya dalam bidang teknologi dan manufaktur.

Di Politeknik STMI Jakarta, Firdaus Alif Akbar berkontribusi pada pengajaran, penelitian, serta pengembangan metode pendidikan yang mendukung industri, sejalan dengan visi Kementerian Perindustrian untuk meningkatkan daya saing tenaga kerja Indonesia. Sebagai bagian dari Kementerian Perindustrian, ia juga terlibat dalam program-program yang bertujuan meningkatkan kemampuan industri nasional, termasuk peningkatan kapasitas sumber daya manusia di bidang manufaktur dan teknologi.



Ridho Hans Gurning, S.Kel., M.T., lahir di Ambon, Indonesia pada tahun 1993, memiliki prestasi yang menonjol di bidang teknik mesin. Ia memperoleh gelar Sarjana dari Universitas Diponegoro pada tahun 2016, dilanjutkan dengan gelar Magister dari Universitas Indonesia pada tahun 2022. Sejak tahun 2019, beliau mulai berkecimpung di dunia pendidikan sebagai pengajar di tingkat sekolah menengah sehingga penulis memantapkan diri untuk berkontribusi sebagai Dosen Asisten Ahli di perguruan tinggi, tepatnya di Jurusan Teknologi Rekayasa Otomotif Politeknik STMI Jakarta. Sebagai penulis, beliau telah menghasilkan beberapa artikel ilmiah yang sesuai dengan bidangnya. Melalui perjalanan akademis dan profesionalnya, ia terus menginspirasi dan mengejar keunggulan dalam bidang teknik.