

METROLOGI DALAM INDUSTRI MANUFAKTUR

Muhammad Akhsin Muflikhun

Budi Arifvianto

Muslim Mahardika

Urip Agus Salim



GADJAH MADA UNIVERSITY PRESS

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v	
DAFTAR ISI.....	vii	
DAFTAR TABEL.....	xiii	
DAFTAR GAMBAR.....	xv	
Bab I	Definisi dan Konsep Metrologi dalam Industri Manufaktur	1
1.1.	Definisi dan Sejarah Singkat Metrologi.....	1
1.2.	Inspeksi dalam Industri Manufaktur.....	3
1.3.	Peran Metrologi dalam Inspeksi di Industri Manufaktur.....	4
1.4.	Akurasi dan Presisi.....	5
Bab II	Cetak Biru, Gambar Teknik, dan Peranannya dalam Metrologi.....	9
2.1.	Cetak Biru.....	10
2.2.	Gambar Teknik, Jenis, dan Persyaratannya.....	11
2.3.	Ketika Gambar Selesai Dibuat, Apakah Perancangan Selesai?.....	15
2.4.	Pahami Data-Data yang Ditempatkan pada Gambar Teknik.....	17
2.5.	Kesalahan yang Paling Umum dalam Gambar Teknik.....	19
Bab III	Pengukuran.....	27
3.1.	Konsep Umum Pengukuran.....	27
3.2.	Kalibrasi Instrumen Pengukuran.....	28
3.3.	Kesalahan Sistematis dan Kesalahan Acak.....	28
3.3.1.	Kesalahan Sistematis.....	29
3.3.2.	Kesalahan Acak.....	30

3.4.	Pengukuran Langsung dan Tidak Langsung	34
3.4.1.	Pengukuran Langsung	34
3.4.2.	Pengukuran Tidak Langsung	35
3.5.	Dimensi dan Satuan	35
Bab IV	Batasan, Suaian, dan Toleransi	39
4.1.	Ketidakkuratan dalam Pengukuran	39
4.2.	Batasan Dimensi dan Toleransi	40
4.3.	Prinsip <i>Interchangeability</i>	42
4.4.	Jenis-Jenis Toleransi.....	44
4.4.1.	Toleransi Unilateral.....	44
4.4.2.	Toleransi Bilateral.....	45
4.4.3.	Toleransi Gabungan atau Toleransi Kompon	46
4.4.4.	Toleransi Geometri	46
4.4.5.	Akumulasi Nilai Toleransi	50
4.5.	<i>Maximum dan Minimum Metal Conditions</i>	52
4.6.	Suaian	52
4.6.1.	<i>Clearance Fits</i>	53
4.6.2.	<i>Interference Fits</i>	54
4.6.3.	<i>Transition Fits</i>	55
4.7.	Sistem <i>Hole</i> Basis dan <i>Shaft</i> Basis.....	56
4.8.	Contoh-Contoh Penggunaan Batasan, Toleransi, dan Suaian.....	57
Bab V	Pengukuran Besaran Panjang	63
5.1.	Alat Bantu Pengukuran Besaran Panjang	63
5.2.	Alat Ukur Besaran Panjang.....	65
5.2.1.	Mistar Baja.....	65
5.2.2.	<i>Depth Gauge</i>	69
5.2.3.	Kaliper	70
5.2.4.	Mikrometer	75
Bab VI	Pengukuran Besaran Sudut.....	79
6.1.	<i>Universal Bevel Protractor</i>	80
6.2.	<i>Sine Bar</i>	84
6.3.	<i>Angle Gauge</i>	85
6.4.	<i>Combination Set</i>	86

Bab VII	Metrologi Tidak Umum.....	89
7.1.	Pendahuluan.....	89
7.2.	Sistem Manufaktur Fleksibel (<i>Flexible Manufacturing System</i>)	89
7.3.	Mesin Pengukur Koordinat (<i>Coordinate Measuring Machines</i>).....	91
7.3.1.	Struktur CMM	92
7.3.2.	<i>Probe</i> dalam Struktur CMM.....	93
7.3.3.	Pemrograman dalam CMM	94
7.4.	CMM dalam Permesinan	99
7.4.1.	CMM Mesin Bubut.....	99
7.4.2.	CMM Mesin <i>Milling</i>	99
7.4.3.	CMM Mesin <i>Drilling</i>	100
7.4.4.	CMM dalam Inspeksi Otomatis.....	102
Bab VIII	Sistem Pengukuran	105
8.1.	Pendahuluan.....	105
8.2.	Standar Internasional dalam Pengukuran.....	106
8.3.	Pengukuran Akurasi dan Presisi.....	108
8.4.	Analisis Sistem Pengukuran.....	108
8.5.	Sistem Pengukuran <i>Linearity</i>	109
8.5.1.	<i>Best Fit Line</i>	111
8.5.2.	<i>End Point Line</i>	111
8.5.3.	<i>Terminal Line</i>	112
8.5.4.	<i>Least Square Line</i>	113
8.6.	Sistem Pengukuran <i>Resolution</i>	113
8.7.	<i>Treshold, Drift, Stability Zero, dan Loading Effect.</i> ..	114
8.8.	Sistem Respons	114
8.9.	Unsur Fungsional Sistem Pengukuran	115
8.9.1.	Detektor Primer-tahap Transduser	115
8.9.2.	Tahap Modifikasi Menengah	116
8.9.3.	Tahap Keluaran atau Penghentian.....	117
Bab IX	Transduser	119
9.1.	Pendahuluan.....	119
9.2.	Komponen Transduser	119
9.3.	Efisiensi Transfer.....	122

9.4.	Klasifikasi Transduser	123
9.4.1.	Transduser Primer dan Sekunder	123
9.4.2.	Transduser Berdasarkan Prinsip Transduksi	124
9.4.3.	Transduser Aktif dan Pasif	124
9.4.4.	Transduser Analog dan Digital	126
9.4.5.	Transduser Langsung dan Terbalik	126
9.4.6.	Transduser Nol dan Defleksi.....	127
9.5.	Syarat dan Kualitas Transduser	127
9.6.	Alat Modifikasi Antara	128
9.7.	Aplikasi Mekanis (<i>Mechanical Amplification</i>)	128
9.8.	Problem Temperatur dan Toleransi	129
9.9.	Keunggulan Perangkat Modifikasi Intermediasi Listrik	130
9.10.	<i>Electronic Amplifiers (Amplifier Elektronik)</i>	130
9.11.	Telemetry	131
9.12.	<i>Terminating Devices</i>	132
Bab X	Pengukuran Gaya, Torsi, dan Regangan.....	135
10.1.	Pendahuluan	135
10.2.	Pengukuran Gaya	137
10.3.	Pengukuran Regangan	137
10.4.	Pengukuran Gaya (<i>Load Cell</i>).....	140
10.5.	Balok Kantilever	142
10.6.	<i>Proving Rings</i>	143
10.7.	Pengukuran Torsi	144
10.8.	Pengukuran Regangan pada Hambatan Listrik.....	145
10.9.	Kegunaan dan Material <i>Strain Gauge</i>	146
10.10.	<i>Faktor Gauge</i>	148
Bab XI	Pengukuran Temperatur.....	151
11.1.	Pendahuluan	151
11.2.	Faktor Pengukuran Temperatur	152
11.3.	Alat Pengukur Temperatur	152
11.3.1.	Termokopel	152
11.3.2.	<i>Resistance Temperature Detectors (RTD)</i> ...	154
11.3.3.	Termistor	155
11.3.4.	Termometer Cair	156

11.3.5. Termometer Tekanan	158
11.3.6. <i>Bimetallic</i> Termometer	159
11.3.7. <i>Pyrometry</i>	161
Bab XII Pengukuran Tekanan	163
12.1. Pendahuluan	163
12.2. Skala Pengukuran Tekanan	164
12.3. Metode Pengukuran Tekanan.....	165
12.4. Satuan dan Faktor Konversi dalam Tekanan.....	166
12.5. Jenis-Jenis Alat Pengukur Tekanan.....	166
12.5.1. Ring Penyeimbang (<i>Ring Balance</i>)	166
12.5.2. Manometer Bel Terbalik (<i>Inverted Bell Manometer</i>).....	167
12.5.3. Transduser Elastik.....	168
12.5.4. Transduser Tekanan Listrik	171
12.5.5. <i>Piston Gauge</i> (Pengukur Piston).....	175
12.6. Pengukuran Hampa	177
12.6.1. Pengukur Hampa Ionisasi	177
12.6.2. Pengukur Hampa Pirani	178
12.6.3. Pengukur Hampa McLeod.....	179
12.7. Pengukuran Tekanan Tinggi.....	181
Bab XIII Nanometrologi.....	183
13.1. Pendahuluan tentang Nanometrologi	183
13.2. Teknologi Nano	185
13.3. Pentingnya Nanometrologi	191
13.4. Pengenalan Mikroskop Nano	192
13.5. Sistem Difraksi Sinar-X	196
BAB XIV Statistik Dasar dalam Metrologi.....	199
Referensi	205
Tentang Penulis	213