

TUGAS AKHIR

Pengukuran Akurasi dan Konsistensi Sensor Elektronik pada Model Kursi Antropometri Menggunakan Measurement System Analysis (MSA)



Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan Program Sarjana

Disusun oleh:

Edi Chandra
2019141008

Dosen Pembimbing :

Adi Nugroho, S.T., M.Eng
NIP/NIK : 1808.9.107

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS
TEKNIK
UNIVERSITAS UNIVERSAL BATAM
TAHUN 2023**

**Pengukuran Akurasi dan Konsistensi Sensor Elektronik pada
Model Kursi Antropometri Menggunakan Measurement
System Analysis (MSA)**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi salah satu syarat
Memperoleh gelar Sarjana**



**Oleh
Edi Chandra
2019141008**

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS UNIVERSAL
TAHUN 2023**

**PENGUKURAN AKURASI DAN KONSISTENSI SENSOR
ELEKTRONIK PADA MODEL KURSI ANTROPOMETRI
MENGUNAKAN *MEASUREMENT SYSTEM ANALYSIS (MSA)***

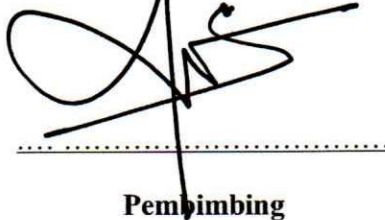
TUGAS AKHIR

**Untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana**

**Oleh
Edi Chandra
2019141008**

**Telah disetujui oleh Pembimbing pada tanggal
seperti tertera di bawah ini**

Batam,



**Pembimbing
Adi Nugroho, S.T., M. Eng.
NIDN 100109850**

Tugas Akhir

Pengukuran Akurasi dan Konsistensi Sensor Elektronik pada Model Kursi Antropometri Menggunakan Measurement System Analysis (MSA)

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan Pendidikan

Program Sarjana Disusun oleh:

Edi Chandra
2019141008

Dosen Pembimbing

(Adi Nugroho, S.T., M.Eng)

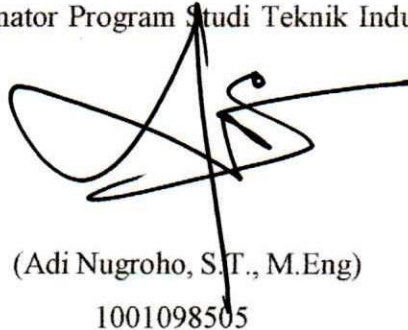
1001098505

Tanggal: 31 Juli 2023

BATAM, 21 Juni 2021

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS UNIVERSAL**

Koordinator Program Studi Teknik Industri

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right.

(Adi Nugroho, S.T., M.Eng)

1001098505

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Edi Chandra

Nim : 2019141008

Program Studi : Teknik Industri

Judul TA : Pengukuran Akurasi dan Konsistensi Sensor
Elektronik pada Model Kursi Antropometri
Menggunakan *Measurement System Analysis (MSA)*

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa tugas akhir yang saya tulis ini adalah benar-benar karya saya sendiri, bukan hasil jiplakan (plagiat), belum pernah diterbitkan atau dipublikasikan dimanapun atau dalam bentuk apapun, serta belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi.

Atas pernyataan ini, saya siap menerima sanksi apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap tugas akhir saya ini.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Batam,

Yang membuat pernyataan



Edi Chandra

2019141008

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan merancang model kursi antropometri berbasis sensor digital untuk meningkatkan tingkat akurasi dan presisi pengukuran. Hal ini diharapkan dapat mengurangi *human error* dalam proses pembacaan data secara manual, yaitu menggunakan meteran. Alat ukur antropometri berbasis sensor HC-SR04 yang telah dibuat dilakukan pengujian dengan mengambil data melalui 6 titik dimensi pengukuran antropometri, yaitu lebar sisi bahu, panjang lengan atas, panjang lengan bawah, tinggi lutut, panjang lutut, dan tinggi dalam posisi duduk. Proses pengukuran dilakukan oleh 3 orang yang masing-masing orang mengambil data sebanyak 3 pengulangan pada setiap titik pengukuran. Hasil pengolahan data menggunakan uji MSA *Gage R&R* serta menghitung presentase tingkat akurasi dan presisi alat ukur tersebut. Hasil pengujian data mendapatkan bahwa alat ukur memiliki *repeatability* dan *reproducibility* yang baik, serta memiliki tingkat presentasi akurasi dan presisi yang memenuhi SNI dengan presentase akurasi dan presisi $\geq 95\%$.

Kata Kunci : antropometri, kursi antropometri, sensor digital, akurasi dan presisi, *measurement system analysis*.

ABSTRACT

This research aims to design a digital sensor-based anthropometric chair model to improve the accuracy and precision of measurements. It is expected to reduce human errors in the manual data reading process using a tape measure. The anthropometric measuring device based on the HC-SR04 sensor has been created and tested by collecting data from 6 anthropometric measurement dimensions, including shoulder width, upper arm length, forearm length, knee height, knee length, and seated height. The measurement process was performed by 3 individuals, with each person taking 3 repetitions at each measurement point. The data processing results were evaluated using the MSA Gage R&R test, and the accuracy and precision levels of the measuring device were calculated as a percentage. The testing results indicate that the measuring device has good repeatability and reproducibility, as well as accuracy and precision levels that meet the national standard, with accuracy and precision percentages $\geq 95\%$.

Keywords: *anthropometry, anthropometric chair, digital sensor, accuracy and precision, measurement system analysis.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang menganugerahkan rahmat dan kasihnya kepada penulis, sehingga penulisan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Pengukuran Akurasi dan Konsistensi Sensor Elektronik pada Model Kursi Antropometri Menggunakan *Measurement System Analysis (MSA)*” bisa diselesaikan. Penyusunan laporan tugas akhir ini dituliskan untuk melengkapi salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana pada jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Universal.

Penulis menyadari, bahwa laporan ini tidak akan terwujud tanpa adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak sehingga pembuatan laporan tugas akhir ini dapat berjalan lancar. Untuk itu penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Adi Nugroho, S.T., M.Eng., Dekan Fakultas Teknik dan juga sebagai dosen pembimbing yang telah memberikan ijin untuk melaksanakan Tugas Akhir dan telah menyediakan waktu untuk membimbing dan memberikan saran selama pembuatan laporan Tugas Akhir.
2. Bapak Benny Roesly, S.T., M.Pd., Direktur Administrasi Akademik dan Kemahasiswaan yang telah memberikan kemudahan dalam proses pelaksanaan terkait kebutuhan surat Tugas Akhir.
3. Semua Dosen Universitas Universal Batam
4. Bapak Untung, karyawan PT. Maitri Jaya yang telah membantu dalam proses pembuatan kursi antropometri berbasis sensor.

Batam,
Penulis,

Edi Chandra

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
DAFTAR RUMUS	viii
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Tujuan Penelitian	5
1.6 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II	7
2.1 Peran Antropometri Dalam Perancangan Produk-produk	7
2.2 Perbandingan Metode Pengukuran berbasis sensor digital	8
2.3 Sensor HC-SR04 (Sensor Ultrasonik).....	10
2.4 Mikrokontroler (Nodemcu Dengan Kemampuan Internet of Things).....	12
2.5 Aktifitas Perancangan.....	12
2.6 Metode MSA (Measurement System Analysis)	15
2.7 Kalibrasi	18
2.8 Arduino IDE	19
2.9 Penelitian Terdahulu.....	19
BAB III.....	28
3.1 Desain Penelitian	28

3.2	Spesifikasi Rancangan.....	31
3.3	Variabel Penelitian	36
3.4	Jenis Pengumpulan Data.....	36
3.5	Tata Letak Kabel dan Koding.....	37
3.5.1	Tata Letak Kabel Alat Ukur.....	37
3.5.2	Koding Arduino	38
3.6	Kalibrasi Alat Ukur Berbasis Sensor.....	39
3.7	Pengolahan Data.....	40
3.8	Pengujian Data.....	42
3.8.1	Uji Kecukupan Data.....	42
3.8.2	Uji MSA (measurement system analysis)	42
3.8.3	Uji Presisi dan Akurasi.....	44
3.9	Gambar Perancangan.....	46
BAB IV	57
4.1	Kalibrasi Alat Ukur.....	57
4.2	Pengambilan Data.....	59
4.3	Uji Kecukupan data	61
4.4	Hasil Pengolahan Data.....	62
4.5	Akurasi dan Presisi	66
4.5.1	Akurasi	67
4.5.2	Presisi	70
BAB V	72
5.1	Kesimpulan.....	72
5.2	Saran	73
DAFTAR PUSTAKA	75
RIWAYAT HIDUP	80
LAMPIRAN	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kelebihan dan Kekurangan Sensor HC-SR04 dan Olah Citra	9
Tabel 2. 2 Spesifikasi Sensor HC-SR04.....	11
Tabel 2. 3 Perbandingan Penelitian Terdahulu Dengan Penelitian Sekarang .	24
Tabel 3. 1 Tabel Spesifikasi Rancangan.....	32
Tabel 3. 2 Tabel Pengambilan Data.....	40
Tabel 4. 1 Tabel <i>Error Rate</i> Hasil Kalibrasi	57
Tabel 4. 2 Tabel Hasil Pengambilan Data Dimensi Antropometri.....	60
Tabel 4. 3 Tabel Hasil Uji MSA <i>Gage R&R</i>	62
Tabel 4. 4 Tabel Hasil Uji Akurasi.....	69
Tabel 4. 5 Tabel Hasil Uji Presisi.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Langkah-langkah perancangan produk (Irvan 2011).....	13
Gambar 2. 2 Sumber Varian Sistem Pengukuran (Budiantono <i>et al.</i> , 2016a) 17	17
Gambar 2. 3 Kerangka Berpikir	27
Gambar 3. 1 <i>Flow Chart</i> Penelitian.....	28
Gambar 3. 2 Gambar Tata Letak Kabel Alat Ukur	37
Gambar 3. 3 Gambar Konsep Proses Pengukuran.....	46
Gambar 3. 4 Gambar Dimensi Kursi Antropometri	47
Gambar 3. 5 Gambar Deskripsi <i>Part</i> Kursi Antropometri	48
Gambar 3. 6 Gambar <i>Complete</i> Alat Ukur.....	49
Gambar 3. 7 Gambar Tapak Kursi Antropometri.....	50
Gambar 3. 8 Gambar Dudukan Kursi Antropometri	51
Gambar 3. 9 Gambar Dongkrak Kursi Antropometri.....	52
Gambar 3. 10 Gambar Rangka Pendiri Kursi Antropometri	53
Gambar 3. 11 Gambar <i>Socket</i>	54
Gambar 3. 12 Gambar Tempat Sandar Tangan Kursi Antropometri	55
Gambar 3. 13 Dimensi Alat Ukur Sensor.....	56
Gambar 4. 1 Gambar Grafik Linearitas Kalibrasi Sensor	59
Gambar 4. 2 Gambar Grafik <i>Components of Variation</i> Uji <i>Gage R&R</i>	63
Gambar 4. 3 Gambar Grafik <i>Measurement by</i> Bagian yang Diukur	64
Gambar 4. 4 Gambar Grafik <i>R Chart</i> by Operator	64
Gambar 4. 5 Gambar Grafik <i>Measurement by Operator</i>	65
Gambar 4. 6 Gambar Grafik <i>Xbar Chart</i> by Operator.....	65
Gambar 4. 7 Gambar Grafik Interaksi Bagian yang Diukur Operator	66
Gambar 4. 8 Gambar Tabel Deskripsi Data Antropometri.....	67
Gambar 4. 9 Gambar Data Dimensi Antropometri Suku Tionghoa	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Produk Kursi Antropometri	81
Lampiran 2. Proses Pengukuran Panjang Lengan Atas	82
Lampiran 3. Proses Pengukuran Lengan Bawah	83
Lampiran 4. Proses Pengukuran Tinggi Duduk Tegak	84
Lampiran 5. Proses Pengukuran Panjang Tinggi Lutut	85
Lampiran 6. Proses Pengukuran Panjang Lutut	86
Lampiran 7. Proses Pengukuran Lebar Sisi Bahu	87
Lampiran 8. Hasil Uji Data Pengukuran Dengan <i>Gage R&R</i> MiniTAB	89
Lampiran 9. Tabel 1 Kalibrasi Alat Ukur Sensor HC-SR04	89
Lampiran 10. Tabel 2 Kalibrasi Alat Ukur Sensor HC-SR04	90
Lampiran 11. Kartu Bimbingan Tugas Akhir	92

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 Persamaan <i>Variability</i> dan total <i>Varians</i>	16
Rumus 2.2 Rumus <i>Gage R&R</i>	16
Rumus 2.3 Rumus Number of Distinct Categories	17
Rumus 3.1 Rumus Error Rate Hasil Kalibrasi	39
Rumus 3.2 Rumus Uji Kecukupan Data	41
Rumus 3.3 Rumus Akurasi.....	43
Rumus 3.4 Rumus %kesalahan	43
Rumus 3.5 Rumus Presisi.....	43
Rumus 3.6 Rumus %RSD	43
Rumus 3.7 Rumus Standar Deviasi Sampel.....	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Antropometri merupakan salah satu cabang keilmuan di bidang teknik industri yang khusus membidangi permasalahan mengenai dimensi tubuh manusia. Menurut Prasetya, antropometri adalah ilmu yang mempelajari pengukuran dimensi tubuh manusia (ukuran tubuh, berat badan, dan proporsi fisik lainnya). Tujuan dari pengukuran antropometri adalah untuk mengetahui hubungan antara ukuran dengan bagian tubuh manusia(Prasetya, 2020). Dari hasil pengukuran antropometri kita dapat mengetahui dimensi-dimensi standar dalam berbagai aktivitas serta gerak tubuh manusia. Proses pengukuran antropometri dapat dibagi menjadi 2 macam, yaitu pengukuran statis dan pengukuran dinamis. Pengukuran antropometri secara statis menghasilkan menghasilkan dimensi statis, sedangkan pengukuran dinamis menghasilkan dimensi dinamis. Dimensi statis mencakup pengukuran dari bagian tubuh kepala, batang tubuh, dan anggota badan lainnya. Sedangkan dimensi dinamis merupakan pengukuran yang diambil pada posisi kerja atau pergerakan atau aktivitas tertentu yang dilakukan dalam suatu proses pekerjaan(Asmarandani, 2018). Sehingga, untuk mengambil dimensi yang standar dalam posisi diam berupa duduk bersandaran, berdiri tegak, serta posisi lain yang berada dalam keadaan diam biasanya akan menggunakan pengukuran statis. Sedangkan, untuk mengukur dimensi standar pergerakan operator dalam mengangkat benda berat, posisi kerja yang standar untuk

tukang las, dan aktivitas lain yang bergerak biasanya untuk melakukannya akan menggunakan pengukuran dinamis. Kedua metode pendekatan tersebut sama-sama berfungsi untuk dapat membantu seorang peneliti dalam melakukan perancangan produk.

Dalam pengukuran antropometri tentu saja menggunakan peralatan ataupun media khusus yang berfungsi sebagai sarana penunjang untuk melakukan pengukuran antropometri. Salah satu peralatan yang digunakan untuk membantu dalam proses pengukuran antropometri yaitu kursi antropometri. Proses pengukuran kursi antropometri dengan menggunakan mistar ataupun meteran masih bersifat manual, kondisi ini memungkinkan kesalahan pembacaan. Ini dikarenakan dalam pembacaan ukuran menggunakan satuan millimeter jaraknya kecil sehingga dibutuhkan ketelitian(Wahyudi, 2015). Sehingga, dalam proses pembacaan secara manual biasanya akan melakukan kesalahan maupun kurangnya ketelitian dalam pembacaan yang bisa terjadi akibat sudut pandang, konsentrasi pengukur saat itu, serta keahlian pengukur dalam membaca alat ukur tersebut. Hal ini sesuai dengan yang disampaikan oleh Parama dan Lucianan, dimana proses yang dominan dilakukan oleh manusia memiliki potensi terjadinya kesalahan dalam melakukan proses(Dewa & Dewi, 2017). Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menerapkan media sensor dalam proses pengukuran kursi antropometri. Menurut Iksan, dengan menggantikan alat ukur manual dengan alat ukur digital berbasis sensor mampu meningkatkan efisiensi dalam proses pekerjaan pengukuran(Maulana, 2022). Penerapan sensor pada kursi antropometri bertujuan

untuk membantu membantu proses pengukuran agar menjadi lebih tepat dan efektif sehingga hasil pengukuran menjadi akurat. Dalam perkembangannya, usaha ini telah dilakukan dalam beberapa penelitian sebelumnya. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Syahmi Sajid bersama teman-temannya untuk merancang dan membangun sistem pengukuran antropometri digital menggunakan media olah citra(Sajid *et al.*, 2023). Namun ada beberapa faktor yang menjadi kekurangan pada penelitian tersebut, salah satunya yaitu saat manusia yang diukur memakai pakaian lengan panjang, maka sistem olah citra akan jadi cukup sulit dalam menentukan titik koordinat siku dan pergelangan tangan serta menentukan koordinat kepala untuk tinggi badan. Oleh karena itu, perlu dilakukan usaha perbaikan ataupun penemuan ide baru dalam merancang sistem pengukuran kursi antropometri guna menghasilkan sistem pengukuran yang lebih efisien dan akurat.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang suatu model kursi antropometri yang dapat membantu seorang pengukur menghasilkan pengukuran yang akurat berbasis media sensor digital. Melalui penelitian ini, diharapkan adanya sebuah inovasi baru yang dapat menggantikan sistem pembacaan data kursi antropometri berbasis manual menjadi berbasis sensor digital, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dalam proses pembacaan serta menurunkan kemungkinan *human error* dengan menampilkan langsung hasil pengukuran di layar. Salah satu media sensor yang dapat digunakan sebagai ide baru dalam perancangan alat ukur dimensi antropometri adalah sensor HC-SR04. Kelebihan sensor HC-SR04 adalah mampu mengukur secara digital dengan menampilkan hasil secara berulang pada layar LCD. Selain itu, gelombang

suara yang dipancarkan *trig* sangat cepat dan ditangkap oleh *echo* dalam *port* yang beda sehingga data mudah didapatkan (Andriyan *et al.*, 2021). Sehingga diharapkan dengan adanya sensor HC-SR04 dapat membantu dalam proses pengukuran dimensi antropometri.

1.2 Identifikasi Masalah

Dalam proses pengambilan data hasil pengukuran kursi antropometri secara manual bisa saja terjadi kesalahan pembacaan. Ini dikarenakan, jarak satuan millimeter yang kecil dapat membuat pembacaan manual oleh manusia menjadi salah.

1.3 Rumusan Masalah

Ada beberapa masalah yang menjadi fokus pembahasan dalam aktifitas penelitian ini, diantaranya :

- 1) Apakah penggunaan instrumen sensor elektronik HC-SR04 di rancangan kursi antropometri, mampu menghasilkan nilai pengukuran yang akurat dan presisi sesuai yang ditentukan oleh pengukur?
- 2) Apakah sistem pengukuran yang dilakukan, mampu menghasilkan nilai yang konsisten sesuai yang ditentukan oleh pengukur?

1.4 Batasan Masalah

Untuk menghindari terjadinya penyimpangan permasalahan dari tujuan yang ingin dicapai penelitian ini dan tidak memperluas pembahasan yang akan diulas,

maka diperlukan pembatasan terhadap ruang lingkup penelitian. Batasan masalah sebagai berikut:

- 1) Sensor yang digunakan sebagai media pembaca objek pengamatan menggunakan jenis HC-SR04
- 2) Titik pengukuran dibatasi menjadi 6 titik, yaitu lebar sisi bahu, panjang lengan atas, panjang lengan bawah, tinggi lutut, panjang lutut dan tinggi dalam posisi duduk.
- 3) Evaluasi kinerja media sensor hanya berdasarkan perhitungan menggunakan metode MSA
- 4) Tidak melakukan perhitungan pada aspek biaya perancangan kursi antropometri
- 5) Sampel antropometri yang digunakan adalah sampel dengan suku Tionghoa.

1.5 Tujuan Penelitian

Dari beberapa masalah yang telah dijelaskan sebelumnya, ada beberapa tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini diantaranya :

- 1) Mengetahui presentase akurasi dan presisi pada 6 titik pengukuran dimensi antropometri dengan instrumen sensor elektronik jenis HC-SR04 pada rancangan kursi antropometri.
- 2) Mengetahui konsistensi nilai pengukuran berdasarkan sistem pengukuran yang dilakukan pada rancangan kursi antropometri.

1.6 Manfaat Penelitian

Ada beberapa manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan, diantaranya :

1) Bagi Pengguna

Perancangan dan pembuatan kursi antropometri berbasis sensor HC-SR04 dapat mengurangi *human error* dalam proses pengukuran dan pendataan serta mempermudah proses pengukuran. Hasil pembuatan kursi antropometri dapat digunakan langsung dalam praktikum penelitian antropometri.

2) Bagi Peneliti

Manfaat bagi peneliti adalah dapat mengimplementasikan ilmu yang telah didapatkan pada masa perkuliahan dan menghasilkan sebuah rancangan kursi antropometri berbasis sensor HC-SR04.