

TUGAS AKHIR

**PEMBUATAN KURSI ANTROPOMETRI BERBASIS
SENSORS HC-SR 04**




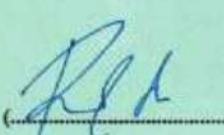

NAMA : DIO HAPYANSYAH

NIM : 1826201005

**Diajukan Sebagai Persyaratan untuk mendapatkan Gelar Sarjana S1 Teknik
Industri**

**PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PAHLAWAN TUANKU TAMBUSAI
2022**

**LEMBARAN PERSETUJUAN DEWAN PENGUJI
UJIAN TUGAS AKHIR S1 TEKNIK INDUSTRI**

- | No | Nama | Tanda Tangan |
|----|---|---|
| 1. | <u>Resy Kumala Sari, S.T., M.S.</u>
Ketua | () |
| 2. | <u>R. Joko Musridho, S.T., M.Phil</u>
Sekretaris | () |
| 3. | <u>Aris Fiatno, S.T., M.T.</u>
Penguji I | () |
| 4. | <u>Novi Yona Sidratul Munti, S.Kom.</u>
Penguji II | (.....) |

Mahasiswa :

Nama : DIO HAPYANSYAH

NIM : 1826201005

Tanggal Ujian : 29 Juli 2022

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir yang Berjudul :

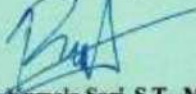
PEMBUATAN KURSI ANTROPOMETRI BERBASIS SENSOR HC-SR04

Nama : Dio Hapyansyah
NIM : 1826201005
Program Studi : SI Teknik Industri

Bangkinang, 29 Juli 2022

Disetujui Oleh:

Pembimbing I



Resy Kumala Sari, S.T., M.S
NIDN : 1029119502

Pembimbing II



R. Joko Musridho, S.T., M.Phil
NIDN : 1021109102

Mengetahui

Fakultas Teknik

Dekan,



Emon Agrindi, S.T., M.Sc.E
NIDN : 100117701

Program Studi SI Teknik Industri

Ketua,



Aris Fiatno, S.T., M.T.
NIDN : 1013037901

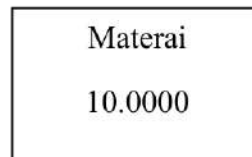
SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Penelitian Tugas Akhir saya dengan judul **Pembuatan Kursi Antropometri Berbasis Sensor HC-SR04** adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik baik di Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai maupun diperguruan tinggi lainnya.
2. Penelitian Tugas Akhir ini murni gagasan, penilaian, dan rumusan saya sendiri, tanpa bantuan tidak sah dari pihak lain, kecuali arahan dari pembimbing.
3. Didalam Penelitian Tugas Akhir ini tidak terdapat hasil karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali dikutip secara tertulis dengan jelas dan dicantumkan sebagai acuan didalam naskah saya dengan disebutkan nama pengarangnya dan dicantumkan pada daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar yang saya peroleh karena Penelitian Tugas Akhir ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Bangkinang, 29 Juli 2022

Saya yang menyatakan,



Raka tubagus

1826201005

PEMBUATAN KURSI ANTROPOMETRI BERBASIS SENSOR HC-SR04

ABSTRAK

Revolusi industri saat ini memasuki tahap industri 4.0 dimana sedang mengalami puncaknya, dengan lahirnya teknologi digital yang sangat berguna terhadap kehidupan manusia di seluruh dunia. Revolusi Industri 4.0 diwarnai oleh kecerdasan buatan, super komputer, rekayasa genetika, teknologi nano, mobil otomatis dan inovasi. data yang digunakan dalam pembuatan kursi antropometri adalah data sekunder. Data ini didapat dari penelitian yang telah dilakukan oleh penelitian sebelumnya dengan metode *House of Quality* (HOQ). Data yang diambil berupa sketsa dan rancangan produk kursi antropometri berbasis sensor HC-SR04. Pembuatan kursi antropometri menggunakan Diagram *Operation Process Chart* (OPC) Penggunaan kursi antropometri berbasis sensor HC-SR04 ini lebih cepat dan akurat ketika melakukan pengukuran tubuh manusia dibandingkan menggunakan meteran atau manual

Kata Kunci : KursiAntropometri, Sensor, HC-SR04

MANUFACTURE OF HC-SR04 SENSOR BASED ANTHROPOMETRY CHAIR

ABSTRACT

The industrial revolution is currently entering the industrial 4.0 stage where it is experiencing its peak, with the birth of digital technology which is very useful for human life throughout the world. The Industrial Revolution 4.0 is colored by artificial intelligence, super computers, genetic engineering, nanotechnology, automatic cars and innovation. the data used in making anthropometric chairs is secondary data. This data is obtained from research that has been carried out by previous studies using the House of Quality (HOQ) method. The data taken is in the form of sketches and product designs for anthropometric chairs based on the HC-SR04 sensor. Making anthropometric chairs using the Operation Process Chart (OPC) Diagram Using the HC-SR04 sensor-based anthropometric chair is faster and more accurate when taking measurements of the human body compared to using a meter or manually

Keywords: Anthropometry Chairs, Sensors, HC-SR04

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis ucapkan kepada Allah S.W.T atas segala rahmat, karunia serta hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini sesuai dengan waktu yang ditetapkan. Shalawat serta salam semoga terlimpahkan kepada Nabi Muhammad S.A.W. Tugas akhir dengan judul **“Pembuatan Kursi Antropometri Berbasis Sensor HC-SR04”** ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Strata-1 Sarjana Teknik (ST) di Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai. Penulis menyadari dalam Tugas Akhir ini masih banyak terdapat kekurangan serta kesalahan, untuk itu penulis mengharapkan adanya masukan berupa kritik dan saran dari berbagai pihak untuk kesempurnaan tugas akhir ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Amir Lutfhi, Rektor Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai.
2. Bapak Emon Azriadi, S.T., M.Sc.E., Dekan Fakultas Teknik Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai.
3. Bapak Aris Fiatno, S.T., M.T., Ketua Program Studi Teknik Industri Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai. Sekaligus Penguji 1 yang telah memberikan masukan terkait tugas akhir ini.
4. Ibu Resy Kumalasari S.T., M.T., Sekretaris Program Teknik Industri Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai. Sekaligus Pembimbing 1 yang telah banyak meluangkan waktunya serta memberikan pengarahan dan bimbingan sehingga tugas akhir ini dapat di selesaikan.
5. Bapak R. Joko Mushridho, S.T., M.Phil selaku pembimbing 2 yang telah meluangkan waktunya serta memberikan masukan pada proposal tugas akhir ini sehingga proposal ini menjadi lebih baik lagi.

6. Ibu Novi Yona Sidratu IMunti, S.Kom., M.Kom selaku penguji 2 telah menyempatkan waktunya untuk menguji proposal tugas akhir ini.
7. Seluruh Dosen Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai.
8. Kedua Orang tua penulis, Rahmadani dan Yarliza. Terima kasih atas doa, semangat serta dukungan moril dan dukungan materil yang telah diberikan.
9. Saudara penulis, terima kasih atas support dan doa yang telah diberikan.
10. Rekan-Rekan Seperguruan dan Sejurusan, terima kasih atas support dan doa yang telah diberikan.

Akhirnya kepada semua pihak yang telah memberikan dorongan dan bantuan. Penulis hanya dapat memanjatkan doa, semoga bantuan, kebaikan dan pengorbanan yang diberikan mendapat balasan kebaikan yang setimpal dari Allah SWT. Aamiin.

Bangkinang, 29 Juli 2022

DIO HAPYANSYAH

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN DEWAN PENGUJI	i
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT.</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian	4
D. Batasan Masalah	4
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. PenelitianTedahulu	5
B. Manufaktur.....	9
C. Kursi Antropometri.....	10
a. Data antropometri yang dapat diukur.	12
D. Sensor	21
E. Mikrokontroler	28

F. Metode Pengambilan Data	29
G. Diagram <i>Operation Process Chart</i> (OPC).....	30
H. <i>Bill Of Material</i> (BOM)	32
BAB III METODE PENELITIAN	35
A. Prosedur Penelitian	35
B. Lokasi dan Waktu Penelitian	35
C. Pengambilan Data	35
D. Pembuatan Produk	36
E. Pengujian Kelayakan Produk.....	36
F. Alat dan Bahan	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
A. Pengumpulan Data	41
B. Pengolahan Data	46
1. <i>Operation Process Char</i> (OPC)t	47
2. <i>Assembly Process Chart</i> (APC)	50
3. <i>Bill Of Material</i> (BOM)	52
4. Proses Pembuatan Produk.....	54
C. Pengujian Produk.....	61
1. Pengujian Sensor.....	61
2. Pengujian Efektifitas dan Akurasi.	62
3. Pengujian Rata-rata Selisih Pengukuran.....	64
BAB V PENUTUP.....	69
A. Kesimpulan	69

B. Saran	69
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN.....	74

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Variabel Antropometri Pada Posisi Berdiri.....	13
Tabel 2.2 Variabel Antropometri Pada Posisi Duduk Samping.....	15
Tabel 2.3 Variabel Antropometri Pada Posisi Duduk Menghadap Ke Depan .	17
Tabel 2.4 Variabel Antropometri Pada Wajah.....	18
Tabel 2.5 Variabel Antropometri Pada Tangan	20
Tabel 2.6 Variabel Antropometri Pada Kaki.....	21
Tabel 2.7 Simbol <i>American Society Of Mechanical Engineer (ASME)</i>	31
Tabel 4.1 Komponen Utama	42
Tabel 4.2 Komponen Tambahan	45
Tabel 4.3 Mesin-mesin.....	45
Tabel 4.4 Simbol dan Kuantitas Komponen Utama dan Tambahan.....	46
Tabel 4.5 Data Durasi Perakitan	47
Tabel 4.6 Material dan Komponen Kursi Antropometri Berbasis Sensor HC-SR04	52
Tabel 4.7 Pengujian Efektifitas dan Akurasi.....	63
Tabel 4.8 Pengujian Pertama.....	64
Tabel 4.9 Pengujian Kedua	65
Tabel 4.10 Pengujian Ketiga	65
Tabel 4.11 Pengujian Keempat	66
Tabel 4.12 Pengujian Kelima	66
Tabel 4.13 Tabel Rata-Rata Selisih Pengukuran.....	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kursi Antropometri	11
Gambar 2.2 Pengukuran Antropometri	11
Gambar 2.3 Variabel Antropometri Pada Posisi Berdiri.....	13
Gambar 2.4 Variabel Antropometri Pada Posisi Duduk Samping	15
Gambar 2.5 Variabel Antropometri Pada Posisi Duduk Menghadap ke Depan.....	17
Gambar 2.6 Variabel Antropometri Pada Wajah.....	18
Gambar 2.7 Variabel Antropometri Pada Tangan.....	19
Gambar 2.8 Variabel Antropometri Pada Kaki.....	21
Gambar 2.9 Cara Kerja Sensor Ultrasonik.....	22
Gambar 2.10 Sensor Ultrasonik HC-SR04	25
Gambar 2.11 Komponen Utama Sensor HC-SR04.....	26
Gambar 2.12 Cara Kerja Sensor HC-SR04.....	27
Gambar 2.13 Diagram <i>Operation Process Chart</i> (OPC).....	30
Gambar 2.14 Contoh Gambar Diagram Struktur Produk.....	33
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i>	34
Gambar 4.1 Desain Kursi Antropometri Berbasis Sensor HC-SR04.....	41
Gambar 4.2 Diagram OPC	50
Gambar 4.3 Diagram <i>Assembly</i>	51
Gambar 4.4 Struktur Produk <i>Bill Of Material</i> (BOM).....	54
Gambar 4.5 Proses Pengukuran Matrial.....	55
Gambar 4.6 Proses Pemotongan Matrial.....	56
Gambar 4.7 Proses Pengelasan Kerangka Kursi Antropometri	56
Gambar 4.8 Proses Pengeboran Kerangka Kursi Antropometri	57
Gambar 4.9 Proses Pendempulan dan Pengecatan.....	57
Gambar 4.10 Proses Perakitan Sensor HC-SR04.....	58

Gambar 4.11 Proses Pemograman	59
Gambar 4.12 Pemasangan Sensor HC-SR04 Ke Kursi Antropometri	59
Gambar 4.13 Proses <i>Finishing</i>	60
Gambar 4.14 Proses Pengujian Sensor	62
Gambar 4.15 Hasil Pengujian Sensor	62
Gambar 4.16 Proses Pengukuran Menggunakan Kursi Antropometri Berbasis Sensor HC-SR04	63
Gambar 4.17 Proses Pengukuran Menggunakan Meteran atau Manual	67

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Revolusi industri dimulai dari industri 1.0 hingga industri 4.0, dimana merupakan masa industri *real change* dari perubahan yang ada. Revolusi industri saat ini memasuki tahap industri 4.0 dimana sedang mengalami puncaknya, dengan lahirnya teknologi digital yang sangat berguna terhadap kehidupan manusia di seluruh dunia. Revolusi Industri 4.0 diwarnai oleh kecerdasan buatan, super komputer, rekayasa genetika, teknologi nano, mobil otomatis dan inovasi. Sebelum ini telah terjadi tiga revolusi industri yang ditandai dengan revolusi 1.0 ditemukan mesin uap dan kereta api tahun 1750 sampai 1930, revolusi 2.0 penemuan listrik, alat komunikasi, kimia dan minyak tahun 1870 sampai 1900, revolusi 3.0 penemuan komputer, internet dan telpon genggam tahun 1960 sampai sekarang (Satya, 2018). Membawa pengaruh terhadap sumber daya manusia diantaranya peningkatan kompetensi penguasaan teknologi.

Teknologi yang digunakan oleh manusia, terutama dalam pekerjaan sehari-hari yang melibatkan interaksi manusia dan mesin. Interaksi manusia dengan mesin atau alat dalam melakukan pekerjaan haruslah mempertimbangkan dimensi tubuh manusia, hal ini agar pengguna dapat bekerja secara nyaman dan aman. Untuk itu perlu dipertimbangkan dimensi tubuh pengguna dalam perancangan dan pembuatan fasilitas kerja. Pengukuran dimensi tubuh manusia dapat diukur dengan mudah menggunakan kursi antropometri. Menurut Wignjosuebrotto (1989, dalam Zulfahmi et al., 2020) kursi antropometri merupakan alat pengukuran

dimensi tubuh manusia yang menyangkut geometri fisik, masa, dan kekuatan tubuh.

Penelitian Hasimjaya et al.(2017) membahas tentang pengukuran tubuh manusia menggunakan kursi antropometri. Permasalahan yang terdapat pada kursi antropometri yang ada saat ini bentuknya kurang efektif, menghabiskan ruang untuk tempat penyimpanannya, dan sulit untuk dipindahkan atau menerapkan sistem *portable* dalam perancangannya. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Santoso, Agung, B. Anna.(2014), kursi antropometri merupakan kursi khusus yang dirancang untuk pengukuran dimensi tubuh posisi duduk. Namun kursi antropometri ini masih banyak kekurangannya, terutama pada tingkat keakuratannya yang masih rendah, dan membutuhkan waktu yang tidak sedikit saat penggunaan kursi antropometri.

Kedua penelitian yang dikemukakan di atas membuktikan bahwa kursi antropometri masih belum efisien, efektif, dan akurat saat digunakan dalam pengukuran tubuh manusia. Kursi antropometri tersebut dibuat tidak mempertimbangkan tingkat akurasi pengukuran, sehingga waktu pengukuran tidak efisien dan lambat. Maka peneliti akan membuat kursi antropometri tersebut dengan menggunakan sensor HC-SR04, yang berguna untuk mempermudah dan menghemat waktu pengukuran tubuh manusia.

Sensor HC-SR04 menurut Puspasari et al (2019) merupakan alat pendekteksi pengukuran jarak antar objek yang berbasis gelombang *ultrasonic*. Dalam bidang industri, gelombang *ultrasonic* digunakan untuk mendeteksi keretakan pada logam, dalam bidang industri, gelombang *ultrasonic* digunakan

untuk mendeteksi keretakan pada logam, meratakan campuran besi dan timah, meratakan campuran susu agar homogen, mensterilkan makanan yang diawetkan dalam kaleng, dan membersihkan benda-benda yang sangat halus. Dalam bidang pertahanan, gelombang *ultrasonic* digunakan sebagai radar atau navigasi, di darat maupun di dalam air.

Pada pembuatan kursi antropometri berbasis tipe sensor HC-SR04 ini menggunakan diagram *Operation Process Chart* (OPC). Menurut Ikasari (2014), diagram OPC merupakan suatu diagram atau suatu peta yang menggambarkan langkah-langkah proses yang akan dialami oleh bahan baku terkait dengan urutan-urutan operasi dan pemeriksaan.

Penelitian ini membahas tentang pembuatan kursi antropometri berbasis sensor HC-SR04 dengan menggunakan diagram OPC untuk menggambarkan langkah-langkah proses pembuatan sesuai urutan-urutan operasi dan pemeriksaan. Pembuatan kursi antropometri berbasis sensor HC-SR04 tersebut akan memberikan solusi dalam teknologi yang digunakan oleh manusia kedepannya. Sehingga teknologi yang digunakan oleh manusia kedepannya sesuai dengan dimensi tubuh seseorang yang memakainya.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan pada latar belakang masalah yang telah diuraikan diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pembuatan kursi antropometri berbasis sensor HC-SR04 dalam pengukuran tubuh manusia di Laboratorium Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Industri Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai.

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah membuat Krusi Antropometri Berbasis Sensor HC-SR04 dalam pengukuran tubuh manusia dan terdata didalam *software* untuk mempermudah kegiatan belajar mengajar mahasiswa.

D. Batasan Masalah

Berdasarkan uraian masalah yang telah dijelaskan pada sub-bab latar belakang, maka dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut:

1. Fokus pada pembuatan kursi antropometri berbasis sensor HC-SR04,
2. Tidak menghitung anggaran pembuatan kursi antropometri,
3. Desain hanya digunakan pada penelitian sebelumnya yang sudah menggunakan perancangan *Quality Function Deployment (QFD)*,
4. Digunakan 5 titik sensor pada kursi dan dapat mengukur dimensi tubuh pada posisi pengukuran berdiri sebanyak 1 dari 24 variabel, dan posisi duduk sebanyak 5 dari 12 variabel.
5. Pengujian digunakan 5 variabel pengukuran.
6. Hasil perhitungan yang dilakukan kursi antropometri terdata didalam *Microsoft Excel* software Arduino.

E. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat menjelaskan bagaimana cara membuat kursi antropometri sesuai dengan OPC.
2. Pengukuran dimensi tubuh manusia menggunakan kursi antropometri kedepannya lebih akurat.

BAB II

TINJAUN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

Dalam suatu penelitian diperlukan dukungan dari hasil-hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian tersebut. Beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Sulistyowati (2020). Bertujuan untuk menganalisa efisiensi waktu pengukuran menggunakan kursi antropometri besi terhadap waktu pengukuran menggunakan kursi antropometri kayu. Dari hasil analisa efisiensi waktu pengukuran, maka diketahui kursi antropometri mana yang lebih efisien dalam waktu pengukuran, untuk menghitung efisiensi waktu pengukuran maka digunakan metode kuantitatif. Dari penelitian ini, kursi antropometri besi lebih lama 60% dalam melakukan pengukuran dibandingkan kursi antropometri kayu.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Uslianti et al. (2020) bertujuan untuk merancang kursi antropometri portabel dengan metode *Function Analysis System Technique* (FAST). FAST dalam perancangan produk digunakan untuk menentukan inovasi dan material dalam pembuatan kursi antropometri yang bersifat portabel. Sistem portabel dalam perancangan kursi antropometri portabel berfungsi dengan cara membawa, mengemas dan aspek peletakannya. Hasil dari diagram FAST menghasilkan perancangan yang memiliki keunggulan yang dapat mengakomodasi

atribut kebutuhan dan penguatan respon teknis melalui pendefinisian fungsi primer dan sekunder yang lebih rinci.

3. Penelitian yang dilakukan Santoso, Agung, B. Anna (2014) membahas tentang perancangan ulang terhadap kursi antropometri agar dapat memenuhi pengukuran 21 dimensi antropometri yang sebelumnya hanya digunakan untuk 6 pengukuran dimensi antropometri. Beberapa hal yang dijadikan dasar dalam melakukan perancangan ulang kursi antropometri adalah antropometri dan rancangan *adjustable tool*. Dari hasil analisis yang telah dilakukan, diketahui bahwa kursi antropometri setelah dilakukan perancangan ulang menjadi lebih baik dari pada kondisi kursi antropometri sebelum perancangan ulang. Hal ini disebabkan oleh perancangan kursi antropometri yang baru dapat melakukan 21 dimensi pengukuran dan untuk melakukan 6 dimensi pengukuran yang sama dengan kursi antropometri yang lama, waktu pengukuran yang dibutuhkan hanya 4,26 menit. Ini lebih cepat 14,19 menit dari pada pengukuran yang dilakukan dengan kursi antropometri sebelum dilakukan perancangan ulang.
4. Penelitian yang dilakukan oleh (Limantara, Cahyo, Purnomo, & Mudjanarko, 2017) membahas tentang pemodelan sistem pelacakan lot parkir kosong berbasis sensor *ultrasonic dan internet of things (iot)* pada lahan parkir diluar jalan. Parkir diluar ruang milik jalan baik pada mall-mall yang biasanya lahan parkir bertingkat atau pada perkantoran (biasanya kantor pemerintahan) yang mempunyai lahan parkir horizontal

yang luas, seringkali menimbulkan persoalan dalam masalah pencarian atau pelacakan tempat (lot) parkir yang masing kosong dimana kendaraan (mobil) akan berputar-putar atau naik-turun untuk mencari lot parkir yang masih kosong tersebut. Dalam mengatasi persoalan diatas pengelola parkir atau manajemen parkir biasanya membantu pengguna parkir dengan memberikan info jumlah lot parkir yang kosong pada jalur yang dilalui pengguna parkir. Walaupun membantu tetapi masih sering pengguna parkir mencari posisi lot yang kosong tersebut. Sensor *ultrasonic* dan *internet of things* akan digunakan dalam menyampaikan informasi posisi lot parkir yang kosong kepada pengguna parkir dipakai untuk mendeteksi ada tidaknya kendaraan pada lot tersebut yang akan dikombinasikan dengan *internet of things* yaitu suatu alat (objek) yang dapat memancarkan sinyal melalui suatu jaringan baik kabel maupun nirkabel. Model yang dipakai adalah sebuah sensor *ultrasonic* (sensor jarak) dan *internet of things* (IoT) dalam hal ini adalah sebuah *chip* yang diprogram dan ditempatkan pada tiap-tiap lot parkir sehingga dapat memancarkan sinyal informasi digital baik ke server maupun ke gadget pengguna parkir (dengan perangkat lunak khusus). Harapannya solusi ini akan bermanfaat bagi manajemen pengelolaan parkir maupun pengguna parkir. Sistem sensor *ultrasonic* dan *chip* ESP8266 yang berupa identifikasi tempat parkir kendaraan bermotor (mobil) dengan teknologi wifi. Sensor *ultrasonic* mampu mendeteksi keberadaan mobil pada lot parkir kurang dari 10 detik yang akan diterima *chip* ESP8266 kemudian akan dipancarkan ke *access*

point, *access point* kemudian akan mengirimkan data ke server melalui jaringan berbasis kabel. Untuk dapat mengendalikan banyak *chip* ESP8266 sebaiknya menggunakan perangkat data *collections* sehingga proses pengiriman data bisa lebih cepat.

5. Penelitian yang dilakukan oleh (Teknik, Studi, Elektro, Widya, & Klaten, 2019) membahas tentang komparasi sensor ultrasonik hc-sr04 dan jsn-sr04t untuk aplikasi sistem deteksi ketinggian air. ketinggian air merupakan suatu istilah yang digunakan untuk menyatakan posisi atau keberadaan air dalam sungai. Untuk mengatasi dampak kerugian yang ditimbulkan oleh naiknya sungai maka salah satu caranya adalah dengan mengamati perilaku ketinggian air sungai. Untuk itu, dibutuhkan suatu alat pengukur ketinggian permukaan air yang dapat mengukur seberapa tinggi permukaan air yang sedang terjadi. Sensor yang sering digunakan untuk mengamati ketinggian air adalah sensor ultrasonik. Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara yang fungsinya mengukur besaran jarak dan kecepatan. Sensor ultrasonik HC-SR04 dan sensor ultrasonik JSN-SR04t yang digunakan dalam penelitian ini dapat melakukan pengukuran ketinggian air denganketinggian yang bervariasi mulai dari 20 cm sampai dengan 100 cm.
6. Penelitian yang dilakukan oleh (Puspasari et al., 2019) Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due untuk Sistem Monitoring Ketinggian Pada pengukuran panjang umumnya hanya bisa diukur melalui pengukuran

manual yaitu mengukur perangkat yang ingin diketahui panjangnya. Namun, sekarang dunia digitalisasi mampu melakukan pengukuran tanpa menyentuh perangkat yang akan diukur. Salah satunya adalah dengan memanfaatkan sumber gelombang suara atau biasa disebut sebagai gelombang ultrasonik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat *prototype* alat ukur jarak digital berbasis mikrokontroler Arduino Due menggunakan sensor HC-SR04. Metode penelitian yang digunakan adalah metode uji perbandingan langsung dan pengukuran secara telemetri. Studi pendahuluan pengukuran ketinggian menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 berbasis Arduino Due dapat digunakan untuk mengukur ketinggian air secara realtime melalui website ataupun aplikasi Blynk.

B. Manufaktur

Manufaktur adalah kata yang berasal dari bahasa Latin, yaitu *manus factus* yang berarti dibuat dengan tangan. Sedangkan kata manufaktur pertama kali muncul pada tahun 1567, dan kata *manufacturing* muncul pada tahun 1683 (Supriyanto 2013).

Maka manufaktur dalam arti yang luas adalah sebuah proses merubah bahan baku menjadi sebuah produk. Proses merubah bahan baku menjadi suatu produk ini meliputi, perancangan produk, pemilihan material, dan tahap-tahap proses dimana produk tersebut dibuat. Pada konteks yang lebih modren, manufaktur melibatkan pembuatan produk bahan baku melalui bermacam-macam proses, mesin dan operasi, mengikuti perencanaan yang terorganisasi dengan baik untuk setiap aktivitas yang diperlukan (Supriyanto 2013).

C. Kursi Antropometri

Kursi merupakan sebuah sarana duduk yang digunakan untuk aktivitas tertentu seperti halnya makan, kerja, dll. Biasanya kursi memiliki 4 kaki untuk menopang beban yang menggunakan ataupun kursi itu sendiri sehingga seimbang. Beberapa jenis kursi antropometri menggunakan 1 kaki ditengah, terkadang kursi memiliki sandaran kaki. Tetapi agar tetap terjaga keseimbangan pada bagian bawah kaki didesain melebar agar tidak terjatuh ketika diduduki (Arief & Wicaksana, 2013).

Data antropometri yang ada sekarang ini merupakan hasil pengukuran dengan menggunakan peralatan manual atau menggunakan meteran, jangka sorong, dll. Dalam beberapa perguruan tinggi lainnya telah menggunakan kursi antropometri dalam laboratorium praktikum mahasiswa di universitasnya,

Kursi antropometri merupakan kursi khusus yang dirancang untuk pengukuran dimensi tubuh saat posisi duduk, kursi ini dirancang agar mempermudah pengukuran dimensi tubuh pada posisi duduk. Kursi antropometri dapat dilihat dari gambar 2.1 (Santoso, Agung, B. Anna, 2014).



Gambar 2. 1 Kursi Antropometri
Sumber: (Uslianti et al., 2020)

Antropometri menurut Wignjosebroto (1995 dalam Rekayasa and Industri 2017) adalah suatu bagian yang mendukung ergonomi, terutama dalam perancangan peralatan berdasarkan prinsip ergonomi. Antropometri berasal dari kata *antro* yang artinya manusia, dan *metri* yang artinya ukuran. Sehingga antropometri adalah ilmu mengenai hubungan antara struktur dan fungsi tubuh termasuk bentuk dan ukuran tubuh serta desain alat-alat yang digunakan manusia.



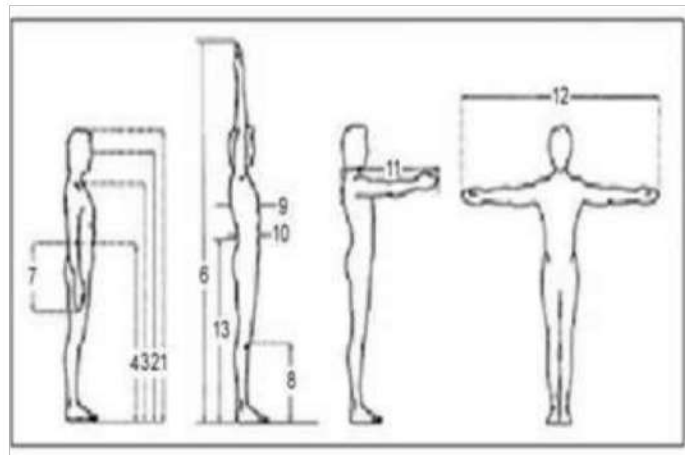
Gambar 2. 2 Pengukuran Antropometri
Sumber: (Santoso, A., Anna, B. & Purbasari 2014)

Niebel (1999 dalam Rekayasa and Industri 2017) mendefinisikan antropometri sebagai suatu ilmu untuk mengukur tubuh manusia. Menurut (Santoso, A., Anna, B. & Purbasari, 2014) antropometri digunakan sebagai pertimbangan-pertimbangan ergonomis dalam perancangan (*design*) produk maupun sistem kerja yang akan memerlukan interaksi manusia. Menurut Stevenson dan Eko Nurmianto (dalam Mustamin et al. 2020) antropometri suatu data *numeric* yang berhubungan dengan karakteristik fisik tubuh manusia ukuran, bentuk dan kekuatan serta penerapan dari data tersebut untuk penanganan masalah desain, yang secara luas digunakan sebagai pertimbangan perancangan (desain) produk maupun sistem kerja yang berinteraksi dengan manusia agar hasil perancangan yang dihasilkan lebih ergonomis. Berdasarkan dari pengertian antropometri yang dikutip dari beberapa literasi penulis mengambil pengertian antropometri dari (Santoso, A., Anna, B. & Purbasari, 2014).

a. Data Antropometri yang Dapat Diukur

Pada umumnya manusia berbeda-beda dalam bentuk, dimensi ukuran tubuhnya seperti faktor umur, jenis kelamin, suku, posisi tubuh. Untuk memperjelas mengenai data antropometri agar bisa diaplikasikan dalam berbagai rancangan produk ataupun fasilitas kerja, maka anggota tubuh yang perlu diukur dapat dilihat pada gambar-gambar dibawah ini menurut Wignjosoebroto (1995 dalam Yus et al. 2012):

1) Variabel antropometri pada posisi berdiri



Gambar 2. 3 Variabel Antropometri Pada Posisi Berdiri

Sumber: (Sulistiyowati & Astuti, 2019)

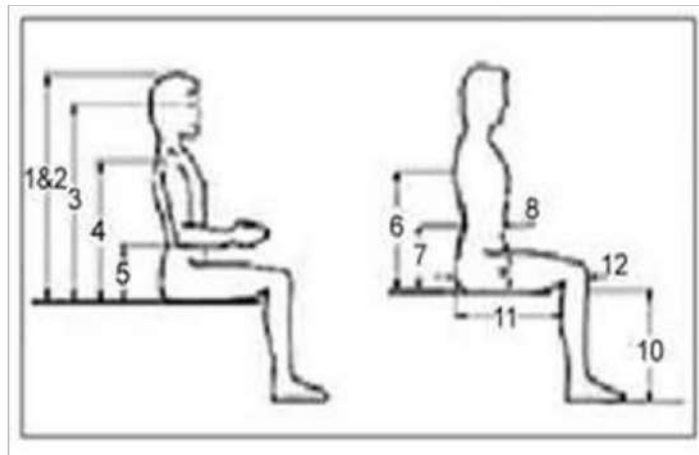
Tabel 2. 1 Variabel Antropometri Pada Posisi Berdiri

Sumber: (Sulistiyowati & Astuti, 2019)

No	Variabel	Simbol	Keterangan
1.	Tinggi badan tegak	TBT	Jarak vertikal telapak kaki sampai ujung kepala yang paling atas. Sementara subjek berdiri tegak dengan mata memandang lurus ke depan.
2.	Tinggi mata tegak	TMB	Jarak vertikal dari lantai sampai ujung mata bagian dalam (dekat pangkal hidung). Subjek berdiri tegak dan memandang lurus kedepan.
3.	Tinggi bahu berdiri	TBB	Jarak vertikal dari lantai sampai bahu yang menonjol pada saat subjek berdiri tegak.
4.	Tinggi siku berdiri	TSB	Jarak vertikal dari lantai ke titik pertemuan antara lengan atas dengan lengan bawah. Subjek berdiri tegak dengan kedua tangan tergantung secara wajar.
5.	Tinggi pinggang berdiri	TPb	Jarak vertikal lantai sampai pinggang pada saat subjek berdiri tegak.
6.	Jangkauan tangan ke atas	JTA	Jarak vertikal lantai sampai ujung jari tengah pada saat subjek berdiri tegak (tangan menjangkau ke atas)

No	Variabel	Simbol	Keterangan
			setinggi-tingginya).
7.	Panjang lengan bawah	PLB	Jarak dari siku sampai pergelangan tangan. Subjek berdiri tegak, tangan disamping.
8.	Tinggi lutut berdiri	TLB	Jarak vertikal lantai sampai lutut pada saat subjek berdiri tegak.
9.	Tebal dada	TDd	Jarak dari dada (bagian ulu hati) sampai punggung secara horizontal. Subjek berdiri tegak.
10.	Tebal perut	TPr	Jarak (menyamping) dari perut depan sampai perut belakang secara horizontal. Subjek berdiri tegak.
11	Jangkauan tangan ke depan	JTD	Jarak horizontal dari punggung sampai jari tengah. Subjek berdiri tegak dengan betis , pantat dan punggung merapat ke dinding. Tangan direntangkan secara horizontal ke depan.
12.	Retangan tangan	Rt	Jarak horizontal dari ujung jari terpanjang tangan kiri sampai ujung jari terpanjang tangan kanan. Subjek berdiri tegak dan kedua tangan direntangkan horizontal ke samping sejauh mungkin.

2) Variabel antropometri pada posisi duduk samping



Gambar 2. 4 Variabel Antropometri Pada Posisi Duduk Samping

Sumber: (Sulistiyowati & Astuti, 2019)

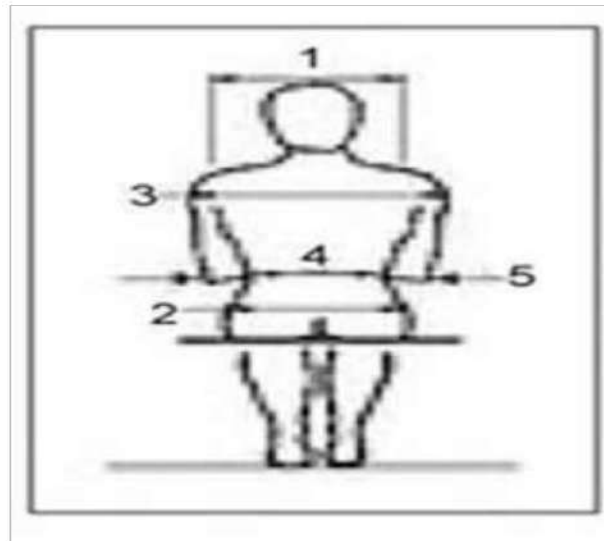
Tabel 2. 2 Variabel Antropometri Pada Posisi Duduk Samping

Sumber: (Sulistiyowati & Astuti, 2019)

No	Variabel	Simbol	Keterangan
1.	Tinggi duduk tegak	TDT	Jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung atas kepala. Subjek duduk tegak dengan memandang lurus ke depan, dan lutut membentuk sudut siku-siku.
2.	Tinggi duduk normal	TDN	Jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung atas kepala. Subjek duduk normal dengan memandang lurus ke depan, dan lutut membentuk sudut siku-siku
3.	Tinggi mata duduk	TMD	Jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung mata bagian dalam. Subjek duduk tegak dan memandang lurus ke depan
4.	Tinggi bahu duduk	TBD	Jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai ujung tulang bahu yang menonjol pada saat subjek duduk tegak
5.	Tinggi siku duduk	TSD	Jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai

No	Variabel	Simbol	Keterangan
			ujung bawah siku kanan
6.	Tinggi sandaran punggung	TSP	Jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai puncak belikat bawah. Subjek duduk tegak
7.	Tinggi pinggang	TP	Jarak vertikal dari permukaan alas duduk sampai pinggang. Subjek duduk tegak
8.	Tebal perut	TPr	Jarak samping dari belakang perut sampai ke depan perut. Subjek duduk tegak.
9.	Tebal paha	Tp	Jarak dari permukaan alas duduk sampai ke permukaan atas pangkal paha. Subjek duduk tegak
10.	Tinggi popliteal	TPl	Jarak vertikal dari lantai sampai bagian bawah paha
11.	Pantat popliteal	Pp	Jarak horizontal dari bagian terluar pantat sampai lekukan lutut sebelah dalam (popliteal). Paha dan kaki bagian bawah membentuk sudut siku-siku. Subjek duduk tegak
12.	Pantat ke lutut	Pkl	Jarak horizontal dari bagian terluar pantat sampai ke lutut. Paha dan kaki bagian bawah membentuk sudut siku-siku (No. 11 + tebal lutut) (subjek duduk tegak).

3) Variabel antropometri pada posisi duduk menghadap ke depan



Gambar 2. 5 Variabel Antropometri Pada Posisi Duduk Menghadap Ke Depan
Sumber: (Sulistiyowati & Astuti, 2019)

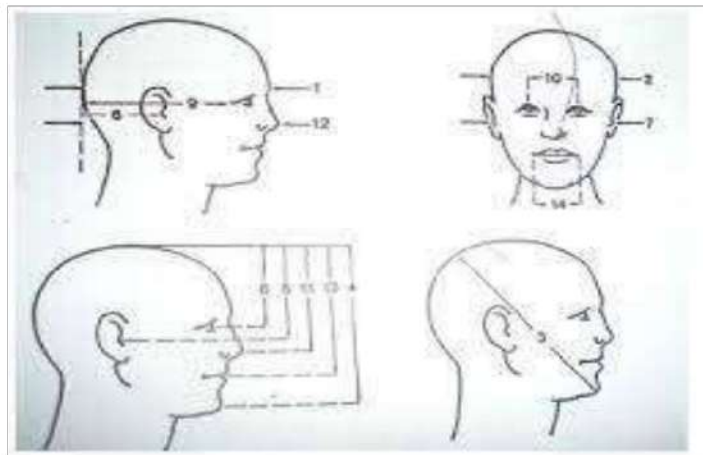
Tabel 2. 3 Variabel Antropometri Pada Posisi Duduk Menghadap Ke Depan

Sumber: (Sulistiyowati & Astuti, 2019)

No	Variabel	Simbol	Keterangan
1.	Lebar bahu	Lb	Jarak horizontal antara ke dua lengan atas. Subjek duduk dengan lengan atas merapat ke badan dan lengan bawah direntangkan ke depan.
2.	Lebar pinggul	Lp	Jarak horizontal dari bagian terluar pinggul sisi kiri sampai bagian terluar pinggul sisi kanan. Subjek duduk tegak
3.	Lebar sandaran duduk	Lsd	Jarak horizontal antara ke dua tulang belikat. Subjek duduk tegak dengan lengan atas merapat ke badan dan lengan bawah direntangkan ke depan.
4.	Lebar pinggang	LP	Jarak horizontal dari bagian terluar pinggang sisi kiri sampai bagian terluar pinggang sisi kanan. Subjek duduk tegak.
5.	Siku ke siku	Sks	Jarak horizontal dari bagian terluar siku sisi kiri sampai bagian terluar siku sisi kanan. Subjek duduk

No	Variabel	Simbol	Keterangan
			tegak dengan lengan atas merapat ke badan dan lengan bawah direntangkan ke depan.

4) Variabel antropometri pada wajah



Gambar 2. 6 Variabel Antropometri Pada Wajah
Sumber: (Sulistiyowati & Astuti, 2019)

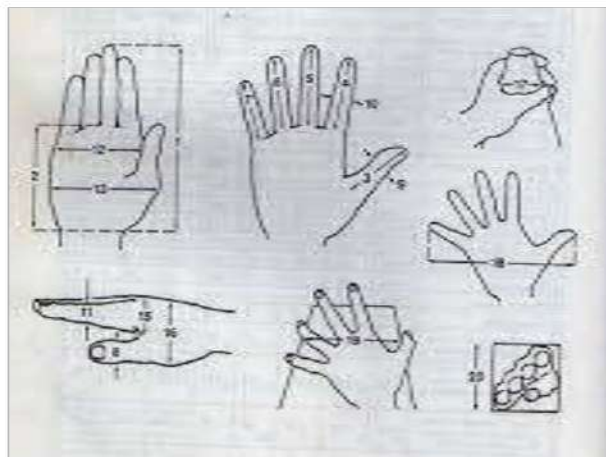
Tabel 2. 4 Variabel Antropometri Pada Wajah

Sumber: (Sulistiyowati & Astuti, 2019)

No	Variabel	Simbol	Keterangan
1.	Panjang kepala	Pka	Jarak horizontal dari titik tengah diantara dua alis sampai dengan belakang kepala.
2.	Lebar kepala	LK	Jarak horizontal dari atas telinga kiri sampai dengan atas telinga kanan.
3.	Diameter maksimum dari dagu	Dmd	Jarak antara puncak kepala bagian belakang sampai dengan ujung dagu.
4.	Dagu ke puncak kepala	DPK	Jarak vertikal antara puncak kepala sampai dengan ujung dagu.
5.	Telinga ke puncak kepala	TPK	Jarak vertikal dari lubang telinga sampai dengan puncak kepala.
6.	Telinga ke belakang	TBK	Jarak horizontal dari lubang telinga sampai dengan

No	Variabel	Simbol	Keterangan
	kepala		ujung belakang kepala.
7.	Antara dua telinga	ADT	Jarak horizontal antara dua lubang telinga.
8.	Mata ke belakang kepala	MBK	Jarak horizontal dari pangkal mata sampai dengan ujung belakang kepala.
9.	Mata ke puncak kepala	MPK	Jarak vertikal dari titik tengah mata sampai dengan puncak kepala.
10.	Hidung ke puncak kepala	Hpk	Jarak vertikal dari puncak hidung sampai dengan puncak kepala.
11.	Hidung ke belakang kepala	Hbk	Jarak horizontal dari ujung hidung sampai dengan ujung belakang kepala.
12.	Mulut ke puncak kepala	MtPK	Jarak vertikal dari mulut sampai dengan puncak kepala.

5) Variabel antropometri pada tangan



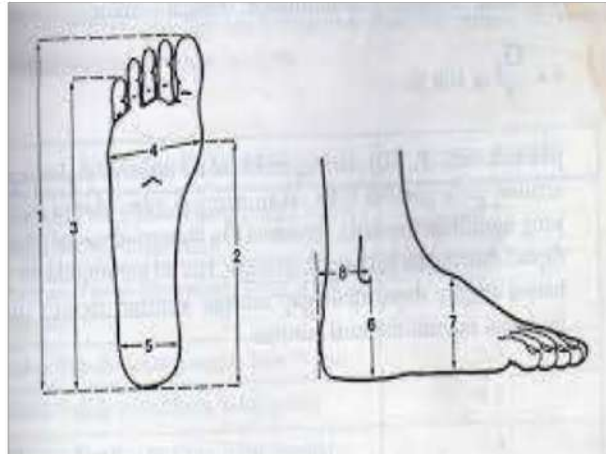
Gambar 2. 7 Variabel Antropometri Pada Tangan
Sumber: (Sulistiyowati & Astuti, 2019)

Tabel 2. 5 Variabel Antropometri Pada Tangan

Sumber: (Sulistiyowati & Astuti, 2019)

No	Variabel	Simbol	Keterangan
1.	Panjang 1,2,3,4, dan 5	P1, P2, P3, P4, P5	Diukur dari masing-masing ruas jari sampai ujung jari. Jari-jari lurus dan sejajar.
2.	Pangkal ke tangan	PKT	Jarak dari pangkal pergelangan tangan sampai pangkal ruas jari. (lengan bawah sampai telapak tangan subjek lurus).
3.	Lebar tangan sampai metacarpal	LTM	Diukur dari telapak tangan dibawah kelingking sampai dibawah telunjuk.
4.	Lebar tangan	LT	Diukur dari sisi luar ibu jari sampai sisi luar jari kelingking.
5.	Panjang telapak tangan	Ptt	Diukur dari pergelangan sampai dengan ujung jari tengah
6.	Lebar tangan terbuka	Lttb	Lebar tangan dalam posisi tangan tebentang lebar-lebar ke samping kiri kanan.
7.	Lebar jari metacarpal	Ljm	Diukur dari sisi luar jari telunjuk sampai sisi luar jari kelingking (jari 2,3,4,5) jari tangan dibuka selebar-lebarnya.
8.	Tebal tangan	Tt	Jarak maksimum antara permukaan tangan bagian bawah dengan permukaan tangan bagian atas.
9.	Lingkar tangan sampai telunjuk	Ltt	Diukur dari pergelangan sampai ujung jari telunjuk
10.	Lingkar tangan sampai ibu jari	Lti	Diukur dari pergelangan sampai ujung ibu jari

6) Variabel antropometri pada kaki



Gambar 2. 8 Variabel Antropometri Pada Kaki

Sumber: (Sulistiyowati & Astuti, 2019)

Tabel 2. 6 Variabel Antropometri Pada Kaki

Sumber: (Sulistiyowati & Astuti, 2019)

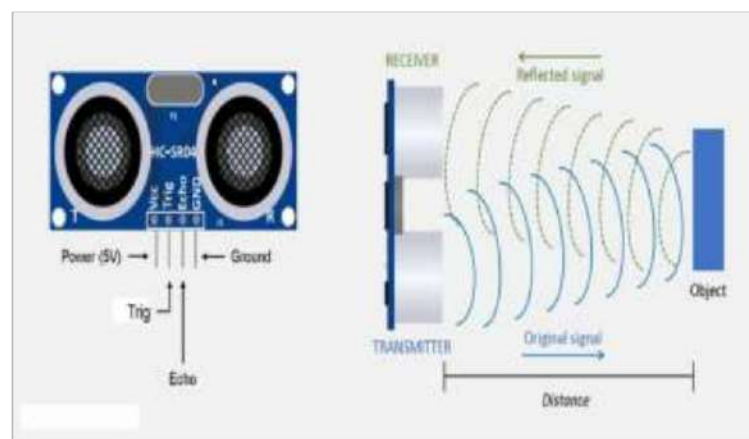
No	Variabel	Simbol	Keterangan
1.	Lebar telapak kaki	LTK	Jarak horizontal antara sisi luar jari kelingking dan sisi luar jari jempol.
2.	Panjang telapak lengan kaki	PTLK	Jarak dari tulang pangkal jempol kaki sampai dengan ujung tumit.
3.	Panjang telapak kaki sampai jari kelingking	PKJK	Jarak dari ujung jari kelingking sampai dengan ujung tumit.
4.	Lebar tangkai kaki	LTgk	Jarak horizontal antara sisi terluar dari bagian tumit kaki.
5.	Tinggi mata kaki	TMK	Jarak dari tulang mata kaki sampai dengan alas kaki.

D. Sensor

Menurut Wijaya & Okta(2015), sensor adalah sesuatu yang digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan lingkungan fisik atau kimia. Variabel keluaran dari sensor yang diubah menjadi besaran listrik disebut *transduser*.

1. Sensor Jarak Ultrasonik

Menurut (Anam, 2020) sensor merupakan perangkat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan besaran fisik seperti tekanan, gaya, besaran listrik, cahaya, gerakan, kelembaban, suhu, kecepatan dan fenomena-fenomena lingkungan lainnya. Setelah mengamati terjadinya perubahan, input yang terdeteksi tersebut akan dikonversi menjadi output yang dimengerti manusia baik melalui perangkat sensor itu sendiri ataupun ditransmisikan secara elektronik melalui jaringan untuk ditampilkan atau diolah menjadi informasi yang bermanfaat. Sensor jarak ultrasonik jenis sensor pengukur jarak yang paling umum adalah sensor ultrasonik. Dikenal sebagai sensor sonar, yang digunakan untuk mendeteksi jarak ke objek dengan memancarkan gelombang ultrasonik frekuensi tinggi.



Gambar 2. 9 Cara Kerja Sensor Ultrasonik
 Sumber:(Puspasari et al., 2019)

Secara detail, cara kerja sensor ultrasonik adalah sebagai berikut:

- a. Sinyal dipancarkan oleh pemancar ultrasonik dengan frekuensi tertentu dan dengan durasi waktu tertentu.
- b. Sinyal tersebut berfrekuensi diatas 20 kHz. Untuk mengukur jarak benda (sensor jarak), frekuensi yang umum digunakan adalah 40 kHz. Sinyal yang

dipancarkan akan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda tersebut.

- c. Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima, maka sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda tersebut. Jarak benda dihitung berdasarkan rumus : $S = 340.t/2$ dimana S merupakan jarak antara sensor ultrasonik dengan benda (bidang pantul), dan t adalah selisih antara waktu pemancaran gelombang oleh transmitter dan waktu ketika gelombang pantul diterima receiver.

Sensor ultrasonik umum digunakan untuk pengukuran jarak, sensor robotik, *smart cars*, *unmanned aerial vehicles* (UAV) atau kendaraan udara tanpa awak.

Aplikasi sensor ultrasonik :

- a. Dalam bidang kesehatan, gelombang ultrasonik bisa digunakan untuk melihat organ-organ dalam tubuh manusia seperti untuk mendeteksi tumor, liver, otak dan menghancurkan batu ginjal. Gelombang ultrasonik juga dimanfaatkan pada alat USG (ultrasonografi) yang biasa digunakan oleh dokter kandungan.
- b. Dalam bidang industri, gelombang ultrasonik digunakan untuk mendeteksi keretakan pada logam, meratakan campuran besi dan timah, meratakan campuran susu agar homogen, mensterilkan makanan yang diawetkan dalam kaleng, dan membersihkan benda-benda yang sangat halus. Gelombang ultrasonik juga bisa digunakan untuk mendeteksi keberadaan mineral maupun minyak bumi yang tersimpan di dalam perut bumi.

- c. Dalam bidang pertahanan, gelombang ultrasonik digunakan sebagai radar atau navigasi, di darat maupun di dalam air. Gelombang ultrasonik digunakan oleh kapal pemburu untuk mengetahui keberadaan kapal selam, dipasang pada kapal selam untuk mengetahui keberadaan kapal yang berada di atas permukaan air, mengukur kedalaman palung laut, mendeteksi ranjau, dan menentukan posisi sekelompok ikan.

Kelebihan sensor ultrasonik:

- 1) Tidak terpengaruh oleh warna dan transparansi objek karena mendeteksi jarak melalui gelombang suara.
- 2) Berfungsi dengan baik ditempat yang redup.
- 3) Cenderung mengkonsumsi arus atau daya yang lebih rendah.

Berikut beberapa jenis sensor ultrasonik:

- a) Piezoelektrik

Piezoelektrik berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik.

- b) Transmitter

Transmitter adalah sebuah alat yang berfungsi sebagai pemancar gelombang ultrasonik dengan frekuensi tertentu (misal, sebesar 40 kHz) yang dibangkitkan dari sebuah osilator.

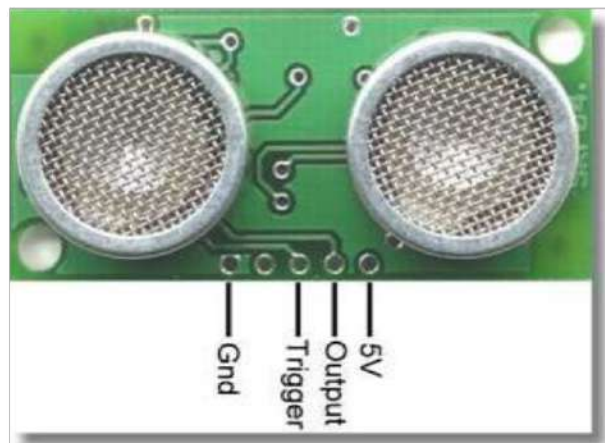
- c) Receiver

Receiver terdiri dari transduser ultrasonik menggunakan bahan piezoelektrik yang berfungsi sebagai penerima gelombang pantulan yang

berasal dari transmitter yang dikenakan pada permukaan suatu benda atau gelombang langsung LOS (*line of sight*) dari transmitter.

d) Sensor HC-SR04

Sensor ini merupakan sensor ultrasonik siap pakai, suatu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang ultrasonik. Alat ini bisa mengukur jarak benda dari 2cm - 4m dengan akurasi 3mm. Alat ini memiliki 4 pin, pin Vcc, Gnd, Trigger, dan Echo. Pin Vcc untuk listrik positif dan Gnd untuk ground-nya. Pin Trigger untuk trigger keluarnya sinyal dari sensor dan pin Echo untuk menangkap sinyal pantul dari benda.



Gambar 2. 10 Sensor Ultrasonik HC-SR04
Sumber: (Anam 2020)

Spesifikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

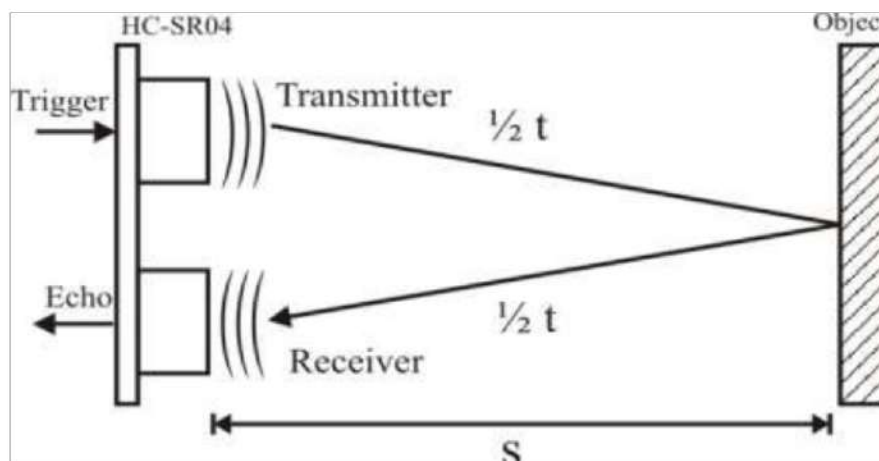
- 1) *Working Voltage*: DC 5V
- 2) *Working Current*: 15mA
- 3) *Working Frequency*: 40Hz
- 4) *Max Range*: 4m
- 5) *Min Range*: 2cm
- 6) *Measuring Angle*: 15 degree

- 7) *Trigger Input Signal: 10 μ S TTL pulse*
- 8) *Echo Output Signal Input TTL level signal and the range in proportion*
- 9) *Dimension 45 * 20 * 15mm.*

Komponen dan alat yang dibutuhkan

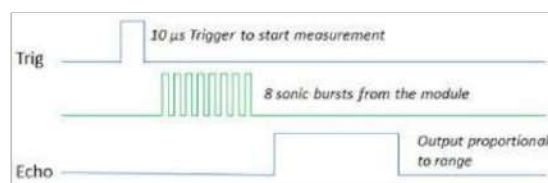
- 1) Sensor Ultrasonik HC-SR04.
- 2) Arduino Uno (jenis lain juga bisa).
- 3) Kabel Jumper.
- 4) Adaptor.

HC-SR04 memiliki 2 komponen utama sebagai penyusunnya yaitu ultrasonik transmitter dan ultrasonik receiver. Fungsi dari ultrasonik transmitter adalah memancarkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz kemudian ultrasonic receiver menangkap hasil pantulan gelombang ultrasonik yang mengenai suatu objek. Waktu tempuh gelombang ultrasonik dari pemancar hingga sampai ke penerima sebanding dengan 2 kali jarak antara sensor dan bidang pantul seperti berikut :



Gambar 2. 11 komponen utama sensor HC-SR04
Sumber : (Anam 2020)

Cara menggunakan alat ini yaitu ketika kita memberikan tegangan positif pada pin Trigger selama 10Us, maka sensor akan mengirimkan 8 step sinyal ultrasonik dengan frekuensi 40kHz. Selanjutnya sinyal akan diterima pada pin Echo. Untuk mengukur jarak benda yang memantulkan sinyal tersebut, maka selisih waktu ketika mengirim dan menerima sinyal digunakan untuk menentukan jarak benda tersebut.



Gambar 2. 12 cara kerja sensor HC-SR04

Sumber : (Anam 2020)

Prinsip pengukuran jarak menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 adalah, ketika pulsa trigger diberikan pada sensor, transmitter akan mulai memancarkan gelombang ultrasonik, pada saat yang sama sensor akan menghasilkan output TTL transisi naik menandakan sensor mulai menghitung waktu pengukuran, setelah receiver menerima pantulan yang dihasilkan oleh suatu objek maka pengukuran waktu akan dihentikan dengan menghasilkan output TTL transisi turun. Jika waktu pengukuran adalah t dan kecepatan suara adalah 340 m/s, maka jarak antara sensor dengan objek dapat dihitung dengan menggunakan persamaan.

Berikut merupakan rumus dari pembacaan sensor HC-SR04:

$$s = t \times 340 \text{ m/s}$$

Dimana :

s = Jarak antara sensor dengan objek (m)

t = Waktu tempuh gelombang ultrasonik dari transmitter ke receiver (s) (K, 2016).

E. Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu chip IC, sehingga sering disebut *single chip microcomputer*. Mikrokontroler merupakan sistem komputer yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik, berbeda dengan PC (*Personal Computer*) yang memiliki beragam fungsi. Perbedaan lainnya adalah perbandingan RAM dan ROM yang sangat berbeda antara komputer dengan mikrokontroler. Mikrokontroler adalah sebuah sistem *micro processor* dimana di dalamnya sudah terdapat CPU, ROM, RAM, I/O, Clock dan peralatan internal lainnya yang sudah saling terhubung dan terorganisasi (teralamati) dengan baik oleh pabrik pembuatnya dan dikemas dalam satu chip yang siap pakai.

Sehingga kita tinggal memprogram isi ROM sesuai aturan penggunaan oleh pabrik yang membuatnya. Teknologi yang digunakan pada mikrokontroler AVR berbeda dengan mikrokontroler seri MCS-51. AVR berteknologi RISC (Reduced Instruction Set Computer), sedangkan seri MCS-51 berteknologi CISC (Complex Instruction Set Computer). Mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi empat kelas, yaitu keluarga ATtiny, keluarga AT90Sxx, keluarga ATmega, dan keluarga AT89RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, kelengkapan peripheral dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan mereka bisa dikatakan hampir sama. Oleh karena itu, dipergunakan salah satu AVR produk Atmel, yaitu ATmega8535.

Pada sistem ini, mikrokontroler berfungsi sebagai perangkat pengendali utama sekaligus perangkat untuk melakukan sistem monitoring. Mikrokontroler

yang digunakan yaitu ATmega328 yang telah terintegrasi pada modul Arduino Uno. Modul ini digunakan karena memiliki spesifikasi yang dirasa mencukupi untuk kebutuhan sistem instrumentasi ini. Arduino Uno memiliki spesifikasi: ADC10 bit; PWM (6 channels) 8 bit; 14 pin digital I/O; 6 pin analog input; memori flash 32 kB; static RAM 2 kB; clock speed 16 MHz; dan tegangan input 7-12 V. Arduino merupakan salah satu jenis modul mikrokontroler yang saat ini banyak digunakan untuk keperluan aplikasi sistem instrumentasi. Arduino menggunakan bahasa pemrograman C/C++. Perangkat ini juga dilengkapi compiler yang telah terintegrasi yaitu Arduino IDE. Arduino juga bersifat open source sehingga memudahkan user untuk mengembangkan aplikasi yang dirancangnya. Pada sistem ini, Arduino digunakan karena sudah terintegrasi dengan perangkat antarmuka Processing. Dengan demikian, perancangan sistem akan lebih mudah dilakukan (Anam, 2020).

F. Metode Pengambilan Data

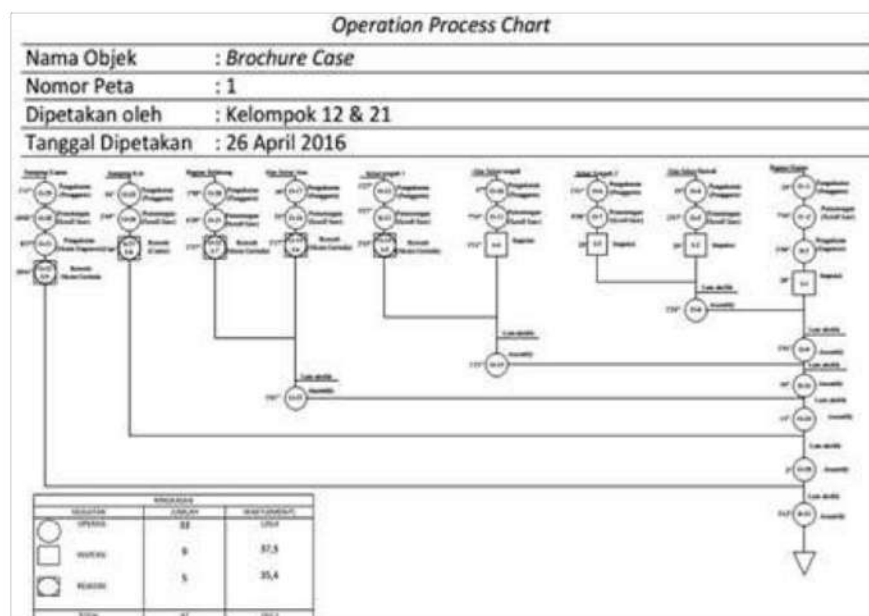
Dalam melakukan pengambilan data terbagi menjadi 2 yaitu data primer dan data sekunder. Pengertian data primer dan data sekunder menurut Bagya dan Sony (2017), adalah sebagai berikut:

1. Data primer merupakan data yang dikumpulkan secara langsung dari sumber datanya, data primer juga disebut sebagai data asli. Untuk mendapatkan data primer, peneliti harus mengumpulkan datanya secara langsung.

2. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari berbagai sumber yang telah ada (data sebagai tangan kedua). Data sekunder dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti buku, laporan, jurnal dan lain-lain.

G. Diagram Operation Process Chart (OPC)

Menurut Amri (2014), diagram *process* merupakan suatu alat komunikasi yang jelas, yang bertujuan untuk menganalisa proses kerja dari tahap awal sampai tahap akhir. Diagram tersebut dapat melihat semua langkah-langkah yang dialami suatu objek sejak awal proses sampai proses menghasilkan produk. Adanya diagram ini mempermudah dalam melakukan perencanaan perbaikan metode kerja.



Gambar 2. 13 Diagram Operation Process Chart (OPC)

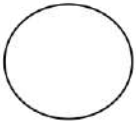


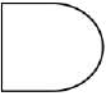
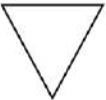
Sumber: Widjosubroto (1995, dalam ikasari 2014)

Menurut Widjosubroto(1995, dalam ikasari 2014), Diagram *Operation Process Chart* (OPC) merupakan suatu diagram atau suatu peta yang menggambarkan langkah-langkah proses yang akan dialami oleh bahan baku mengenai urutan-urutan operasi dan pemeriksaan. Sejak dari awal sampai menjadi

produk jadi utuh maupun sebagai komponen dan juga memuat informasi-informasi yang diperlukan untuk analisa lebih lanjut.

Gambar 2.4 menjelaskan tentang cara kerjanya diagram OPC dan pada tabel 2.1 menjelaskan tentang simbol-simbol yang ada pada digram OPC, disebut juga *symbol American Society Of Mechanical Engineer (ASME)*.

Tabel 2. 7 Simbol *American Society of Mechanical Engineer (ASME)*

SIMBOL	NAMA KEGIATAN	DEFINISI KEGIATAN
	Operasi	Kegiatan operasi yang terjadi apabila benda kerja mengalami perubahan sifat, baik fisik maupun kimia.
	Inspeksi	Kegiatan pemeriksaan terhadap benda kerja atau peralatan, baik segi kualitas maupun kuantitas.
	Transportasi	Kegiatan transportasi terjadi apabila benda kerja, pekerja mengalami perpindahan tempat yang bukan merupakan bagian dari suatu proses operasi.
	<i>Delay</i>	Kegiatan menunggu (<i>delay</i>), material yang diam sementara sebelum diproses lebih lanjut.
	Menyimpan	Kegiatan menyimpan benda untuk waktu yang cukup lama.

H. Bill Of Material (BOM)

Bill Of Material(BOM) merupakan rangkaian struktur semua komponen yang digunakan untuk memproduksi barang jadi, BOM juga mempunyai arti daftar bahan, material atau komponen yang dibutuhkan untuk dirakit menjadi sebuah produk jadi (Jaharuddin et al., 2020).

Menurut Render dan Heizer(Jaharuddin et al., 2020),BOM dibagi menjadi 3 macam, yaitu:

1. *Modullar Bills*

Modullar Bills yang dapat diatur di seputar modul produk. Modul merupakan komponen yang dapat dirakit untuk menjadi sebuah produk jadi, dan merupakan komponen inti dari suatu produk. BOM untuk modul-modul tersebut disebut *modular bills*.

2. *Bill Untuk Perencanaan*

Bill ini diciptakan supaya dapat menugaskan induk buaatannya kepada BOM. *Bill* ini juga dikenal dengan *pseudo-bill* atau angka peralatan.

3. *Phantom Bills*

Merupakan BOM untuk komponen dan hanya ada sementara waktu, *bill* ini langsung bergerak ke perakitan lainnya. *Phantom Bill* tidak pernah dimasukkan kedalam persediaan.

Menurut Jaharuddin et al.(2020),beberapa *format* dari BOM antara lain sebagai berikut:

1. *Single-Level BOM*

BOM yang menggambarkan hubungan sebuah induk dengan satu level komponen-komponen pembentuknya.

2. *Multi-level BOM*

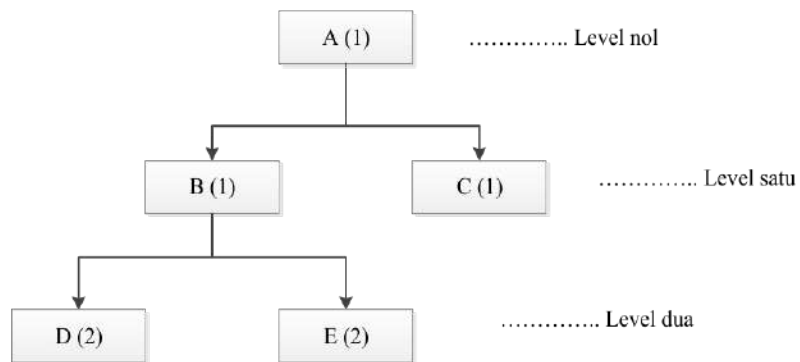
BOM yang menggambarkan struktur produk lengkap dari level 0 sampai level palingbawah.

3. *Indented BOM*

BOM yang dilengkapi dengan informasi level setiap komponen.

4. *Summarized BOM*

BOM yang dilengkapi dengan jumlah total tiap komponen yang dibutuhkan.



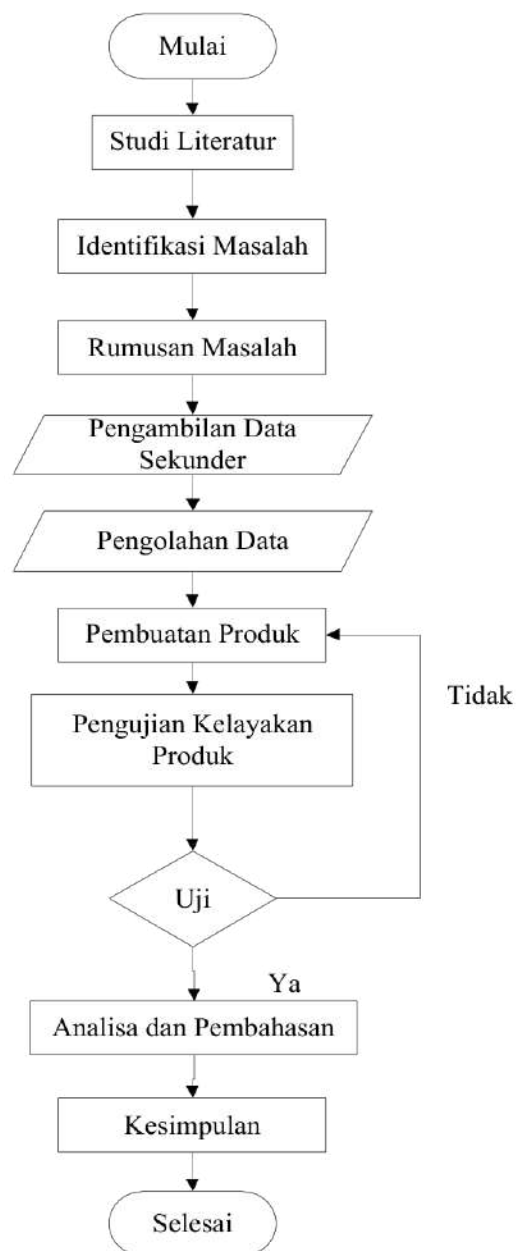
Gambar 2. 14 contoh gambar diagram struktur produk
Sumber : (Nasution 2013 (Irawan & Syaichu, 2016)

Angka-angka yang ada pada gambar 2.5 dalam kurung merupakan jumlah tiap komponen untuk membuat satu unit komponen di level atasnya. Contohnya untuk membuat satu unit komponen B diperlukan 2unit komponen D dan 2 unit komponen E.

BAB III

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian disajikan dalam bentuk *flowchart*, adapun langkah-langkah penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut.



Gambar 3. 1 *Flowchart*

A. Prosedur Penelitian

Pada metodologi penelitian menguraikan seluruh proses kegiatan yang dilaksanakan selama penelitian berlangsung, dari awal hingga akhir penelitian. Setiap tahapan dalam metodologi penelitian merupakan bagian yang menentukan tahapan berikutnya sehingga harus dilakukan dengan tepat dan cermat.

Penelitian pembuatan kursi antropometri berbasis tipe sensor HC-SR04 memiliki beberapa tahapan yaitu pengambilan data sekunder dan pembuatan produk dengan menggunakan diagram *Operation Proseses Chart* (OPC) dan menentukan *Bill of Material* (BOM) yang akan digunakan dalam pembuatan kursi antropometri berbasis tipe sensor HC-SR04.

B. Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Program Studi Teknik Industri, Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai, Jalan Tuanku Tambusai, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Dan waktu pembuatan kursi antropometri berbasis tipe sensor HC-SR04 dilaksanakan pada awal Bulan Mei 2022.

C. Pengambilan Data

Pada tahap ini, data yang digunakan dalam pembuatan kursi antropometri adalah data sekunder. Data ini didapat dari penelitian yang telah dilakukan oleh penelitian sebelumnya dengan metode *House of Quality* (HOQ). Data yang diambil berupa sketsa dan rancangan produk kursi antropometri berbasis sensor HC-SR04.

D. Pembuatan Produk

Pembuatan kursi antropometri berbasis tipe sensor HC-SR04 memiliki pertimbangan untuk memenuhi standar pembuatan yaitu sebagai kursi antropometri yang fungsional dan akurat dalam pengukuran dimensi tubuh manusia. Proses pembuatan kursi antropometri berbasis sensor HC-SR04 menggunakan diagram OPC dan BOM dimana dilakukan pemilihan alat dan bahan untuk pembuatan produk.

E. Pengujian Kelayakan Produk

Pengujian kelayakan produk, pada tahap ini dilakukan uji coba pada kursi antropometri berbasis sensor HC-SR04, untuk pengujian kursi ini ada 2 tahap. Tahap pertama dalam pengujian ini akan menguji pengampikasian sensor HC-SR04 pada kursi antropometri berjalan dengan semestinya atau tidak. Setelah itu, pada tahap kedua akan melakukan pengujian dari akurasi dan efektifitas pada saat melakukan pengukuran variable tubuh dikursi antropometri.

F. Alat Dan Bahan

Alat dan Bahan ini akan digunakan dalam pembuatan dari awal hingga akhir Kursi Antropometri. Berikut adalah alat dan bahan yang akan digunakan:

1. Alat

- a) Mesin Las

Suatu alat industrial yang digunakan seorang *welder* untuk melakukan pengelasan.

b) Elektroda

Sebagai penghantar listrik dari mesin las ke *holder* yang akan membuat nyala busur listrik jika disentuhkan ke benda kerja.

c) *Holder*

Pemegang kawat las atau *holder* berguna sebagai pemegang kawat las saat digunakan oleh seorang *welder* untuk mengelas sebuah produk.

d) Palu Las

Berguna untuk membersihkan hasil dari pengelasan.

e) Sikat Baja

Digunakan untuk membersihkan permukaan produk yang akan dilas dari zat-zat pengotor seperti karat, oli dan pengotor lainnya.

f) Meteran

Dipergunakan sebagai alat bantu mengukur objek atau produk.

g) Gerinda

Alat yang digunakan untuk memotong dan menggerus benda.

h) Bor Listrik

Digunakan sebagai alat yang bisa membuat lubang pada besi, kayu, dan berbagai jenis media lainnya.

i) Obeng

Alat yang digunakan untuk mengencangkan atau mengendorkan sebuah baut.

j) Tang

Salah satu alat perkakas yang digunakan untuk menahan, memotong, melepas, dan memasang bahan kerja.

k) *Spray Gun*

Merupakan alat yang digunakan untuk menyembrotkan cat pada benda yang akan dicat.

l) Kompresor

Merupakan sebuah mesin fluida yang menambahkan energi ke fluida kompresibel yang berfungsi untuk menaikkan tekanan.

m) Solder

Merupakan alat bantu kerja yang berfungsi sebagai penyambung sebuah komponen pada peralatan elektronik. Cara kerja solder adalah dengan melelehkan timah dengan tujuan memudahkan proses dalam menyambung sebuah komponen.

2. Bahan

a) Besi *Hollow*

Merupakan sebuah besi yang mempunyai bentuk seperti pipa panjang yang berongga dengan diameter berbentuk segi empat.

b) Besi Plat

Memilikimaknya besi yang berbentuk lembaran dan memiliki permukaan rata serta merupakan salah satu bahan baku utama dalam dunia konstruksi maupun fabrikasi.

c) Amplas

Amplas disebut juga kertas pasir, merupakan sejenis kertas yang digunakan untuk membuat permukaan benda-benda menjadi lebih halus dengan cara menggosokkan salah satu permukaan amplas yang telah ditambahkan bahan yang kasar kepada permukaan benda yang ingin dihaluskan.

d) Dempul

Bahan yang digunakan untuk menutup lubang pada logam dengan menggunakan media cat air maupun kapur.

e) Cat

Suatu cairan yang dipakai untuk melapisi permukaan suatu bahan dengan tujuan memperindah, memperkuat atau melindungi bahan tersebut.

f) Baut

Merupakan pasangan dari mur, ia memiliki bentuk batang silinder yang memiliki ulir pada bagian silindernya dan pada salah satu ujungnya terdapat bagian yang disebut dengan kepala baut.

g) Timbangan

Salah satu alat ukur yang digunakan untuk mengukur massa atau suatu benda, timbangan memiliki banyak jenis sesuai dengan kegunaannya.

h) Anti Slip

Lapisan atas dengan lapisan berstruktur untuk mencegah slip kaki.

i) Sensor

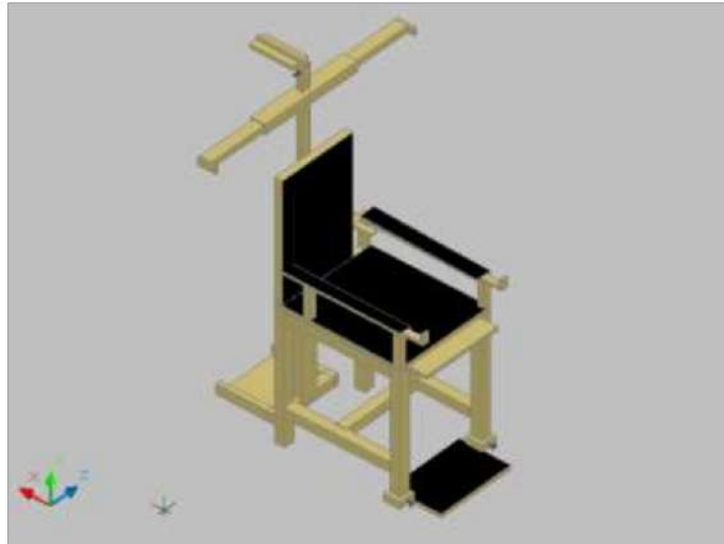
Merupakan perangkat yang digunakan untuk mendeteksi perubahan besaran fisik yang bertujuan untuk mengukur dimensi tubuh manusia.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang didapatkan dari penelitian Arni Nazirah. Berikut desain produk yang didapatkan dari penelitian sebelumnya yang berjudul “Perancangan Kursi Antropometri Berbasis sensor HC-SR04”:


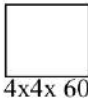




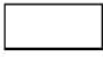
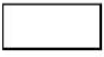








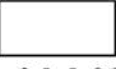
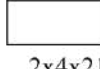

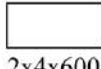


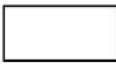









Gambar 4. 1 Desain Kursi Antropometri Berbasis Sensor HC-SR04
Sumber : Nazirah (2022)





Pembuatan kursi antropometri menggunakan Diagram *Operation Process Chart* (OPC) diagram ini merupakan suatu alat komunikasi yang jelas, yang bertujuan untuk menganalisa proses kerja dari tahap awal sampai tahap akhir. Diagram tersebut mencakup semua langkah-langkah yang dialami suatu objek sejak awal proses sampai proses akhir yaitu menjadi sebuah produk. Adanya diagram ini mempermudah dalam melakukan perencanaan perbaikan metode kerja.

Hasil dari pembahasan merupakan penjelasan lebih lanjut mengenai produk Kursi Antropometri Berbasis Sensor HC-SR04. Kursi ini berfungsi untuk pengukuran variabel tubuh manusia dan terdiri dari 9 komponen utama yang dapat dilihat pada tabel 4.1 berikut.

Tabel 4. 1 Komponen Utama

No	Nama Komponen	Jumlah	Tipe Bahan	Gambar	Gambar
				Dimensi Pakai (cm)	Dimensi Diterima (cm)
1	Kaki Kursi	1	Besi <i>Hollow</i> 4x4	 4x4x200	 4x4x 600
			Besi <i>Hollow</i> 3,5x3,5	 3,5x3,5x280	 3,5x3,5x600
2	Alas Kaki	1	Plat Besi 1,5x122x244	 1,5x4x4	 1,5x122x244
			Besi <i>Hollow</i> 2x4	 2x4x160	 2x4x600
3	Alas duduk	1	Plat Besi 1,5x122x244	 1,5x4,85x4.45	 1,5x122x244
4	Sandaran Punggung	1	Besi <i>Hollow</i> 4x4	 4x4x137	 4x4x600
			Plat Besi		

No	Nama Komponen	Jumlah	Tipe Bahan	Gambar	Gambar
				Dimensi Pakai (cm)	Dimensi Diterima (cm)
			1,5x122x244	 1,5x4,8x4,5	 1,5x122x244
5	Sandaran Tangan	1	Besi <i>Hollow</i> 2,5x5 Besi <i>Hollow</i> 2x4	 2,5x5x86  2x4x21	 2,5x5x600  2x4x600
6	Tiang Pengukuran Tinggi badan	1	Besi <i>Hollow</i> 4x4 Besi <i>Hollow</i> 3,5x3,5 Besi <i>Hollow</i> 2,5x5	 4x4x93  3,5x3,5x120  2,5x5x16	 4x4x600  3,5x3,5x600  2,5x5x16
7	Rangka Pengukuran Rentangan Tangan	1	Besi <i>Hollow</i> 4x4 Besi <i>Hollow</i> 3,5x3,5 Besi <i>Hollow</i> 2,5x5	 4x4x109  3,5x3,5x94  2,5x5x16	 4x4x600  3,5x3,5x600  2,5x5x600

No	Nama Komponen	Jumlah	Tipe Bahan	Gambar	Gambar
				Dimensi Pakai (cm)	Dimensi Diterima (cm)
8	Alas Timbangan	1	Plat Besi 1,5x122x244	 1,5x36x36	 1,5x122x244
			Besi <i>Hollow</i> 2,5x5	 2,5x5x144	 2,5x5x600
9	Sensor <i>ultrasonic</i> (HC-SR04)	6	Elektronik	5	6

Tabel 4.1 memberikan keterangan mengenai komponen utama pada kursi antropometri. Dari 9 komponen yang ada, 8 diantaranya merupakan komponen dari bahan besi dan 1 dari bahan elektronik. Gambar dimensi diterima merupakan ukuran komponen sebelum diolah lebih lanjut, sedangkan gambar dimensi pakai adalah gambar komponen setelah dilakukan pemotongan sesuai dengan ukuran yang diinginkan.

Data komponen tambahan merupakan data mengenai komponen penunjang dalam proses perakitan kursi antropometri berbasis sensor HC-SR04. Komponen tambahan untuk membuat kursi antropometri adalah baut. Baut yang digunakan sebanyak 10 dari 15 butir baut yang tersedia.

Tabel 4. 2 Komponen Tambahan

No	Nama Komponen	Jumlah	Tipe Bahan	Ukuran Kemasan (cm) Diameter x lebar kepala baut	Unit Tersedia
10	Baut	10	Besi	6 x 10	15
11	Karet alas duduk	1	Karet	30 x 15	1

Komponen tersebut akan diolah dengan menggunakan beberapa mesin dengan fungsi yang berbeda. Berikut merupakan mesin-mesin yang digunakan dalam mengolah kursi antropometri berbasis sensor HC-SR04 beserta data gabungan komponen utama dan tambahan. Masing-masing komponen terdiri dari 1 unit kecuali sensor dan baut, sensor ada sebanyak 5 unit baut ada sebanyak 10 unit.

Tabel 4. 3 Mesin yang Digunakan dalam Pembuatan Kursi Antropometri

No. Mesin	Nama Mesin	Proses
1	Mesin gerinda	Memotong dan membersihkan
2	Mesin Bor	Melubangi
3	Mesin Las	Menyatukan

Data komponen utama dan tambahan merupakan keseluruhan komponen-komponen yang digunakan dalam proses pembuatan kursi antropometri. Komponen-komponen utama maupun tambahan diberikan simbol dan kuantitas. Simbol yang digunakan adalah simbol yang dapat menggambarkan nama komponen tersebut. Simbol dan kuantitas komponen utama dan tambahan

pembuatan kursi antropometri berbasis sensor HC-SR04 dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Simbol dan Kuantitas Komponen Utama dan Tambahan Untuk OPC

No	Nama Komponen	Simbol	Kuantitas
1	Kaki Kursi	KK	1
2	Alas Kaki	AK	1
3	Alas Duduk	AD	1
4	Sandaran Punggung	SP	1
5	Sandaran Tangan	ST	1
6	Tiang Pengukuran Tinggi Badan	TPTB	1
7	Rangka Pengukuran Rentangan Tangan	RPRT	1
8	Alas Timbangan	AT	1
9	Sensor HC-SR04	S	5
10	Baut	B	10

B. Pengolahan Data

Setiap proses mulai dari bahan baku hingga menjadi kursi antropometri dijelaskan dalam sebuah diagram OPC. Diagram OPC juga memuat informasi-informasi yang diperlukan untuk analisa lebih lanjut seperti durasi perakitan, material yang digunakan, tempat, alat, dan mesin yang dipakai pada saat melakukan operasi.

Data durasi perakitan digunakan untuk mengetahui lamanya total pengerjaan kursi antropometri. Data ini digunakan untuk mengetahui waktu yang digunakan untuk proses perakitan satu unit kursi antropometri ini, sehingga dapat diketahui perkiraan waktu untuk produksi kursi ini dalam jumlah yang banyak. Data durasi perakitan dapat dilihat pada tabel 4.5 berikut.

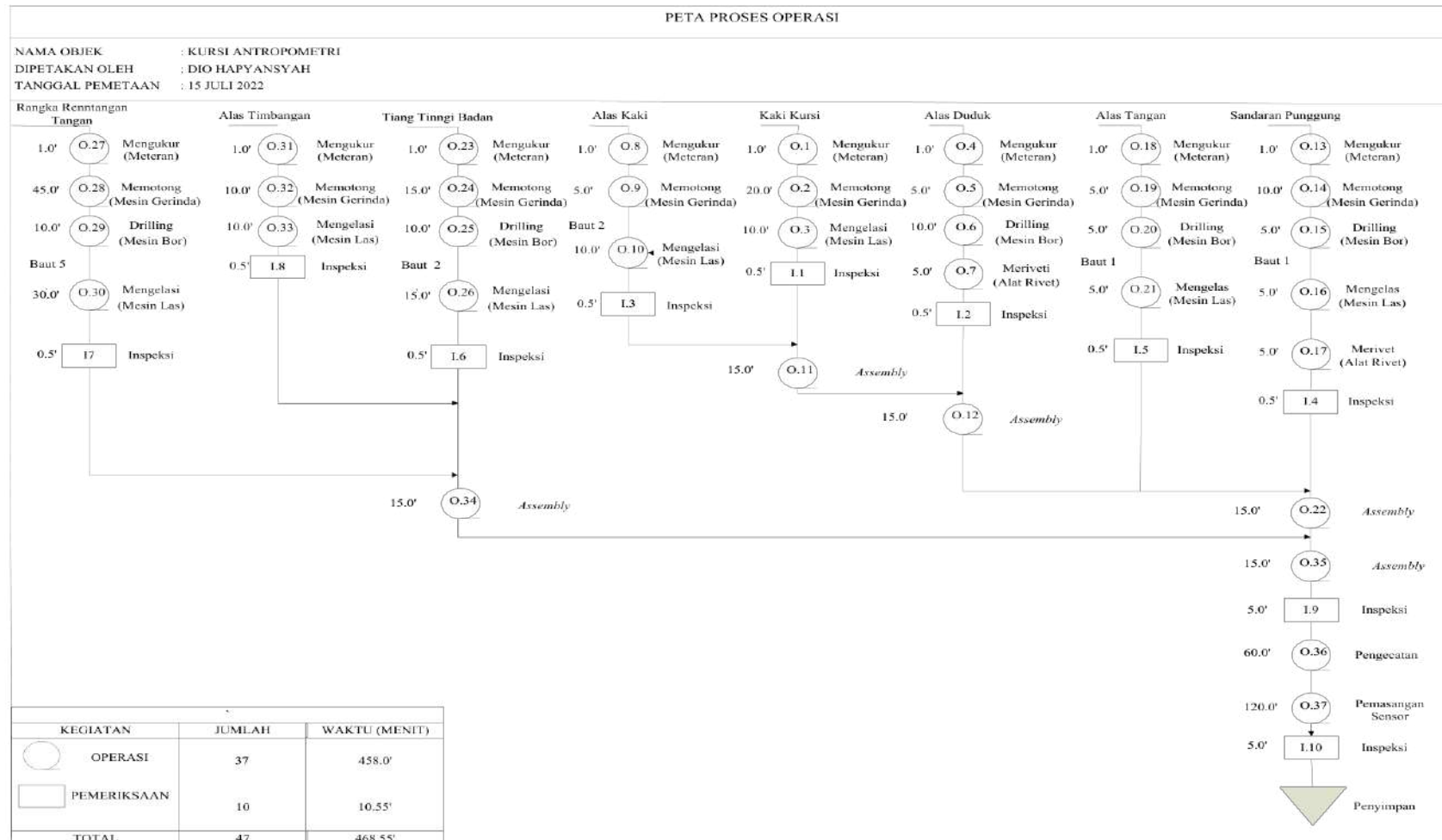
Tabel 4. 5 Data Durasi Perakitan

No	Simbol Komponen	Perakitan (Menit)		Kuantitas	Rata-rata
		I	II		
1	KK + AD	31,5	21,5	1	26,5
2	Perakitan 1 + AK	26,5	16,5	1	21,5
3	Perakitan 2 + SP	21,5	26,5	1	24
4	Perakitan 3 + ST	24	16,5	1	20,25
5	TPTB+ RPRT	41,5	86,5	1	64
6	Perakitan 4 + Perakitan 5	20,25	64	1	42,125
7	Perakitan 6 + AT	42,125	21,5	1	31,81
Total		29,48	36,14		32,88

1. Operation Process Chart (OPC)

Diagram OPC dalam pembuatan kursi antropometri dalam penelitian ini terdapat sebanyak 37 proses operasi yang terdiri dari kaki kursi, alas duduk, alas kaki, alas tangan, sandaran punggung, tiang tinggi berdiri, rangka rentangan tangan, alas timbangan, dengan total waktu operasi selama 458 menit. Kemudian proses pemeriksaan atau inspeksi dilakukan sebanyak 10 kali dan memerlukan total waktu selama 10,55 menit. Jadi total operasi dan pemeriksaan yang

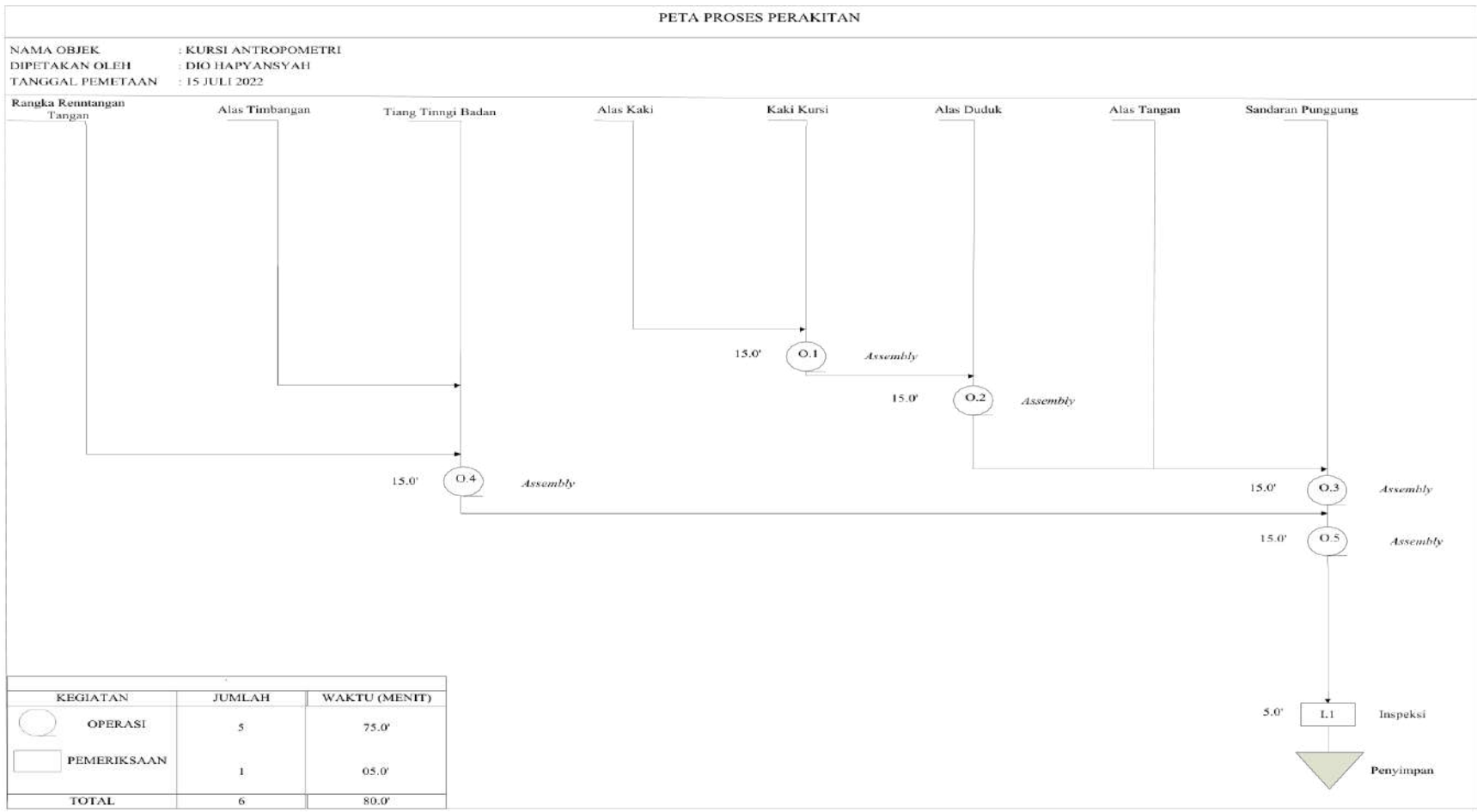
dibutuhkan dalam melakukan pembuatan kursi antropometri berbasis sensor HC-SR04 yaitu sebanyak 47 kegiatan dan total waktu keseluruhan sebesar 468,55 menit atau setara dengan 7,8 Jam. Diagram OPC dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Diagram OPC

2. *Assembly Process Chart (APC)*

Peta Proses Perakitan atau *Assembly Process Chart (APC)* merupakan peta yang menggambarkan langkah-langkah proses perakitan yang akan dialami komponen berikut pemeriksaannya dari awal sampai produk jadi. Operasi pertama (O.1) dilakukan perakitan kaki kursi dengan alas kaki disebut sub *assembly 1*. Pada operasi kedua (O.2) sub *assembly 1* kemudian dirakit dengan alas duduk menjadi sub *assembly 2*. Pada operasi ketiga (O.3) sub *assembly 2* dirakit dengan sandaran punggung menjadi sub *assembly 3*, pada proses perakitan keempat (O.4) dilakukan perakitan antara rangka rentangan tangan, alas timbangan dan tiang tinggi badan disebut sub *assembly 4* dan pada proses terakhir dilakukan perakitan antara sub *assembly 3* dan sub *assembly 4* maka baru menjadi kursi antropometri, setelah jadi dilakukan proses inspeksi atau pemeriksaan. Diagram APC dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Diagram Assembly

3. *Bill of Material (BOM)*

Adapun material-material dan komponen yang terdapat pada kursi antropometri berbasis sensor HC-SR04 yang akan dikembangkan yaitu sebagai berikut :

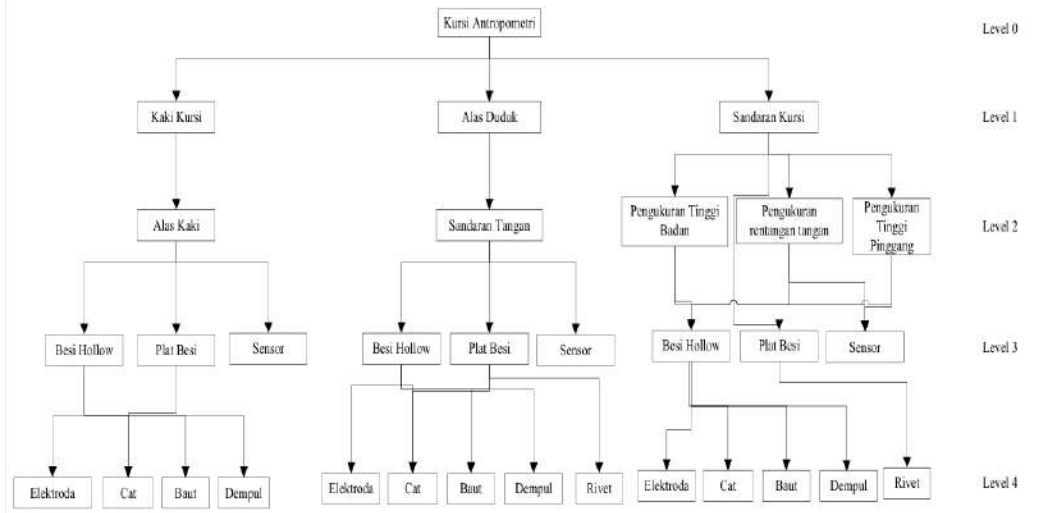
Tabel 4. 6 Material dan Komponen Kursi Antropometri Berbasis Sensor HC-SR04

No	Material atau Komponen	Quantity	Gambar
1	Besi <i>Hollow</i> 4cm x 4cm	1 batang	
2	Besi <i>Hollow</i> 3,8cm x 3,8 cm	1 batang	
3	Besi <i>Hollow</i> 3cm x 3cm	1 batang	
4	Besi <i>Hollow</i> 2,5cm x 5cm	1 batang	
5	Besi <i>Hollow</i> 2cm x 4cm	1 batang	

No	Material atau Komponen	Quantity	Gambar
6	Baut ukuran 10 mm	15 baut	
7	Plat Besi	1	
8	Cat	1	
9	Sensor HC-SR04	6 sensor	
10	Arduino Uno	1 unit	

No	Material atau Komponen	Quantity	Gambar
11	Kabel Jumper	24 kabel	
12	Adaptor	1 unit	

Bill of Material (BOM) merupakan rangkaian struktur semua komponen yang digunakan untuk memproduksi barang jadi. Berikut merupakan struktur *Bill of Material*.



Gambar 4.4 struktur *Bill Of material (BOM)*

Pada gambar 4.4 merupakan BOM dari kursi antropometri berbasis sensor HC-SR04. Pada level 0 merupakan sebuah produk jadi, level 1 komponen yang menjadi pembentuk langsung dari level 0 atau komponen dari kursi antropometri. Pada level 2 merupakan komponen untuk membentuk komponen dari level 1 dan juga sebagai komponen pembentuk langsung dari level 0. Pada level 3 merupakan komponen dari pembentuk level sebelumnya dan pada level 4 lebih mengarah kepada bahan yang paling sedikit dipakai.

4. Proses Pembuatan Produk

Berikut ini merupakan gambaran dari pembuatan kursi antropometri di laboratorium teknik industri.

a. Proses Pengukuran Material



Gambar 4.5 Proses Pengukuran Material

Gambar 4.5 menampilkan proses pengukuran material, ukuran yang dipakai berdasarkan data yang telah ada dari penelitian sebelumnya.

b. Proses Pemotongan Material



Gambar 4.6 Proses Pemotongan Material

Gambar 4.6 menampilkan proses pemotongan material yang akan dipakai untuk pembuatan kursi antropometri, material yang dipakai dalam proses ini adalah besi *hollow* dan plat besi.

c. Proses Pengelasan



Gambar 4.7 Proses Pengelasan Kerangka Kursi Antropometri

Gambar 4.7 menampilkan proses pengelasan kursi antropometri agar semua material tersambung menjadi sebuah rangka kursi antropometri.

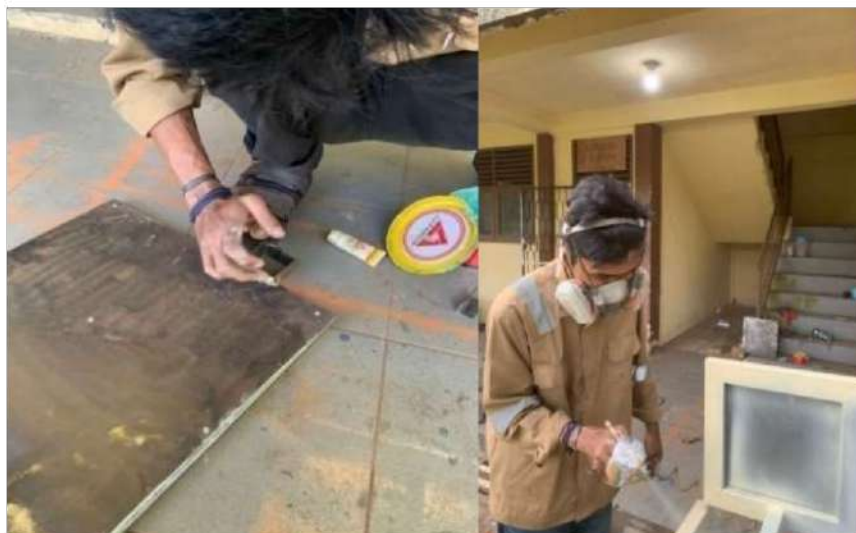
d. Proses Pengeboran dan Perivetan



Gambar 4.8 Proses Pengeboran Kerangka Kursi Antropometri

Pada gambar 4.8 merupakan proses pengeboran untuk melubangi beberapa titik di rangka kursi antropometri dengan menggunakan mata bor yang berukuran 4 mm, agar bisa melakukan perivetan pada plat besi yang sudah diukur dan dipotong menjadi sebuah alas dan penutup.

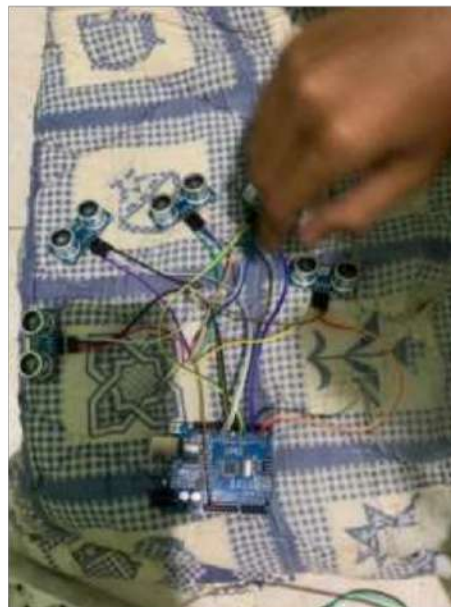
e. Proses Persiapan Pengecatan



Gambar 4.9 Proses Pendempulan dan Pengecatan

Sebelum masuk ke proses pengecatan, ada beberapa tahapan yang dilakukan, tahap pertama melakukan pendempulan yang bertujuan untuk menutupi lobang lobang atau permukaan yang kurang rata, kemudian dilanjutkan dengan proses penghalusan menggunakan amplas. Dalam proses ini sangat mempengaruhi hasil cat, proses ini bertujuan untuk menghaluskan permukaan benda atau produk yang akan dicat, terutama pada bagian yang telah didempul, dan setelah semua permukaan rata dan halus, selanjutnya masuk kepada proses pengecatan.

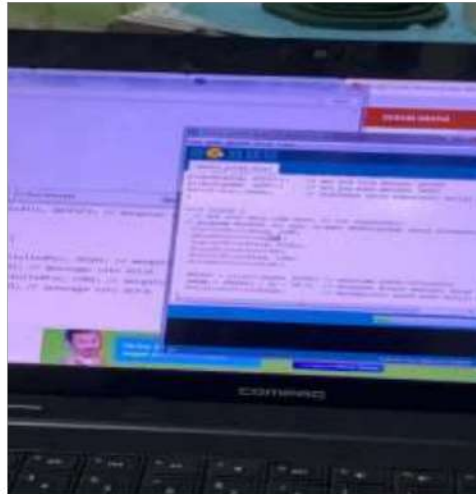
f. Proses Perakitan Sensor HC-SR04



Gambar 4.10 Proses Perakitan Sensor HC-SR04

Pada gambar 4.10, proses perakitan sensor HC-SR04 ke mikrokontroler, jenis mikrokontroler yang dipakai yaitu Arduino Uno, pada proses perakitan ini memerlukan kabel *jumper* sebagai penghubung antara sensor ke mikrokontroler.

g. Proses Pemrograman



Gambar 4.11 Proses Pemrograman

Gambar 4.11 proses pemrograman, pada proses ini untuk menjalankan sensor agar berjalan seperti yang diinginkan, perlu memasukan *program* yang sesuai agar sensor bekerja dengan normal. Setelah program berjalan seperti yang kita mau, maka sensor baru bisa dipasang ke kursi antropometri.

h. Proses Pemasangan Sensor HC-SR04



Gambar 4.12 Proses Pemasangan Sensor HC-SR04 ke Kursi Antropometri

Proses pemasangan sensor HC-SR04 dilakukan setelah pengecatan kursi antropometri, dimana sensor yang dipasang telah ditentukan titik-titik penempatannya. Sebelum melakukan proses pemasangan sensor ke kursi, dilakukannya proses perakitan sensor.

i. Proses *Finishing*

Merupakan tahap akhir pada kursi antropometri berbasis sensor HC-SR04 ini, yaitu memastikan apakah semua fitur yang ada pada kursi antropometri berfungsi dengan baik.



Gambar 4.13 Proses *Finishing*

Pada proses ini dilakukan pengecekan pada titik-titik peletakan sensor ke kursi antropometri, pada proses peletakan sensor HC-SR04 terdapat 5 sensor yang diletakan yaitu pada titik pengukuran tinggi kaki posisi duduk, tinggi pinggang, panjang tangan, rentangan tangan dan pada posisi tinggi duduk dan posisi tinggi berdiri hanya ada 1 titik sensor.

C. Pengujian Produk

Pada proses pengujian produk hanya dilakukan 5 variabel pengukuran dari 6 variabel pengukuran yang telah dipaparkan sebelumnya. Ada 5 variabel pengukurannya yaitu pengukuran panjang tangan tinggi pinggang, tinggi kaki posisi duduk, tinggi duduk dan tinggi berdiri.

1 Pengujian Sensor

Sensor HC-SR04 dipasang ke 5 titik pada kursi antropometri dengan cara memantulkan gelombang suara tersebut sehingga dapat dipakai untuk menafsirkan eksistensi (jarak) suatu benda dengan frekuensi tertentu, kemudian hasil pantulan suara tersebut di *convert* menjadi hasil data berupa jarak (cm) dengan menghubungkan ke laptop.

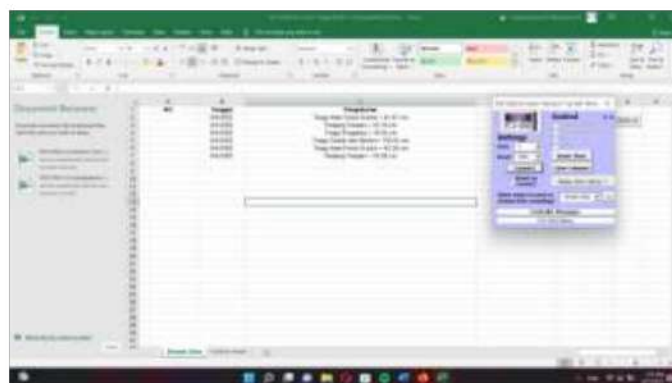
Setelah dilakukan pengujian sensor HC-SR04 pada kursi antropometri didapat bahwa 5 variabel pengukuran yang hanya terbaca datanya yaitu pada variabel pengukuran panjang tangan, tinggi kaki duduk, tinggi berdiri, tinggi posisi duduk dan tinggi pinggang dari 5 sensor. Ada 1 sensor tidak terbaca datanya disebabkan oleh kedudukan permukaan sensor yang tidak rata, peletakan sensor jarak jangkauan pendeteksiannya terbatas dan hanya satu arah, sehingga pengaturan posisi sensor sangat susah dan mengakibatkan sensor mendapatkan hasil pengukuran yang salah.

Proses pengujian sensor dapat dilihat pada gambar 4.14 berikut.



Gambar 4.14 Proses Pengujian Sensor

Dari hasil pengukuran yang telah dilakukan terdapat 1 variabel pengukuran yang tidak terbaca nilai ukurnya yaitu rentangan tangan, sedangkan untuk variabel tinggi pinggang, tinggi kaki posisi duduk dan panjang tangan terbaca nilai jarak ukurnya pada laptop. Hasil yang didapat saat pengujian sensor, dapat dilihat pada gambar 4.15 berikut ini.



Gambar 4.15 Hasil Pengujian Sensor

2 Pengujian Efektifitas dan Akurasi

Pada pengujian ini dilakukan perbandingan antara pengukuran menggunakan kursi antropometri berbasis sensor dengan pengukuran manual, dari proses pengukuran hingga proses input data ke dalam *Microsoft Excel*.



Gambar 4.16 Proses Pengukuran Menggunakan Meteran atau Manual

Tabel 4.7 Pengujian Efektifitas dan Akurasi

N0	Meteran		Kursi Antropometri		Variabel pengukuran
	Menit	Hasil Ukur	Menit	Hasil Ukur	
1	5	45	2,49	44,76	Panjang tangan
2	5	18,5	2,49	18,95	Tinggi pinggang
3	5	160	3,5	159,93	Tinggi berdiri
4	5	42	2,49	41,47	Tinggi kaki posisi duduk
5	5	47	2,49	47,49	Tinggi duduk

Pada tabel 4.8 di atas dapat disimpulkan bahwa pengujian efektivitas dan akurasi dengan menggunakan kursi antropometri dari 5 variabel pengukuran yaitu panjang tangan, tinggi pinggang, tinggi berdiri, tinggi kaki posisi duduk, tinggi duduk. Pengukuran menggunakan kursi antropometri lebih cepat 2 menit dari pengukuran meteran, hal ini dikarenakan proses pengukuran menggunakan kursi

Antropometri langsung terbaca oleh sensor HC-SR04 dan tersimpan di *excel* melalui *software Arduino*. Sedangkan akurasi dari pengujian ini didapat bahwa menggunakan kursi antropometri lebih akurat nilainya dibandingkan ketika melakukan pengukuran meteran.

3 Pengujian Rata-rata Selisih Pengukuran

Pada pengujian ini bertujuan agar mendapatkan rata rata pengukuran yang dilakukan oleh sensor HC-SR04, untuk mendapatkan nilai rata rata pengukuran dilakukan 5 kali pengujian kursi antropometri dengan 5 orang yang berbeda. Berikut hasil pengujian yang telah dilakukan.

a. Pengujian Responden Pertama

Tabel 4.8 Pengujian Responden Pertama

N0	Meteran		Kursi Antropometri		Variabel pengukuran
	Menit	Hasil Ukur	Menit	Hasil Ukur	
1	4,42	45	2,49	44,76	Panjang tangan
2	4,42	18,5	2,49	18,95	Tinggi pinggang
3	4,42	160	3,5	159,93	Tinggi berdiri
4	4,42	42	2,49	41,47	Tinggi kaki posisi duduk
5	4,42	47	2,49	47,49	Tinggi duduk

b. Pengujian Responden Kedua

Tabel 4.9 Pengujian Responden Kedua

N0	Meteran		Kursi Antropometri		Variabel pengukuran
	Menit	Hasil Ukur	Menit	Hasil Ukur	
1	4,42	45	2,49	45,26	Panjang tangan
2	4,42	16	2,49	16,67	Tinggi pinggang
3	4,42	155	3,5	155,02	Tinggi berdiri
4	4,42	40	2,49	40,33	Tinggi kaki posisi duduk
5	4,42	47,5	2,49	47,10	Tinggi duduk

c. Pengujian Responden Ketiga

Tabel 4.10 Pengujian Responden Ketiga

N0	Meteran		Kursi Antropometri		Variabel pengukuran
	Menit	Hasil Ukur	Menit	Hasil Ukur	
1	4,42	44	2,49	43,56	Panjang tangan
2	4,42	15	2,49	15,87	Tinggi pinggang
3	4,42	154	3,5	154,93	Tinggi berdiri
4	4,42	38	2,49	38,47	Tinggi kaki posisi duduk
5	4,42	44	2,49	44,49	Tinggi duduk

d. Pengujian Responden Keempat

Tabel 4.11 Pengujian Responden Keempat

N0	Meteran		Kursi Antropometri		Variabel pengukuran
	Menit	Hasil Ukur	Menit	Hasil Ukur	
1	4,42	45	2,49	45,76	Panjang tangan
2	4,42	18	2,49	17,95	Tinggi pinggang
3	4,42	159	3,5	158,93	Tinggi berdiri
4	4,42	42	2,49	42,47	Tinggi kaki posisi duduk
5	4,42	45	2,49	45,49	Tinggi duduk

e. Pengujian Responden Kelima

Tabel 4.12 Pengujian Responden Kelima

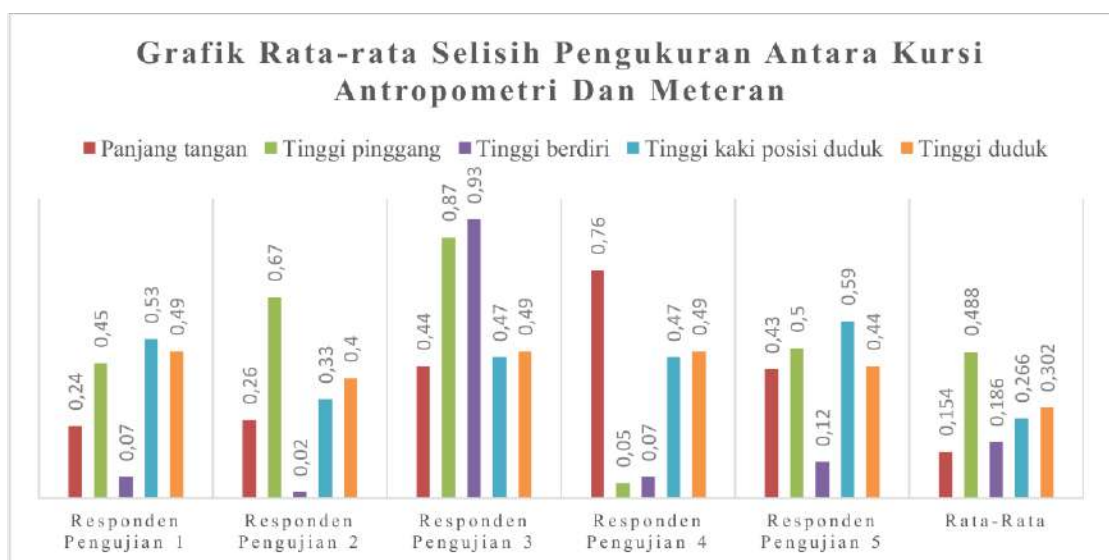
N0	Meteran		Kursi Antropometri		Variabel pengukuran
	Menit	Hasil Ukur	Menit	Hasil Ukur	
1	4,42	46	2,49	46,43	Panjang tangan
2	4,42	17	2,49	17,50	Tinggi pinggang
3	4,42	172	3,5	172,12	Tinggi berdiri
4	4,42	43	2,49	43,59	Tinggi kaki posisi duduk
5	4,42	47	2,49	47,44	Tinggi duduk

Dari kelima tabel pengujian diatas, maka didapat nilai rata rata pengukuran sensor yaitu dapat dilihat pada tabel 4.13 Tabel Rata-Rata selisih Pengukuran.

Tabel 4.13 Tabel Rata-Rata Selisih Pengukuran

Variabel pengukuran	Responden Pengujian 1	Responden Pengujian 2	Responden Pengujian 3	Responden Pengujian 4	Responden Pengujian 5	Rata-Rata
Panjang tangan	0,24	0,26	0,44	0,76	0,43	0,154
Tinggi pinggang	0,45	0,67	0,87	0,05	0,5	0,488
Tinggi berdiri	0,07	0,02	0,93	0,07	0,12	0,186
Tinggi kaki posisi duduk	0,53	0,33	0,47	0,47	0,59	0,266
Tinggi duduk	0,49	0,4	0,49	0,49	0,44	0,302

Pada tabel 4.13 didapat hasil dari rata-rata selisih pengukuran anggota tubuh antara pengukuran menggunakan meteran dan menggunakan kursi antropometri berbasis sensor. Didapati bahwa rata-rata pengujian menunjukkan selisih pengukuran akurat kursi antropometri dengan meteran lebih akurat sekitar 0,1-0,3. Hal ini didapat berdasarkan rata-rata pengukuran akurat kursi antropometri dikurangi pengukuran dengan meteran.



Gambar 4.17 Grafik Rata Rata Selisih Pengukuran Antara Kursi Antropometri dan Meteran

Gambar 4.17 Diatas merupakan grafik dari rata-rata selisih pengukuran kursi antropometri dan meteran pada responden, dapat dilihat bahwa pada variabel panjang tangan didapat nilai rata-rata yaitu 0,154, pada variabel tinggi pinggang dengan rata-rata 0,488, pada variabel tinggi berdiri dengan rata-rata 0,186, pada variabel tinggi kaki posisi duduk dengan rata-rata 0,266, pada variabel tinggi duduk dengan rata-rata 0,302.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Pembuatan kursi antropometri berbasis sensor HC-SR04 menggunakan *Operation Process Chart (OPC)* dengan total seluruh operasi berserta inspeksi yaitu 468,55 menit atau 78,09 jam dalam menyelesaikan 1 produk dengan menggunakan material. Penggunaan kursi antropometri berbasis sensor HC-SR04 ini lebih cepat dan presisi dibandingkan menggunakan meteran.

Kursi Antropometri Berbasis Sensor HC-SR04 dalam melakukan pengukuran efektif dan efisien, dimana hasil dari pengukuran yang dilakukan oleh sensor HC-SR04 langsung ter input ke dalam *Microsoft Excel* melalui *Software Arduino*.

Rata-rata selisih pengukuran antara menggunakan kursi antropometri dengan pengukuran menggunakan meteran pada variabel panjang tangan didapat nilai rata-rata yaitu 0,154, pada variabel tinggi pinggang dengan rata-rata 0,488, pada variabel tinggi berdiri dengan rata-rata 0,186, pada variabel tinggi kaki posisi duduk dengan rata-rata 0,266, pada variabel tinggi duduk dengan rata-rata 0,302.

B. Saran

Pengembangan untuk penelitian selanjutnya dapat menyempurnakan dibagian penempatan sensor dan dalam hal pemrograman sensor. selain itu, untuk pengembangan penelitian selanjutnya diharapkan melakukan pembuatan *prototype* produk dahulu guna mengetahui kekuatan struktur produk. Penelitian

selanjutnya juga diharapkan dapat dilakukan pada responden yang lebih banyak lagi, untuk dapat menghitung hasil akurasi dengan lebih presisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amri, I. (2014). Pengantar Teknik Industri. Pengantar Teknik Industri, 3.
- Anam, S. (2020). Sensor Ultrasonik Dalam Water Level Controller, (037).
- Arief, B., & Wicaksana, A. P. (2013). Kajian Bentuk Kursi Pada Food Court Di Kota Bandung. *Jurnal Rekajiva*, 01(01), 1–15.
- Bagya, S. F. S. (2017). Metode Penelitian Dan Statistik (Vol. 59).
- Hasimjaya, J., Wibowo, M., & Wondo, D. (2017). 5858-11042-1-Sm, 5(2), 449–459.
- Ii, B. A. B., & Pustaka, T. (N.D.). No Title, 7–26.
- Ikasari, D. M. (2014). Modification Of Sweet Potato Flour Production Facility Layout At Farmers Group United Of Sukoanyar Village Of Pakis District Integrated Collaboration Quality Assessment For Sustainable Sugar Supply Chain View Project, (May 2014).
- Irawan, P. A., & Syaichu, A. (2016). Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Metode Material Requirement Planning (Mrp) Pada Pt. Semen Indonesia (Persero), Tbk. *Journal Knowledge Industrial Engineering (Jkie)*, 04(01), 15–22.
- Jaharuddin, Utama, R. E., Gani, N. A., & Priharta, A. (2020). Buku Manajemen Operasi Full.
- K, F. N. (2016). Tugas Sensor Ultrasonik. Makalah, 1–12.
- Kerja, P. (N.D.). Analisis & Pengukuran Kerja.
- Limantara, A. D., Cahyo, Y., Purnomo, S., & Mudjanarko, S. W. (2017). Pemodelan Sistem Pelacakan Lot Parkir Kosong Berbasis Sensor Ultrasonic Dan Internet Of Things (Iot) Pada Lahan Parkir Diluar Jalan, (November), 1–2.
- Mustamin, M. T., Program, D., Program, A. S., Rahim, R., Hamzah, B., & Mulyadi, R. (2020). The Effect Of Human Body Surface Area On Thermal Comfort Of University Students, 11(9), 495–504.
- Puspasari, F.-, Fahrurrozi, I.-, Satya, T. P., Setyawan, G.-, Al Fauzan, M. R., & Admoko, E. M. D. (2019). Sensor Ultrasonik Hcsr04 Berbasis Arduino Due Untuk Sistem Monitoring Ketinggian. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 15(2), 36. <https://doi.org/10.12962/J24604682.V15i2.4393>

- Rekayasa, J., & Industri, S. (2017). Perancangan Kursi Ergonomis Untuk Memperbaiki Posisi Kerja Pada Proses Packaging Jenang Kudus Akhmad Sokhibi Program Studi Teknik Industri , Fakultas Teknik , Universitas Muria Kudus Jl . Lingkar Utara Gondangmanis Bae Kudus Jawa Tengah 59327 Email : Akh., 3(1), 61–72.
- Santoso, A., Anna, B. & Purbasari, A. (2014). Perancangan Ulang Kursi Antropometri Untuk Memenuhi Standar Pengukuran. *Profisiensi*, 2(2), 81–91. Retrieved From <https://www.journal.unrika.ac.id/index.php/jurnalprofisiensi/article/view/317>
- Santoso, Agung, B. Anna, A. P. (2014). Perancangan Ulang Kursi Antropometri Untuk Memenuhi Standar Pengukuran. *Jurnal Program Studi Teknik Industri (Profisiensi)*, 2(1), 81–91.
- Satya, V. E. (2018). Strategi Indonesia Menghadapi.
- Sulistiyowati, R., & Astuti, D. P. (2019). Analisa Perbandingan Waktu Pengukuran Menggunakan Kursi Atropometri Di Laboratorium Perancangan Sistem Kerja Dan Ergonomi Uns Issn 2655 4887 (Print), Issn 2655 1624 (Online) Issn 2655 4887 (Print), Issn 2655 1624 (Online), 2(1), 1–7.
- Sulistyowati, R. (2020). Analisa Perbandingan Waktu Pengukuran Menggunakan Kursi Atropometri Di Laboratorium Perancangan Sistem Kerja Dan Ergonomi Uns. *Indonesian Journal Of Laboratory*, 1(4), 1. <https://doi.org/10.22146/ijl.v1i4.52994>
- Supriyanto, E. (2013). “Manufaktur “Dalam Dunia Teknik Industri. *Jurnal Industri Elektro Dan Penerbangan*, 3(3), 1.
- Teknik, F., Studi, P., Elektro, T., Widya, U., & Klaten, D. (2019). Komparasi Sensor Ultrasonik Hc-Sr04 Dan Jsn-Sr04t Untuk, 10(2), 717–724.
- Uslianti, S., Wahyudi, T., & Rahmahwati, R. (2020). Rancang Bangun Kursi Antropometri Portabel Dengan Metode Function Analysis System Technique. *Jtera (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, 5(1), 119. <https://doi.org/10.31544/jtera.v5.i1.2019.119-126>
- Wijaya.Sn, & Okta. (2015). Kendali Motor Dc Menggunakan Sensor Srf (Sonar Range Finder) Pada Robot Webcam Berbasis Android. *Politeknik Negeri Sriwijaya*, 5–37.
- Yus, M., Rasa, A., Hidayah, S., & Tani, P. (2012). Perancangan Alat Pemotong Nenas Yang Ergonomis Untuk Meningkatkan Produktivitas, 41–50.

Zulfahmi, A., Sujana, I., & Prawatya, Y. E. (2020). Rancang Bangun Alat Adon Bumbu Pecel Menggunakan Metode Nordic Body nMap (Nbm) Dengan