

BAB II

SPESIFIKASI

2.1 Pengantar

2.1.1 Ringkasan Isi Dokumen

Prototype robotic arm ini dirancang untuk memberikan solusi terhadap permasalahan yang sering terjadi di bidang medis khususnya diruang operasi, dimana seorang perawat instrumen harus menjaga kapabilitasnya agar selalu optimal selama berada diruang operasi. Sebagai manusia hal tersebut tentu cukup sulit untuk dilakukan dalam jangka waktu yang panjang dan akan sangat berisiko apabila terjadi kesalahan saat operasi sedang berlangsung. Oleh karena itu demi meminimalisir terjadinya hal tersebut dirancang sebuah *prototype* yang dapat digunakan oleh setiap rumah sakit yang melayani proses metode pengobatan dengan operasi. *Prototype* ini nantinya dapat bekerja dengan memanfaatkan fitur *voice command* untuk menangkap gelombang suara dari user (dokter) dan merubahnya sebagai perintah untuk mendeteksi benda dengan *computer vision*. Untuk pengujian, menggunakan beberapa sampel audio yang mana audio tersebut berisi perintah terkait nama-nama instrument kit alat bedah. Pada *voice command* menggunakan algoritma kecerdasan buatan ANN (*Artificial Neural Network*) untuk melakukan prediksi, dan MLPC (*Multy Layer Perceptron Clasifier*) untuk melakukan klasifikasi lanjutan dari dari proses prediksi ANN, dan untuk suara biasa terdapat noise, maka dikecilkan atau hilangkan noise tersebut menggunakan MFCC (*Mel-frequency Cepstral Coefficient*). Kemudian untuk pengenalan objek, menggunakan salah satu *artificial intellgence* yang disebut YOLO (*You Only Look Once*). YOLO merupakan sistem pendeteksi objek yang menggunakan metode CNN. YOLO dapat memproses gambar secara real-time pada 45 frame per second, pada versi mininya bisa mencapai 155 frame per second. Selanjutnya untuk sampel gambarnya, menggunakan beberapa gambar instrument kit untuk melakukan proses trainingnya.

2.1.2 Tujuan Penulisan Dan Aplikasi/Kegunaan Dokumen

Dokumen ini dibuat dengan tujuan yaitu untuk memberikan penjelasan mengenai *Prototype* yang akan dirancang. Diharapkan dokumen ini dapat membantu pembaca dalam pengembangan *Prototype* yang telah dilakukan. Selain itu, dokumen ini juga sebagai syarat kelulusan dari program studi teknik elektro fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Malang

2.2 Spesifikasi

2.2.1 Definisi, Fungsi dan Spesifikasi

Smart robotic arm for surgical asistant merupakan sebuah *prototype* yang dirancang untuk membantu *user* (dokter) dalam melakukan operasi. Alat ini menggunakan robot articulated 4 DoF dengan *voice command* sebagai perintah suara dan *computer vision* sebagai *Goal Frame* (titik tujuan gerak robot). *Voice command* merupakan suatu teknologi yang dapat merubah gelombang suara menjadi sinyal elektrik yang dapat digunakan untuk memerintah robot. *Computer vision* merupakan salah satu jenis kecerdasan buatan (AI) yang memungkinkan komputer untuk melihat dan mengenali objek yang ada disekitarnya.

Operasi merupakan suatu kegiatan yang sangat memerlukan tingkat konsentrasi tinggi, baik bagi para dokter maupun para asisten dokter (Operator). Bahkan menurut penelitian yang di lakukan pada tahun 1990 disebutkan bahwa manusia pada umumnya dapat berkonsentrasi penuh tidak lebih dari 90 menit sebelum istirahat kurang lebih 15 menit lamanya. Disisi lain banyaknya operasi yang di lakukan pada masa kini, mendorong perkembangan teknologi untuk menciptakan sebuah alat yang dapat mempermudah proses operasi.

Maka dari itu, untuk menjawab permasalahan tersebut diajukan sebuah solusi yaitu *Smart Robotic Arm for Surgical Asistant with Voice Command and Computer Vision*. *Prototype* robot ini dapat mempermudah pekerjaan dari para asisten dokter (Operator), *Prototype* robot ini juga dapat membantu dokter bedah ketika membutuhkan alat bedah. Berikut merupakan keuntungan dari Robot ini, seperti :

1. Dilengkapi dengan *Computer Vision* untuk mendeteksi alat bedah yang dibutuhkan oleh dokter.
2. Dapat menerima *Voice Command*, dimana perintah suara akan menjadi

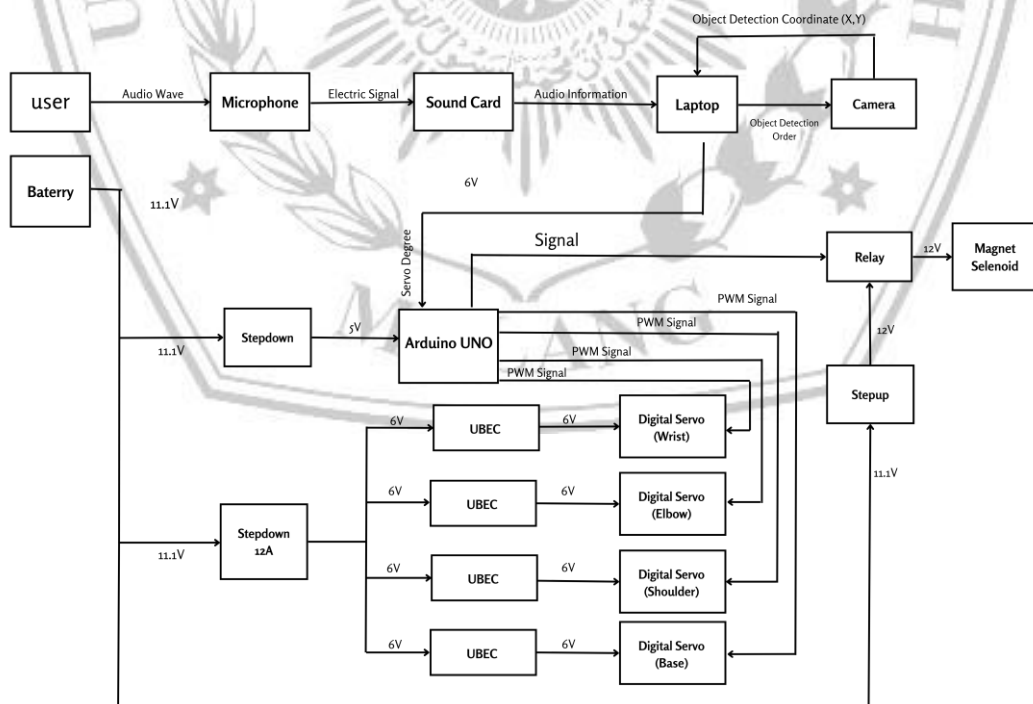
input perintah bagi *Computer Vision* dalam mendeteksi alat yang dibutuhkan.

2.2.2 Desain

Prototype ini memiliki user interface yang cukup sederhana, yaitu untuk pengoperasiannya, user hanya perlu mengucapkan nama surgical *tool kit* yang dibutuhkan maka suara tersebut akan diubah menjadi sinyal elektrik oleh mikrofon dan akan dijadikan audio informasi oleh *sound card* yang kemudian diteruskan menuju laptop sebagai perintah untuk sistem *image processing* yang nantinya akan berfungsi untuk menentukan koordinat dari *surgical tool kit* yang di perintahkan. Koordinat tersebut akan diolah menggunakan perhitungan *invers kinematic* untuk memperoleh sumbu gerak dari setiap servo untuk menggerakkan tiap joint dari robot tersebut.

2.2.2.1 Spesifikasi Fungsi dan Performansi

Pada sub bab ini menggambarkan diagram blok yang menggambarkan komponen komponen alat dan cara kerja fungsi alat beserta spesifikasi komponen tiap alat. Sebagai contoh berikut penjabaran produk dengan diagram blok beserta spesifikasi masing masing komponen:



Gambar 2.1 Diagram Blok Sistem

1. User

User merupakan pengguna (Dokter, Operator (Asisten Dokter) dll.) yang mana memberikan perintah untuk robot mengambil *tool kit* (alat alat bedah).

2. *Microphone*

Microphone digunakan untuk input gelombang suara pada sistem *Voice Command*, yang mana sistem *Voice Command* berfungsi dengan menangkap gelombang suara, untuk menangkap gelombang suara harus sangatlah akurat, dengan itu kualitas dari mikrofon haruslah baik dikarenakan juga suara dari setiap manusia berbeda-beda, oleh karena itu, perlu ada koreksi vokal didalam mikrofon untuk produksi suara yang memiliki kualitas yang tinggi.

Hal tersebut dapat di gapai dengan *presence peak* dan *low-frequency roll-off*. Yang mana suara di tangkap akan jelas dan akurat. Perhatian khusus diberikan pada frekuensi sedang dan tinggi karena itu adalah di mana suara berada dalam rentang frekuensi. Rentang frekuensi yang baik adalah 15Hz – 15kHz.

Tabel 2.1 Spesifikasi Microphone

SPESIFIKASI	
Konektor	Jack 3.5mm
Frekuensi Range	20 Hz – 20.000 Hz
Sensitivitas	-60dB ~ 3dB
Impedansi	1.500 ohm +/- 30% (1 KHz)
Sinyal untuk Noise ratio	>58dB
Max Masukan SPL	28 dB
Tegangan Operasi	1.0V~10V DC

3. *Soundcard*

Soundcard merupakan sebuah *integrated* atau sebuah *external device* yang mana merubah *electrical signal* kedalam sound signal dan audio signal kedalam electrical signal. Untuk memilih soundcard, ada beberapa aspek yang

harus diperhatikan, yang pertama jenis Input/Outputnya. Untuk kegunaan merekam suara, Input haruslah kuat untuk merekam secara aktif. Selanjutnya hal yang harus diperhatikan ialah ketersediaan dari ASIO (*Audio Stream Input/Output*) yang mana merupakan *Driver Software* untuk meningkatkan kinerja dari *sound card* tersebut. ASIO akan meningkatkan data transfer rate dari *sound card* dan mengurangi signal delay. ASIO sangatlah efektif jika *sound card* di tuju untuk kegiatan recording. Hal selanjutnya yang harus diperhatikan pula adalah Sampling rate dan bit rate, yang mana Sampling rate dan bit rate merupakan dimensi kerja dari *sound card* itu sendiri. *Sound card* yang baik rata raa memiliki sampling frekuensi di kisaran 44.1 kHz. Namun untuk benar-benar menjamin kualitasnya, maka disarankan untuk memilih *sound card* yang memiliki frekuensi sampling 96 kHz atau lebih. Untuk bit range dari *sound card* berada di kisaran 16 bit – 32 bit. 16 merupakan batas terbawah untuk *sound card*, 24 tengah tengah dan 32 merupakan bit rate terbaik. Sampling rate dan bit rate yang baik dari *sound card* akan tergantung pada kualitas dari DAC dan ADC yang digunakan didalam *sound card* tersebut. Lalu hal selanjutnya yang harus juga diperhatikan yaitu Signal to noise ratio, yang mana *sound card* yang baik memiliki signal to noise ratio sebesar 100dB atau lebih tinggi dari itu. Dan hal terakhir yang harus diperhatikan yaitu tipe konektifitas dari *sound card* itu sendiri, konektifitas pada *sound card* terdapat beberapa macam, diantaranya PCI (*peripheral Component Interconnect*), *FireWire*, PCI Express dan USB (*Universal serial bus*).

Dikarenakan *Sound card* yang akan dipakai pada projec kali ini bertujuan untuk recording (menerima gelombang suara dari user), maka diharuskan untuk memilih *sound card* yang baik untuk proses recording, yang mana *sound card* tersebut harus memiliki ASIO didalamnya, dan memiliki sistem input yang kuat untuk melakukan recording secara aktif, dan juga disarankan untuk memilih port konektifitas bertipe *FireWire* atau setidaknya USB.

Tabel 2.2 Spesifikasi Sound Card

SPESIFIKASI	
Audio Output	Stereo 2.1, Virtual 5.1 Effect

Chipset	C-Media HS-100B
Interface	USB 2.0
OS Suport	Windows 7,8,10, MAC, LINUC, Chrome OS
Tegangan Operasi	5V DC

4. Camera

Camera digunakan untuk melakukan eksekusi perintah *image processing* untuk mendeteksi alat-alat operasi, yang mana dalam pemilihan webcam untuk image processing itu sendiri harus memiliki *image stabilization* yang baik. Hal ini dikarenakan dalam project ini dibutuhkan kecekatan sehingga lebih baik memilih tipe konektifitas wire bukan wireless untuk transfer data yang lebih cepat.

Tabel 2.3 Spesifikasi Camera

SPESIFIKASI	
Resolusi	1080p/30 fps
	720p/30fps
Megapixel	3 MGP
Fokus	Auto Fokus
Jenis Lensa	Kaca
Bidang pandang diagonal (dFoV)	78 ⁰
Tegangan input	DC 5V

5. Arduino UNO

Arduino Uno adalah mikrokontroler yang bisa digunakan untuk mengontrol berbagai perangkat elektronik, termasuk motor servo. Arduino Uno digunakan untuk menggerakkan motor servo yang ada pada setiap joint dari lengan robot pada *prototype* ini, pergerakan dari servo ditentukan dengan

rumus *invers kinematic* dimana hasil perhitungannya menjadi nilai derajat dari masing-masing *joint*.

Tabel 2.4 Spesifikasi Arduino Uno

SPESIFIKASI	
Voltage	5V DC
Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O pin	40mA
DC Current for 3.3V Pin	50mA
Flash Memory	32 Kb
SRAM	2KB
EEPROM	1KB
Clock Speed	16 MHZ
Weight	25g

6. Battery Lipo

Battery Lipo digunakan untuk memberikan supply tegangan 5V pada Arduino Uno dengan menggunakan step down 12A. Selain itu juga tegangan pada battery Lipo akan diubah menjadi 6V menggunakan Step down 5A untuk memberikan supply tegangan pada servo ditiap joint pada robot.

Tabel 2.5 Spesifikasi Battery Lipo

SPESIFIKASI	
Output	11.1v
Kapasitas	2300mAh
Dishcharge Rate	45C

7. Servo JX 6221 MG

Motor servo adalah jenis motor yang dapat mengatur sudut putaran dengan tepat. Oleh karena itu motor servo digunakan untuk mengatur sudut putaran

setiap joint pada lengan robot.

Tabel 2.6 Spesifikasi Servo

SPESIFIKASI	
Weight	62g
Dimension	40.5X20.2X38mm /1.59 X0.80X49 in
Stall torque	17.25 kg.cm (239.55oz/in) (4.8v)/20.32 kg-cm (281.89 oz/in) (6V)
Operating Voltage	5V – 7.2 V
Running Current	500mA – 900mA (6V)
Stall Current	3 A (6V)
Working frequence	1520s / 330hz

8. DC-DC Up Converter

DC-DC up converter adalah sebuah konverter tegangan yang berfungsi untuk mengubah tegangan DC rendah menjadi tegangan DC yang lebih tinggi. Converter ini bekerja dengan cara memperlancar arus DC dari sumber tegangan rendah ke transformer, kemudian mengubah arus tersebut menjadi arus AC dengan menggunakan switch. Arus AC tersebut kemudian diubah kembali menjadi arus DC dengan tegangan yang lebih tinggi menggunakan rectifier dan filter capacitor. DC-DC up converter ini digunakan untuk mengubah tegangan 5V dari Battery menjadi 12V untuk digunakan oleh motor driver yang membutuhkan tegangan 12V untuk bekerja.

Tabel 2.7 Spesifikasi DC-DC Up Converter

SPESIFIKASI	
Input	3.2-3.0V
Output	5-35V
Input Current	16A
Output Current	4A

Operating Temp	-40c – 85c
Riak Output	50mV
Working frequence	400KHz
Dimension	4,3x2,1x1,4 cm

9. DC-DC Buck Converter 5A

Step down merupakan sebuah converter tegangan yang berfungsi untuk mengubah tegangan DC tinggi menjadi tegangan DC yang lebih rendah. Converter ini dapat mengurangi tegangan input menjadi tegangan output yang lebih rendah dengan efisiensi yang tinggi dikarenakan buck converter menggunakan prinsip induksi magnetic pada induktor. Step down ini berfungsi untuk menurunkan tegangan yang masuk dari battery sebesar 11,1v menjadi 5v untuk Arduino.

Tabel 2.8 Spesifikasi DC-DC Buck Converter 5A

SPESIFIKASI	
Input	4-38V
Output	1,25-26V
Max Current	5A
Operating Temp	-40c – 85c
Output power	75W
Working frequence	180KHz
Dimension	54x24x15 mm

10. DC-DC Buck Converter 12A

Step down merupakan sebuah converter tegangan yang berfungsi untuk mengubah tegangan DC tinggi menjadi tegangan DC yang lebih rendah. Converter ini dapat mengurangi tegangan input menjadi tegangan output yang lebih rendah dengan efisiensi yang tinggi dikarenakan buck converter menggunakan prinsip induksi magnetic pada induktor. Pada alat project ini,

buck converter 12A yang digunakan akan terhubung ke 4 buah UBEC yang nantinya akan diteruskan ke masing masing servo pada tiap joint pada robot. Step down ini berfungsi untuk menurunkan tegangan yang masuk dari battery sebesar 11,1v menjadi 6v.

Tabel 2.9 Spesifikasi DC-DC Buck Converter 12A

SPESIFIKASI	
Input	7-32V
Output	0.8-28V
Max Current	8A
Current range	0,2-8A
Operating Temp	-40c – 85c
Output power	300W
Working frequence	300KHz
Dimension	65x47x22 mm

11. UBEC (Universal Battery Eliminator Circuit)

UBEC merupakan perangkat elektronik yang dapat menghilangkan kebutuhan baterai pada system yang membutuhkan daya listrik. Fungsi utama pada UBEC yaitu mengambil daya dari sumber listrik eksternal kemudian mengubahnya menjadi tegangan yang stabil dan sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Pada *Prototype* ini, digunakan 4 buah UBEC yang dihubungkan ke masing masing servo pada tiap *joint* robot. Dengan adanya UBEC ini membuat tegangan yang masuk melalui beteraai yang telah di turunkan tegangannya pada buck converter akan menjadi lebih stabil..

Tabel 2.10 Spesifikasi UBEC

SPESIFIKASI	
Input	5.5-26V
Output	5V or 6V (Changeable with an output-voltage select switch)

Burst Output Current	15A
Current range	0,2-8A
weight	36g
Dimension	42x39x9 mm

2.2.2.2 Spesifikasi Fisik dan Lingkungan

Robot yang digunakan untuk membantu dokter melakukan pekerjaan operasi haruslah mampu melakukan pekerjaan dan performa sehari-hari dalam dunia medis, khususnya didalam lingkungan ruangan operasi. Target konsumen untuk robot ini adalah para pelaku dunia medis, terkhusus instansi-instansi yang menyediakan layanan pengobatan berbasis bedah. Spesifikasi produk terlihat pada tabel 2 spesifikasi performa produk.

Tabel 2.11 Spesifikasi performa produk

Parameter	Bahan yang diukur	Range
Daya Listrik	Suplai robotic arm	DC 5v
Jumlah Joint	Servo	4 Servo
Jumlah Kamera	Webcam	1 Camera
Dimensi dan Berat Alat	Ukuran	9 x 9 x 38,4 cm
	Berat	2 kg
Kondisi lingkungan saat penyimpanan	Suhu	10 ⁰ C hingga 80 ⁰ C
	Kelembapan	65 – 95 %
Kondisi lingkungan saat pengoperasian	Suhu	10 ⁰ C hingga 80 ⁰ C
	kelembapan	65 – 90 %

2.2.3 Verifikasi

Sistem ini akan melalui beberapa pengujian untuk memastikan bahwa sistem

ini dapat bekerja sesuai dengan apa yang diinginkan:

1. Prosedur Pengujian

Proses pengujian yang dilakukan adalah pengujian keseluruhan sistem yang akan ditanamkan pada alat yang akan dibangun pada proyek kali ini yaitu, meliputi:

- a. Langkah pertama yaitu menguji perhitungan invers kinematik terhadap robot dengan memberikan masukan input informasi derajat servo secara manual
- b. Langkah selanjutnya yaitu melakukan proses pengujian sistem voice command menggunakan microphone.
- c. Untuk voice command menggunakan algoritma kecerdasan buatan ANN (*Artificial Neural Network*) untuk melakukan prediksi, dan MLPC (*Multy Layer Perceptron Clasifier*) untuk melakukan klasifikasi lanjutan dari dari proses prediksi ANN, dan untuk suara biasa terdapat noise, maka dicecilkan atau hilangkan noise tersebut menggunakan MFCC (*Mel-frequency Cepstral Coefficient*).
- d. Untuk Langkah selanjutnya yaitu melakukan proses pengujian pengambilan data koordinat dari web cam dengan cara merubah resolusi web cam tersebut menjadi koordinat.
- e. Kemudian proses pengujian pada image processing dilakukan menggunakan library OpenCV dengan metode YOLO. YOLO dapat memproses gambar secara real-time pada 45 frame per second, pada versi mininya bisa mencapai 155 frame per second. Untuk sampel gambarnya menggunakan beberapa gambar instrument kit untuk melakukan proses trainingnya.
- f. Langkah terakhir yaitu dilakukan pengujian arah gerak robot dengan menggunakan nilai koordinat yang telah dihasilkan dari *image processing* sebelumnya agar dapat mengetahui apakah arah gerak robot telah sesuai dengan koordinat yang dihasilkan pada image processing tersebut.

2. Analisis Toleransi

Komponen yang paling menentukan dari keseluruhan sistem yaitu laptop. dikarenakan laptop tersebut merupakan inti dari sistem ini. Laptop bertugas untuk menerima informasi audio dari voice comand dan diterukan menuju camera untuk mengeksekusi sistem imgae prosesing, yang mana image processing tersebut akan memberi informasi terkait titik koordinar (x,y) dari obeject yang harus di deteksi. Selanjutnya dilakukan juga proses perhitungan *invers kinematic* yang mana *invers kinematic* dilakukan untuk mendapatkan nilai derajat dari setiap servonya yang nantinya derajat tersebut digunakan sebagai arah gerak robot. Selain itu, laptop juga akan melakukan *image processing* secara *realtime*.

3. Pengujian keandalan

Pengujian keandalan dilakukan dengan pengujian kinerja sistem setelah bekerja berulang kali, diantaranya menguji sistem bekerja dalam waktu yang lama untuk mengetahui batas maksimal sistem mampu bekerja, selanjutnya menguji beban yang dapat diangkat oleh lengan robot. Hasil dari pengujian keandalan ini dapat digunakan untuk menentukan apakah sistem layak untuk digunakan, serta untuk menentukan langkah-langkah perbaikan untuk meningkatkan keandalan sistem.

2.2.4 Biaya dan Jadwal

Pada sub bab berikut menjabarkan terkait biaya komponen, perhitungan biaya produksi, biaya karyawan/jasa. Selain biaya dijabarkan pula jadwal pengerjaan dan tugas masing masing anggota kelompok.

Tabel 2.12 Cost Estimate dan Pengeluaran

No	Jenis Pengeluaran	Volume	Harga Satuan (Rp)	Nilai (Rp)
1	Web-Cam	1	432,000	432,000
2	Relay	1	17,500	17,500
3	Arduino UNO	1	200,000	200,000
4	Servo JX 6221MG	4	171,400	685,600
5	Microphone	1	235,000	235,000
6	Step up	1	25,000	25,000

7	Battery Lipo 3s 23000MaH	1	370,000	370,000
8	U-Shaped	4	20,000	80,000
9	Multifunction Shaped	4	15,000	60,000
10	Long U-Shaped	4	15,000	60,000
11	L-Shaped	1	8,000	8,000
12	Bearing	4	8,000	32,000
13	Baut dan Mur	60	500	30,000
14	Step Down 12A	1	65,000	65,000
15	Step Down 5A	2	24,000	24,000
16	Horn Servo	5	6,000	30,000
17	Magnet 12V Solenoid	1	73,300	73,300
18	Pinset Anatomis	1	12,000	12,000
19	Scalpel	1	15,000	15,000
20	Straight Mayo Scissor	1	25,000	25,000
21	Curved Mayo Scissor	1	35,000	35,000
22	Google Colab	1	196,000	196,000
23	UBEC	1	130,000	130,000
24	UBEC	3	24,000	24,000
25	Kabel Jumper	30	7,000/10pcs	21,000
26	Kabel	18 m	4,000/m	72,000
27	Timah	1	20,000	20,000
28	Box	1	15,000	15,000
29	Aluminium Profile	192 m	1,500/cm	288,000
30	Breacket dan baut ring	6	9,000	54,000

Total:	3,334,400
---------------	-----------

Tabel 2.13 Jadwal Pengerjaan

Proses	Fase	Deliverables	Jadwal
Pembentukan konsep dan spesifikasi <i>prototype</i>	Studi Literatur		
	Penetapan Fitur dan Kebutuhan	C100	10 Desember 2022
Pembuatan spesifikasi teknik	Penetapan Spesifikasi	C200	31 Desember 2022
Perancangan Desain Produk	Penetapan Desain Produk Awal	C300	20 Januari 2023
	Pemesanan Alat dan Bahan	C400	1 Februari -14 Februari 2023
	Pembuatan Hardware Tahap Awal	C400	14 Februari – 30 juni 2023
	Pembuatan Hardware Tahap Akhir	C400	Juli 2023
	Validasi Kesesuaian Produk Tahap Awal	C500	Juli 2023
Pengujian Produk	Validasi Kesesuaian Produk Tahap	C500	Juli 2023

	Akhir		
--	-------	--	--

Tabel 2.14 Tugas Masing-Masing Anggota Kelompok

Nama	Tugas
Ilyas Hamzah Alkatiri	<ul style="list-style-type: none"> • Penulisan dokumen C100, C200, C300, C400 dan C500 • Mengerjakan Program Pergerakan Robot Lengan 4 DoF dan Image processing • Mengerjakan Hardware Robot Lengan 4 DoF • Mengerjakan Poster dan X Banner
Afiah Zahra Fajar	<ul style="list-style-type: none"> • Penulisan dokumen C100, C200, C300, C400 dan C500 • Mengerjakan Program Pergerakan Robot Lengan 4 DoF dan Image Processing • Mengerjakan Hardware Robot Lengan 4 DoF • Mengerjakan Video
Nasim Hamid	<ul style="list-style-type: none"> • Mengerjakan dokumen C100, C200, C300, C400 dan C500 • Mengerjakan Hardware robot lengan 4 DoF • Mengerjakan Program Voice Command • Mengerjakan Naskah Publikasi