

DOKUMEN TEKNIS PERANCANGAN PRODUK

3.1 Pendahuluan

3.1.1. Ringkasan Isi Dokumen

Dokumen ini berisikan uraian proses perancangan dari proyek Voice Interactive Learning Robot. Kajian perancangan dibahas mulai dari modul tiap subsistem, komponen yang digunakan, *behavior* dari tiap komponen, hingga pengujian tiap komponen dan modul secara terpisah. Dokumen ini digunakan sebagai acuan dalam melakukan implementasi dan integrasi sistem Voice Interactive Learning Robot yang direncanakan.

3.1.2. Tujuan Penulisan, Aplikasi dan Fungsi Dokumen

Dokumen ini berlaku untuk pengembangan produk Voice Interactive Learning Robot untuk:

- 1) Penjelasan mengenai proses perancangan sistem Voice Interactive Learning Robot secara keseluruhan.
- 2) Penjabaran landasan dan alasan proses perancangan yang merupakan turunan dari spesifikasi yang dijanjikan.
- 3) Menjadi acuan untuk proses implementasi dan integrasi sistem keseluruhan dan acuan evaluasi ketercapaian spesifikasi sistem yang dijanjikan.
- 4) Pemenuhan komponen penilaian mata kuliah Metodologi Penelitian dan Skripsi di lingkup Program Studi Teknik Elektro.



3.2. Perancangan Produk

3.2.1. Definisi, Fungsi dan Spesifikasi

Learning robot yang dikembangkan peneliti memiliki bentuk fisik seperti manusia yang disebut *humanoid* dan bergerak secara bipedal atau dua kali. Robot tersebut nantinya akan mampu mengenai kata yang diucapkan pengguna karena menggunakan fitur *word recognition*. Selain itu, pembuatan *learning robot* hanya berfokus untuk menggunakan satu fitur saja. Fitur tersebut akan diimplementasikan agar berfungsi sebagai pemberi instruksi kepada robot. Kata yang diucapkan pengguna, akan diproses pada *machine learning model* agar robot dapat mengenali kata dan perintah tersebut. Suara yang diberikan akan ditangkap *microphone webcam* yang terhubung dengan Raspberry Pi yang sudah digabungkan pada pemodelan *machine learning*.

Tahap selanjutnya, *machine learning* akan mengklasifikasikan suara yang ditangkap dalam bentuk data yang ditransmisikan ke Arduino. Data ditransfer melalui hubungan UART antara Raspberry Pi dan arduino UNO. Pada tahap di Arduino, data akan difilter kembali menggunakan logika *switch case*. Ketika cocok, robot akan melakukan perintah berdasarkan *case* menggunakan servo motor yang telah terhubung arduino.

Penelitian akan dilakukan secara bertahap dari *word recognition*, *speech recognition*, dan *voice recognition*. Pada saat melakukan interaksi, robot menggunakan bahasa Indonesia untuk mempermudah komunikasi dengan anak usia dini. Skenario penggunaan robot akan dibuat dengan kondisi anak usia dini kesulitan atau bosan belajar berbahasa dan menggunakan robot untuk membantunya belajar. Contoh lainnya, ketika anak merasa bosan dan butuh motivasi belajar, robot dapat melakukan perintah seperti menggerakkan tangan atau kaki agar anak usia dini dapat termotivasi untuk melakukan pembelajaran bahasa. Namun, ada keterbatasan pada robot yang dikembangkan yaitu sebagai berikut.

1. Robot hanya dapat melakukan gerakan saja, tidak mengeluarkan suara.
2. Gerakan yang dilakukan hanya gerakan dasar seperti maju, mundur, kanan, dan kiri saja.
3. Perintah yang diberikan terbatas, hanya terdapat sepuluh perintah saja.

Kemudian, hambatan dalam pengembangan robot yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Adanya perubahan fitur pada robot dan hanya menggunakan *word recognition* saja.
2. Keterbatasan kemampuan dan pengetahuan peneliti sehingga memerlukan waktu untuk kembali mempelajari fitur lain secara mendalam

Peneliti akan membuat robot tidak dari proses awal, tetapi dimulai dari menggabungkan beberapa komponen seperti Raspberry Pi, Arduino UNO, dan *webcam* yang akan ditempelkan pada robot. Robot yang digunakan memiliki ukuran yang relatif kecil yaitu sekitar 40,1 cm. Selama pengoperasiannya, robot akan diposisikan duduk karena tidak memiliki *limiter* pada servo motor karena bila diposisikan secara tegak bukan permukaan yang datar, robot akan terjatuh. Alas kaki pada robot tidak terdapat karet yang dapat menahan bobot badan robot, dengan begitu peneliti menyarankan untuk menggunakan bidang datar yang tidak licin agar robot dapat menjalankan fungsinya dengan optimal.

3.2.2. Tinjauan Desain Produk

Pengembangan *learning robot* peneliti telah melakukan peninjauan desain produk yang dilakukan secara teknis. Peninjauan desain sistem yang dilakukan mencakup beberapa hal seperti desain sistem secara umum dan desain subsistem yang terdapat dalam produk yang dikembangkan. Secara keseluruhan, sistem *learning robot* akan membahas alur pengerjaan robot dari cara kerja sistem yang dapat mengubah dari masukan suara perintah pengguna menjadi pergerakan robot yang sesuai dengan masukan perintah tersebut. Kemudian, untuk desain subsistem akan membahas modul atau sub sistem apa saja yang digunakan dalam produk serta memiliki fungsi atau peran apa dalam produk yang dikembangkan.

Ringkasnya, *webcam* dengan *built-in microphone* akan menangkap suara perintah masukan dari pengguna, lalu akan diubah dari data analog tersebut menjadi data digital. Data digital akan diklasifikasikan menggunakan *machine learning model* pada Raspberry Pi yang nantinya akan menghasilkan keluaran sebuah data lagi. Data tersebut ditransmisikan ke Arduino UNO melalui hubungan UART dan diproses lebih lanjut menggunakan logika *switch case*. Setelah cocok, Arduino akan menggerakkan servo motor pada robot sesuai dengan perintahnya.

Untuk sub sistemnya, terdapat dua macam yaitu sub sistem akuisisi dan pengklasifikasian data suara yang akan dilakukan oleh Raspberry Pi. Kedua, subsistem pemilahan data digital serta penggerak servo motor yang akan dilakukan oleh Arduino UNO. Sebenarnya pada subsistem Raspberry Pi terdapat pemantauan keseluruhan sistem. Namun, hal tersebut hanya dilakukan pada tahap pengembangan oleh peneliti yang dapat memiliki fungsi untuk mengetahui adanya kesalahan pada sistem yang dikembangkan. Untuk hasil akhirnya, tentu tidak menggunakan sistem pemantauan karena produk keluaran merupakan produk yang sudah siap dipakai.

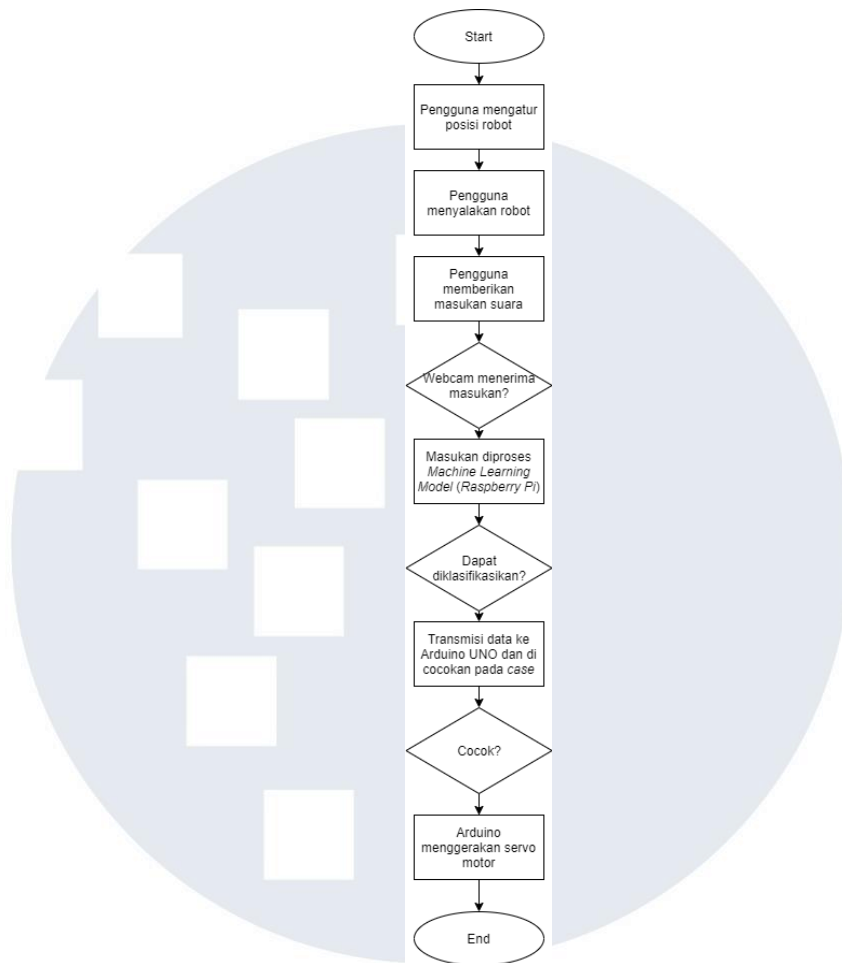
3.2.2.1. Tinjauan Desain Sistem Secara Umum

Learning robot yang dikembangkan oleh peneliti memiliki beberapa komponen utama yang saling terhubung sehingga menjadi satu kesatuan sistem yang utuh. Sistem tersebut memiliki tujuan untuk menggerakkan robot dengan masukan suara perintah dari penggunanya. Komponen-komponen tersebut adalah *webcam*, *microcomputer*, *microcontroller*, dan *robot* (servo motor). Untuk lebih spesifiknya, *microcomputer* yang digunakan dalam sistem adalah Raspberry Pi 3 dan untuk *microcontroller*-nya adalah arduino UNO. Kemudian, untuk *webcam*-nya akan menggunakan webcam yang memiliki *built-in microphone* sehingga dapat menangkap suara.

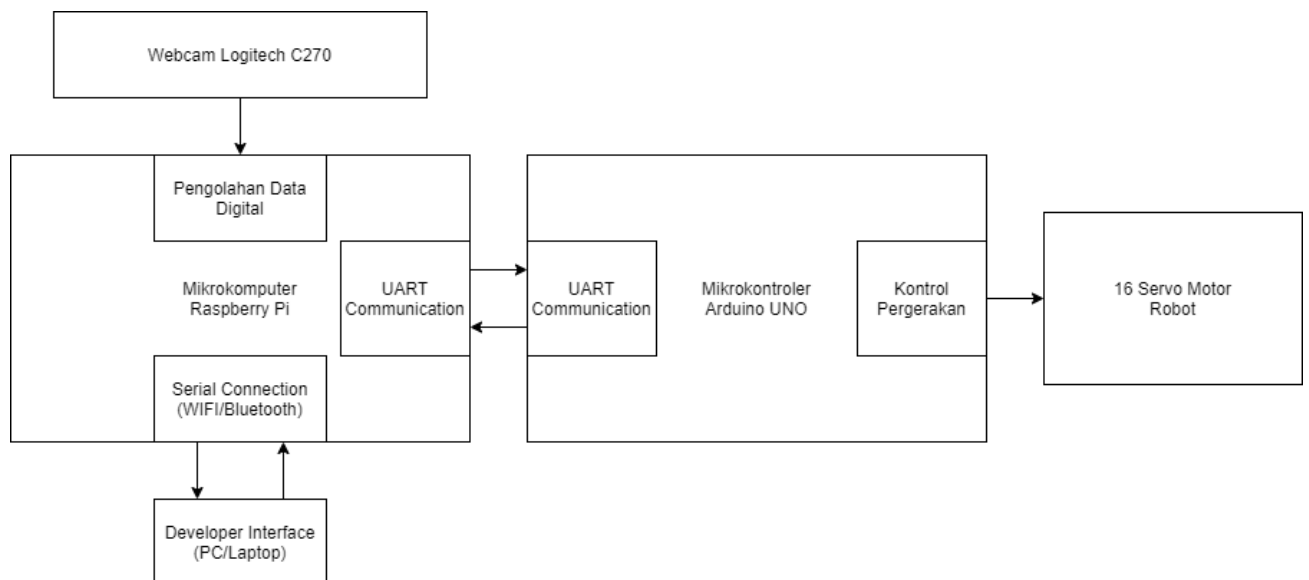
Masing-masing dari komponen tersebut memiliki peran dan fungsi yang berbeda. *Webcam* memiliki peran sebagai penangkap suara perintah masukan dari pengguna yang telah dihubungkan dengan *microcomputer* Raspberry Pi untuk data suara yang sudah ditangkap dan akan diproses pada Raspberry Pi. Data tersebut diklasifikasikan menggunakan pemodelan *machine learning* yang sudah diimplementasikan di dalam Raspberry Pi. Data yang telah diklasifikasikan akan ditransmisikan ke *microcontroller* arduino UNO sebagai masukan data. Lalu, data dipilah kembali menggunakan logika *switch case* yang mana akan mencocokkan kedua data tersebut melalui setiap *case* yang ada. Ketika data cocok dengan salah satu *case* dari arduino, maka arduino akan menggerakkan servo motor yang terdapat pada robot sehingga dapat bergerak dengan sesuai perintah masukan dari pengguna. Namun, robot masih dalam tahap pengembangan. Maka dari itu, diperlukan alat monitor keseluruhan sistem yaitu dengan laptop yang akan dihubungkan ke Raspberry Pi melalui hubungan WIFI atau *bluetooth*. Dengan begitu, dapat diketahui apakah sistem berjalan dengan lancar atau terdapat *error* saat pengambilan dan pemrosesan data.

Untuk memperjelas alur pengerjaan, peneliti membuat *flowchart* dan *data flow diagram* agar mempermudah memahami keseluruhan sistem yang digunakan dalam pengembangan produk *learning robot*. Berikut adalah *flowchart* dan *data flow diagram* dari sistem *learning robot*.

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA



Gambar 3.1 Flowchart Konfigurasi *Learning Robot*



Gambar 3.2 Blok Diagram Sistem

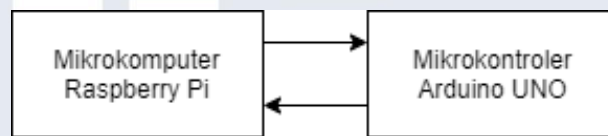
NUSANTARA



Gambar 3.3 DFD Level 0 Sistem Robot

Tabel 3.1 Penjelasan DFD Level 0 Sistem Robot

Parameter	Keterangan
Input	<ul style="list-style-type: none"> Perintah dari pengguna Suara di terima <i>microphone webcam</i>
Output	<ul style="list-style-type: none"> Pergerakan robot sesuai perintah
Fungsi	<ul style="list-style-type: none"> Menampilkan pergerakan perintah gerakan dari robot Melakukan akuisisi suara



Gambar 3.4 DFD Level 1 Sistem Robot

Tabel 3.2 Penjelasan DFD Level 1 Sistem Robot

Parameter	Keterangan
Input	<ul style="list-style-type: none"> Suara perintah pengguna tangkapan dari <i>webcam</i>
Output	<ul style="list-style-type: none"> Hasil klasifikasi dari <i>machine learning model</i> Memberikan hasil data dari Raspberry Pi ke Arduino UNO Arduino UNO memproses data dan menggerakkan servo motor
Fungsi	<ul style="list-style-type: none"> Menggerakkan robot sesuai perintah Memproses sinyal analog menjadi digital Mengenali perintah suara Memproses perintah suara menjadi pergerakan robot

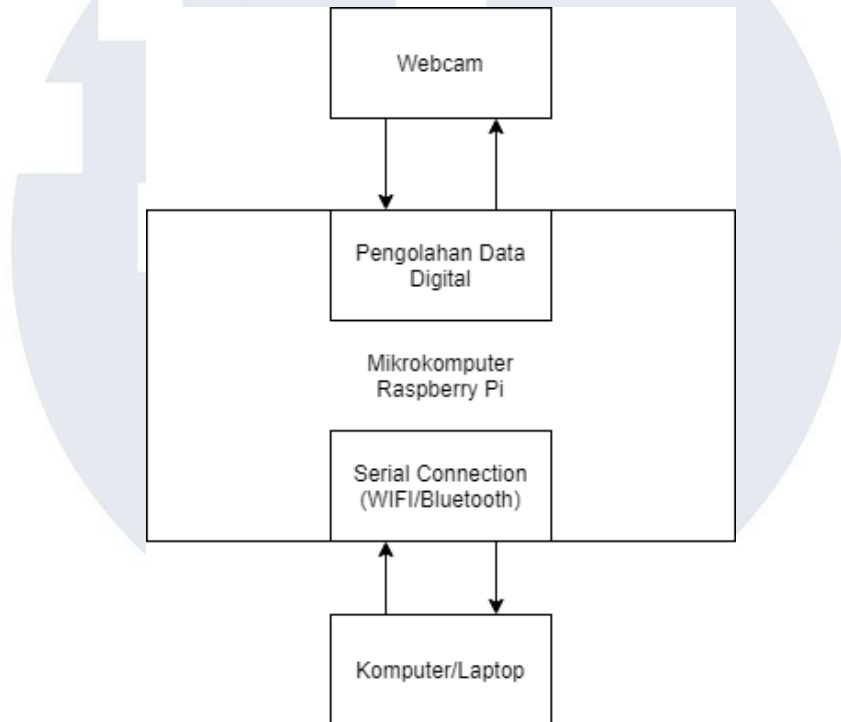


Gambar 3.5 DFD Level 2 Sistem Robot

Tabel 3.3 Penjelasan DFD Level 2 Sistem Robot

Parameter	Keterangan
Input	<ul style="list-style-type: none"> Data digital yang telah di klasifikasi oleh <i>machine learning model</i> pada Raspberry Pi
Output	<ul style="list-style-type: none"> Memilah kembali data digital yang didapat dari Raspberry Pi dengan menggunakan logika <i>switch case</i>

	<ul style="list-style-type: none"> • Menggerakkan 16 servo motor yang ada pada robot sesuai dengan perintah yang telah dipilah sehingga robot dapat bergerak sesuai perintah
Fungsi	<ul style="list-style-type: none"> • Menggerakkan robot sesuai perintah • Memilah data untuk mengubah perintah menjadi pergerakan • Memproses perintah suara menjadi pergerakan robot

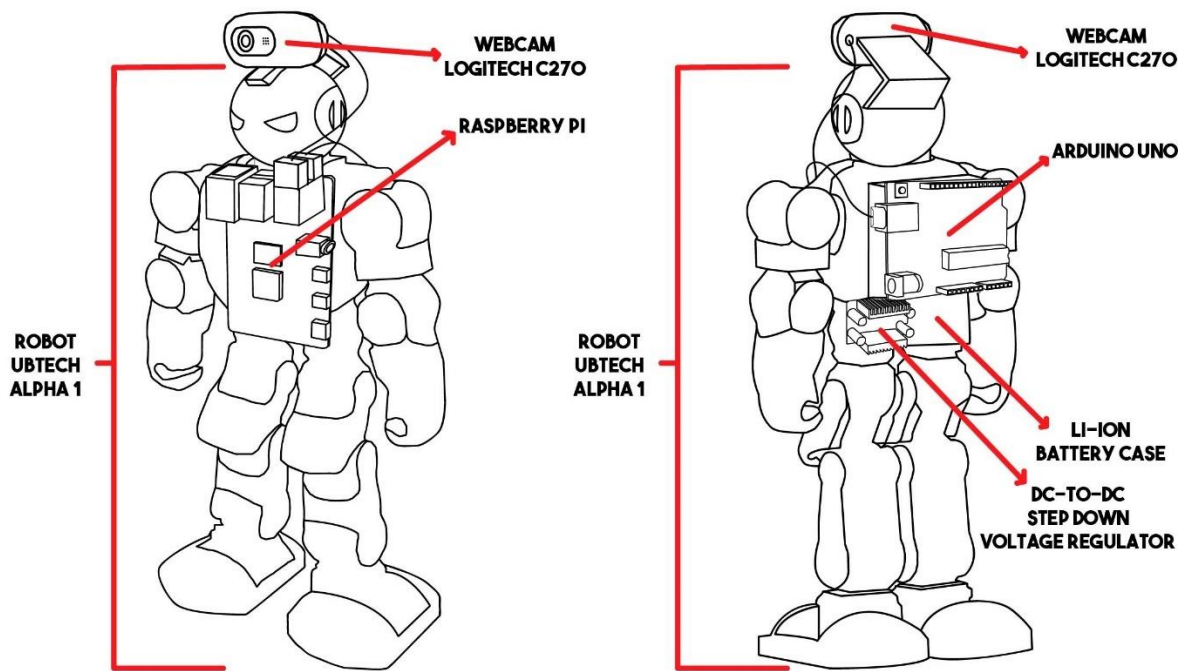


Gambar 3.6 DFD Level 2 Sistem Robot

Tabel 3.4 Penjelasan DFD Level 2 Sistem Robot

Parameter	Keterangan
Input	<ul style="list-style-type: none"> • Data analog (suara) yang tertangkap dari <i>microphone webcam</i>
Output	<ul style="list-style-type: none"> • Mengolah data analog menjadi data digital • Data digital kemudian diklasifikasikan menggunakan <i>machine learning model</i> pada Raspberry Pi • Data yang telah diklasifikasikan kemudian di kirimkan ke Arduino UNO • Program dapat dilihat pada <i>developer interface</i> pada komputer/laptop
Fungsi	<ul style="list-style-type: none"> • Klasifikasi data dari <i>webcam</i> • Dapat melihat kesalahan program pada sistem / <i>debugging</i> dengan komputer/laptop • Memproses perintah suara menjadi data digital yang dapat dimengerti sistem

Untuk lebih mudah memahami bentuk fisik dari keseluruhan sistem maupun produk, berikut adalah *mock-up* dari *Learning Robot* yang dikembangkan oleh peneliti.



Gambar 3.7 Mock-up sistem Learning Robot

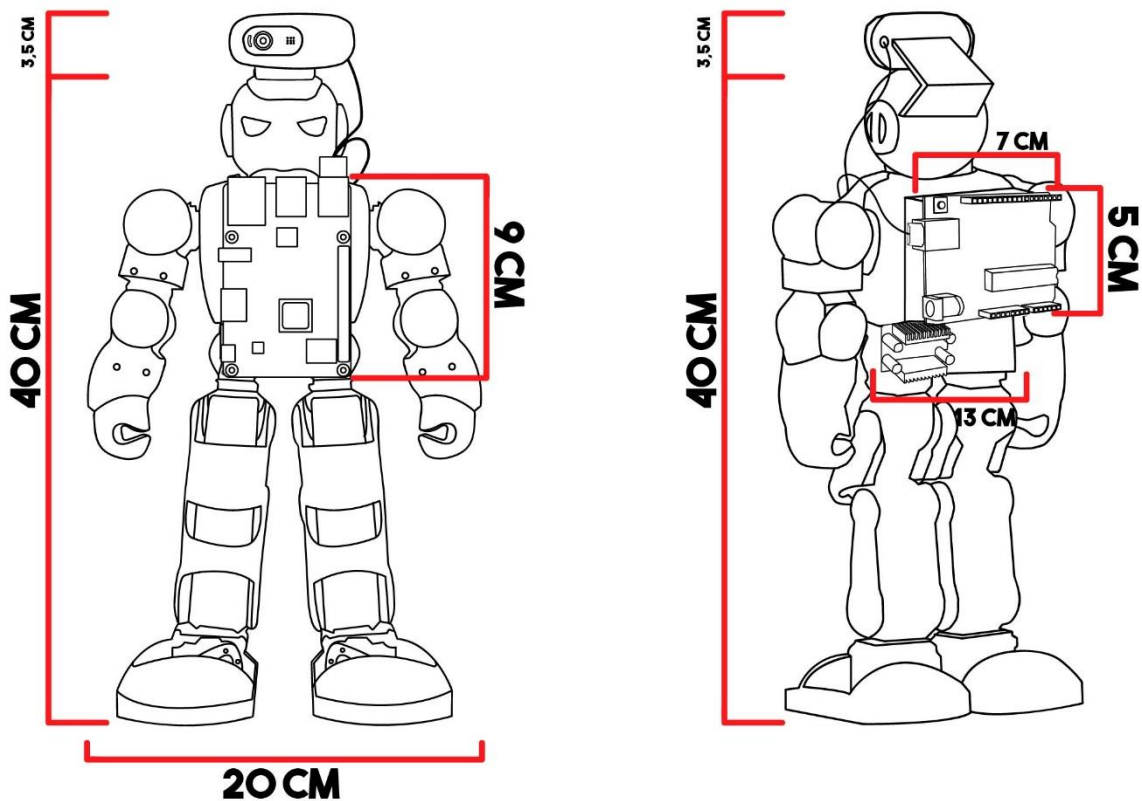
3.2.2.2. Tinjauan Desain Subsistem

Dalam pengembangan *learning robot* yang dilakukan peneliti, sistem keseluruhan dari robot tersebut dapat terbagi menjadi dua subsistem, yaitu subsistem akuisisi data dan subsistem penggerak servo motor pada robot. Untuk subsistem akuisisi data, akan dilakukan oleh komponen Raspberry Pi dengan mendapatkan masukan data suara dari *microphone webcam*. *Webcam* dengan Raspberry Pi akan dihubungkan dengan menggunakan hubungan USB, kabel USB dari *webcam* akan dihubungkan dengan salah satu soket USB 2.0 pada Raspberry Pi. *Webcam* akan menerima atau menangkap masukan suara perintah dari pengguna dan kemudian akan ditransmisikan ke Raspberry Pi. Pada Raspberry Pi, data suara yang berupa data analog akan diproses menjadi data digital dan data tersebut akan diproses oleh *machine learning model* yang telah diimplementasikan menggunakan Python IDE. Dengan menggunakan *machine learning model*, sistem akan mengklasifikasikan suara tersebut untuk diberikan atau ditransmisikan lebih lanjut ke arduino UNO. Arduino UNO di sini berperan sebagai subsistem penggerak servo motor pada robot. Arduino UNO akan diprogram menggunakan arduino IDE yang berfungsi sebagai pemilah data dari data masukan yang telah ditransmisikan oleh Raspberry Pi. Pemilahan data tersebut akan dilakukan dengan menggunakan logika *switch case* yang nanti akan dicocokkan dengan masing-masing *case* datanya. Jika ternyata data cocok dengan salah satu *case* pada program, arduino UNO akan menggerakkan servo motor pada robot sesuai dengan perintah yang ada pada *case* tersebut. Untuk koneksi antara servo motor robot

dan arduino UNO, peneliti menggunakan *level logic converter* terlebih dahulu karena tidak bisa langsung menghubungkan kabel servo motor pada robot dengan arduino UNO. Hal tersebut karena robot masih dalam tahap pengembangan dan perlu dilakukan pemantauan sistem itu untuk mengetahui apakah berjalan dengan baik atau tidak. Jika tidak, dapat terlihat pada bagian apa yang mengalami kegagalan atau salah. Ini dapat dilakukan dengan menghubungkan Raspberry Pi dengan laptop menggunakan koneksi *bluetooth* atau WIFI.

3.2.2.3. Deskripsi Fisik Sistem

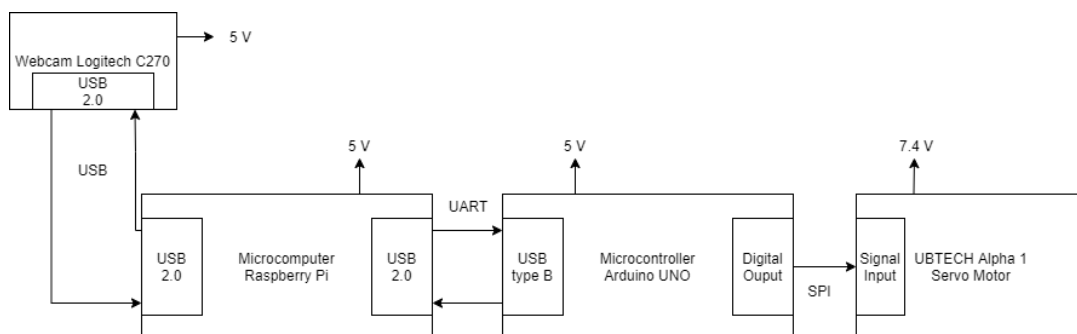
Learning robot yang dikembangkan memiliki basis robot yang sudah utuh. Basis robot yang digunakan dalam pengembangan produk adalah robot UBTECH Alpha 1. Robot tersebut memiliki dimensi sekitar 40.1x19.8x12.4 cm dengan berat sekitar 1.65kg. Komponen-komponen lainnya akan dipasang pada sekitar badan robot, yaitu pada bagian dada, kepala, dan punggung robot. Komponen yang dipasangkan pada kepala robot adalah *webcam* yang terhubung dengan komponen Raspberry Pi yang terletak pada bagian dada robot. Kemudian, Raspberry Pi dihubungkan dengan arduino UNO yang terletak pada bagian punggung robot. Tidak hanya ada arduino saja, tetapi pada bagian bawah punggungnya terdapat tempat *battery* dan *DC-to-DC step down voltage regulator* yang berfungsi sebagai sumber daya dari komponen-komponen lainnya. Ketika sudah terpasang komponen-komponen lainnya seperti *webcam*, Raspberry Pi, arduino UNO, tempat *battery*, dan *DC-to-DC step down voltage regulator*, diperkirakan robot memiliki dimensi maksimum sekitar 45x20x16 cm dengan berat 2.5 kilogram. Angka tersebut diperkirakan dari penempatan komponen pada robot dan juga dimensi masing-masing komponen berdasarkan *datasheet* atau spesifikasinya. Untuk mempermudah pemahaman terhadap bentuk fisik *learning robot* yang dikembangkan peneliti, berikut adalah visualisasi gambar dari *learning robot* rancangan peneliti.



Gambar 3.8 Tampak depan dan belakang dari Learning Robot

3.2.2.4. Diagram Sistem

Pada pengembangan *learning robot*, terdapat beberapa komponen-komponen yang saling terhubung agar menciptakan suatu sistem yang dapat mencapai tujuan dari pengembangan produk. Komponen-komponen terdiri dari Raspberry Pi, arduino UNO, *webcam*, dan robot (servo motor). Seluruh komponen saling terhubung satu dengan yang lainnya, ada yang terhubung secara langsung dan ada juga yang terhubung melalui komponen lain. Konektivitas atau hubungan tersebut akan digambarkan pada suatu *wiring diagram* sistem yang merepresentasikan keseluruhan sistem yang diimplementasikan pada *learning robot*. Berikut adalah *wiring diagram* keseluruhan sistem dari *learning robot* peneliti.



Gambar 3.9 Wiring Diagram sistem Learning Robot

3.2.3. Komponen Sistem

Dalam perancangan dan pengembangan *learning robot*, peneliti telah menemukan komponen-komponen yang akan digunakan dalam sistem. Komponen-komponen tersebut sebelumnya sudah diperhitungkan baik dalam hal spesifikasi, maupun biaya agar sistem dapat berjalan atau berfungsi dengan baik walaupun dengan biaya yang cukup tinggi. Terdapat empat komponen utama pada sistem yang memiliki fungsi untuk memproses data dan menggerakkan robot serta terdapat dua komponen yang berfungsi sebagai sumber daya untuk keseluruhan sistem. Empat komponen utama yang digunakan dalam sistem adalah Raspberry Pi 3, Arduino UNO, *webcam* Logitech C270, dan robot UBTECH Alpha 1 (servo motor). Kemudian, untuk dua komponen sebagai sumber dayanya adalah *DC-to-DC step down voltage regulator* dan *lithium battery*. Berikut adalah spesifikasi singkat komponen-komponen yang digunakan oleh peneliti dalam pengembangan produk *learning robot*.

1) Raspberry Pi 3

Berdasarkan judul penelitian peneliti yaitu *Voice Interactive Learning Robot*, diperlukan komponen yang dapat memproses data suara menjadi data digital yang mampu menggerakkan robot. Oleh karena itu, peneliti menggunakan *microcomputer* Raspberry Pi sebagai komponen yang mampu melakukan tugas tersebut. Raspberry Pi yang dipilih merupakan Raspberry Pi 3 karena komponen tersebut banyak digunakan dalam penelitian lain dengan tujuan yang sama. Tidak hanya itu, berdasarkan spesifikasinya komponen ini cocok untuk digunakan dalam sistem yang dirancang peneliti dan memiliki biaya yang lebih murah dibandingkan Raspberry Pi 4. Spesifikasinya komponen ini memiliki *operating voltage* yang sama dengan arduino UNO yaitu sebesar 5 V sehingga tidak memerlukan tambahan *voltage booster* untuk memberi daya. Dengan menggunakan *microcomputer* dapat mengimplementasikan *machine learning model* yang memiliki fungsi untuk memproses data analog suara yang diterima oleh *webcam* menjadi data digital. Lalu, data akan ditransmisikan ke arduino UNO. Komponen ini memiliki konektivitas UART sehingga cocok dengan komponen *microcontroller* yang digunakan yaitu arduino UNO dan memiliki 4 Soket USB 2.0 untuk menghubungkan ke *webcam* dan Arduino UNO. Terakhir, komponen ini memiliki konektivitas *bluetooth*/WIFI sehingga dapat dihubungkan ke laptop untuk melakukan pemantauan apabila terjadi kesalahan data pada tahap pengembangan. Berikut adalah tabel spesifikasi dari komponen Raspberry Pi 3.

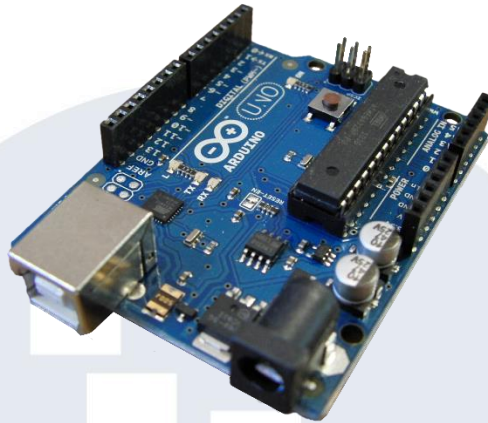


Gambar 3.10 Raspberry Pi 3

Definisi	Keterangan
Power Source	5V, 3.3V, GND and Vin
Communication Interface	UART Interface (4 USB Socket)
Operating Voltage	5V
Wireless Connectivity	Wireless LAN and Bluetooth
Audio Output	3.5 mm Jack and HDMI
Video Output	HDMI
Weight	50 g
Dimensions	8.509 x 5.588 x 2.032 cm

2) Arduino UNO

Komponen selanjutnya adalah *microcontroller* arduino UNO. Komponen ini memiliki *operating voltage* yang sama dengan *microcomputer* Raspberry Pi 3. Alasan penggunaan alat tersebut yaitu tidak lagi memerlukan *voltage booster* untuk menambah tegangan atau daya khusus untuk salah satu komponen. Arduino UNO digunakan karena pengerjaannya yang mudah dan komponen ini yang sering digunakan dalam mata kuliah seperti *Embedded System* sehingga peneliti lebih familiar dalam penggunaannya. Arduino UNO memiliki cukup banyak pin I/O yang mampu untuk menggerakkan servo motor digital pada robot yang digunakan. Komponen Arduino UNO perlu dihubungkan dengan Raspberry Pi 3 karena memiliki konektivitas UART sehingga keduanya cocok. Berikut adalah spesifikasi dari komponen arduino UNO.



Gambar 3.11 Arduino UNO

Definisi	Keterangan
Power Source	Vin, 3.3V, 5V, GND
Operating Voltage	5V
Digital I/O Pins	14 (6 provide PWM output)
Communication Interface	UART Interface
Other	Power barrel jack

3) Webcam Logitech C270

Komponen yang akan digunakan untuk menangkap suara perintah masukan dari pengguna adalah *webcam*. *Webcam* digunakan karena memiliki *built-in microphone* dan dapat menangkap gambar atau video. Fungsi *webcam* tidak hanya untuk menangkap suara, melainkan dapat memiliki potensi dikembangkan lebih lanjut pada tahap *face recognition*, *image recognition*, *color recognition*, dan sebagainya. Maka bisa langsung menggunakan data video atau gambar dari *webcam*. Namun, penelitian ini hanya menggunakan data suara saja dan berfokus pada *word recognition*. *Webcam* yang digunakan adalah *webcam* Logitech C270 yang sudah memiliki *built-in microphone* dengan kualitas cukup memadai dan cocok dalam sistem. Untuk konektivitasnya, *webcam* ini menggunakan kabel USB 2.0 dan cocok dengan USB soket yang tersedia di Raspberry Pi 3 untuk perpindahan datanya. Penggunaan komponen ini juga dipertimbangkan aspek biaya, *webcam* tersebut memiliki biaya yang cukup murah dibandingkan *webcam* lain. Namun, *webcam* tersebut memiliki spesifikasi yang cukup untuk digunakan dalam sistem. Berikut adalah spesifikasi dari komponen *webcam* logitech C270.

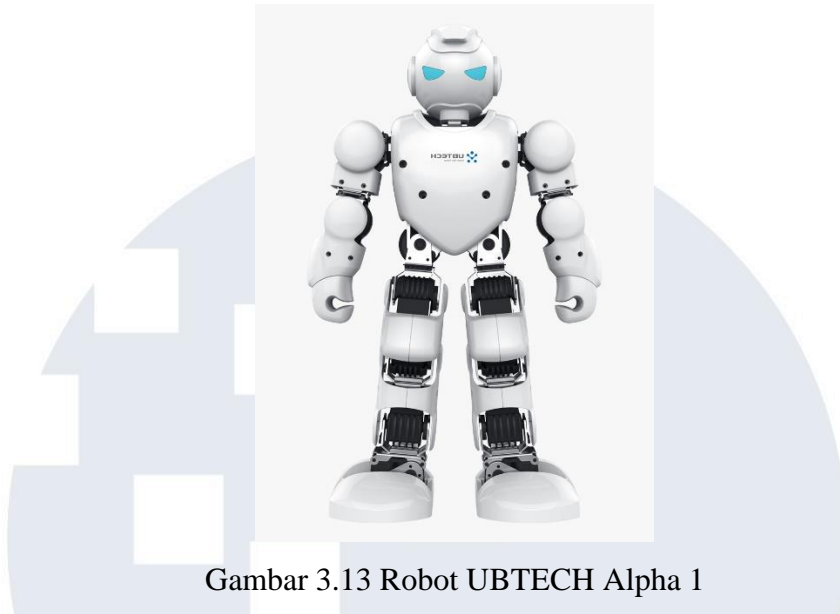


Gambar 3.12 Webcam Logitech C270

Definisi	Keterangan
Connectivity	USB 2.0
Interface	Camera and built-in microphone
Video Resolution	1280 x 720 Pixels
Microphone type	Mono
Other	Noise-reducing (+1,5 m)
Dimensions	7.2 x 3.2 x 2.7 cm (with mounting clip)
Weight	182 g

4) UBTECH Alpha 1 (servo motor)

Robot UBTECH Alpha 1 merupakan struktur utama dari pengembangan produk *learning robot* penelitian ini. Robot digunakan karena merupakan satu-satunya robot yang memiliki teknologi cukup canggih dan tersedia untuk digunakan. Kemudian, bentuk robot sudah berbentuk *humanoid* dan bergerak secara bipedal atau dengan kedua kakinya. Hal tersebut cocok sebagai *learning robot* yang secara tidak langsung dapat merepresentasikan bentuk manusia. Robot ini memiliki 16 servo motor digital yang tertanam di dalamnya dan sudah terpasang dengan baik dari kabel-kabel servo pada bagian punggung robot tersebut. Hal ini akan mempermudah pemindahan koneksi kabel-kabel dari *microcontroller* bawaan robot ke arduino UNO milik peneliti. Namun, tentunya perlu di *mapping* ulang setiap servo motor pada robot tersebut. Untuk *operating voltage* dari robot, diperlukan sekitar 7.4 V dan dapat menyala atau beroperasi sekitar kurang lebih 1 jam, setelah itu robot perlu di *charge* kembali. Berikut adalah spesifikasi singkat dari robot UBTECH Alpha 1.



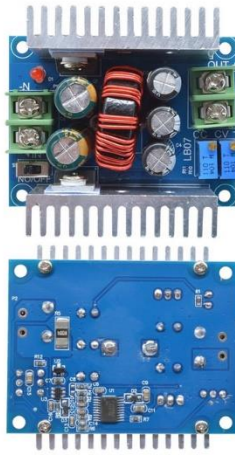
Gambar 3.13 Robot UBTECH Alpha 1

Definisi	Keterangan
Battery	2050 mAh, 7.4 V (Lithium battery)
Battery Life	1 hour
Charging Time	1 hour
Weight	1.65 Kg
Dimensions	40.1 x 19.8 x 12.4 cm
Servo	16 Servo joints

5) DC-to-DC step down voltage regulator

Seperti namanya, komponen ini digunakan untuk meregulasi tegangan yang diberikan oleh *li-ion battery* sehingga tegangannya tidak terlalu berlebihan dan kekurangan. Umumnya, *voltage regulator* memiliki perbedaan spesifikasi pada kemampuan arus yang dilalui sehingga perlu dipertimbangkan untuk jenis penggunaannya. Dalam pengembangan produk ini, peneliti menggunakan *voltage regulator* dengan kemampuan kuat arus sampai dengan 20A dan memiliki *range voltage input* sekitar 6 - 40V dan *voltage output* sekitar 1.2 - 36V. Komponen ini digunakan karena memiliki *range*, baik tegangan maupun arus yang cukup tinggi sehingga dapat beradaptasi lebih baik terhadap sumber daya yang digunakan. Berikut adalah spesifikasi dari komponen *DC-to-DC step down voltage regulator*.

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA



Gambar 3.14 DC-to-DC step down voltage regulator

Definisi	Keterangan
Input Voltage Range	6V to 40V
Efficiency	96%
Output Voltage Range	1.2V to 36V
Short Circuit Protection	Self-recovery
Dimensions	6 x 5.4 x 3 cm

6) Li-ion battery

Komponen terakhir yang digunakan adalah *li-ion battery*. *Li-ion battery* digunakan karena kemampuannya yang dayanya dapat diisi, berbeda dengan baterai biasa yang sekali pakai. Hal ini dipertimbangkan kembali karena robot akan cukup sering digunakan oleh pengguna, maka akan menyusahkan bila harus ganti daya secara terus menerus. *Li-ion battery* yang digunakan memiliki tegangan keluaran 3.7 V dengan kapasitas sekitar 2200 mAh per satu baterainya. Namun, jika hanya menggunakan satu baterai saja, tidak akan cukup untuk memenuhi kebutuhan daya dari sistem keseluruhan. Oleh karena itu, peneliti menggunakan empat *li-ion battery*. Dengan menggunakan total empat baterai, diperkirakan sistem akan dapat berjalan sekitar 1 jam disesuaikan dengan *lifetime* dari robot. Berikut adalah spesifikasi dari *li-ion battery*.

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA



Gambar 3.15 Li-ion Battery 2200 mAh

Definisi	Keterangan
Rated Capacity	2200 mAh
Diameter	1.8 cm
Height	6.5 cm
Rated Voltage	3.7V

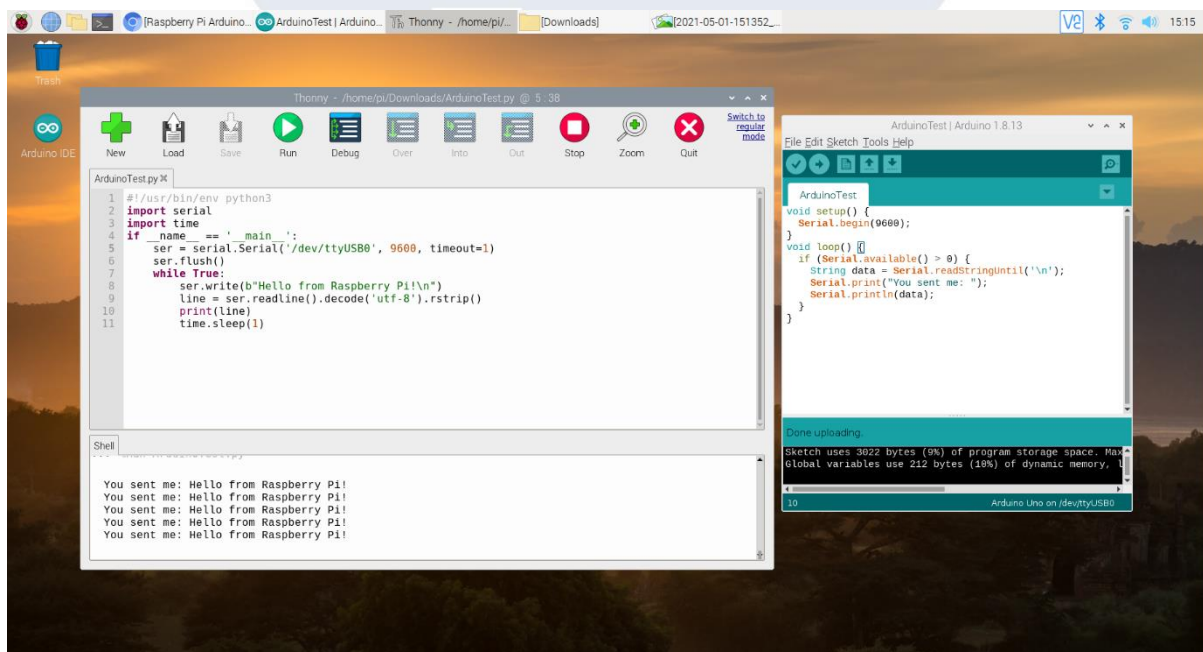
3.2.4. Pengujian Komponen

Sistem *learning robot* yang telah dirancang peneliti akan diuji satu persatu. Pengujian yang dilakukan adalah untuk mengetahui kompatibilitas dari setiap komponen apakah bisa digunakan dengan komponen lain atau tidak. Namun, dalam tahap pengujian ini hanya akan dilakukan pengujian sistem utama saja yaitu Raspberry Pi, Arduino UNO, servo pada robot, dan *built-in microphone webcam*. Dengan begitu, akan ada empat pengujian kompatibilitas. Pertama, Raspberry Pi dengan arduino UNO. Kedua, arduino dengan Raspberry Pi. Ketiga, *microphone webcam* dengan Raspberry Pi dan yang terakhir, arduino UNO dengan servo motor pada robot.

Pengujian pertama dan kedua, yaitu Raspberry Pi dengan arduino UNO dan arduino UNO dengan Raspberry Pi. Kedua pengujian tersebut memiliki perbedaan pada komunikasinya (pemberian data) saja sehingga perlu diketahui apakah Raspberry Pi dapat berkomunikasi dengan arduino UNO dan juga sebaliknya. Pengujian ini dilakukan dengan cara menghubungkan Raspberry Pi ke monitor dengan menggunakan kabel HDMI. Lalu, Arduino UNO akan dihubungkan ke Raspberry Pi menggunakan kabel USB pada salah satu soket dari Raspberry Pi. Ketika kedua komponen tersebut telah terhubung, peneliti perlu mendeteksi perangkat arduino UNO terlebih dahulu pada Raspberry Pi. Ketika sudah dipastikan terdeteksi, masuk tahap penulisan kode. Penulisan kode dilakukan untuk dua komponen yang berbeda menggunakan IDE yang berbeda juga. Untuk komponen arduino UNO, diprogram dengan menggunakan arduino IDE, sedangkan untuk Raspberry Pi diprogram dengan menggunakan

thony Python IDE. Dalam program kedua komponen tersebut, terdapat kesamaan pada *baud rate*-nya yaitu sebesar 9600. Besar *baud rate* yang digunakan merupakan standar yang biasa dipakai dalam pemrograman Arduino UNO dan disamakan untuk simplisitasnya.

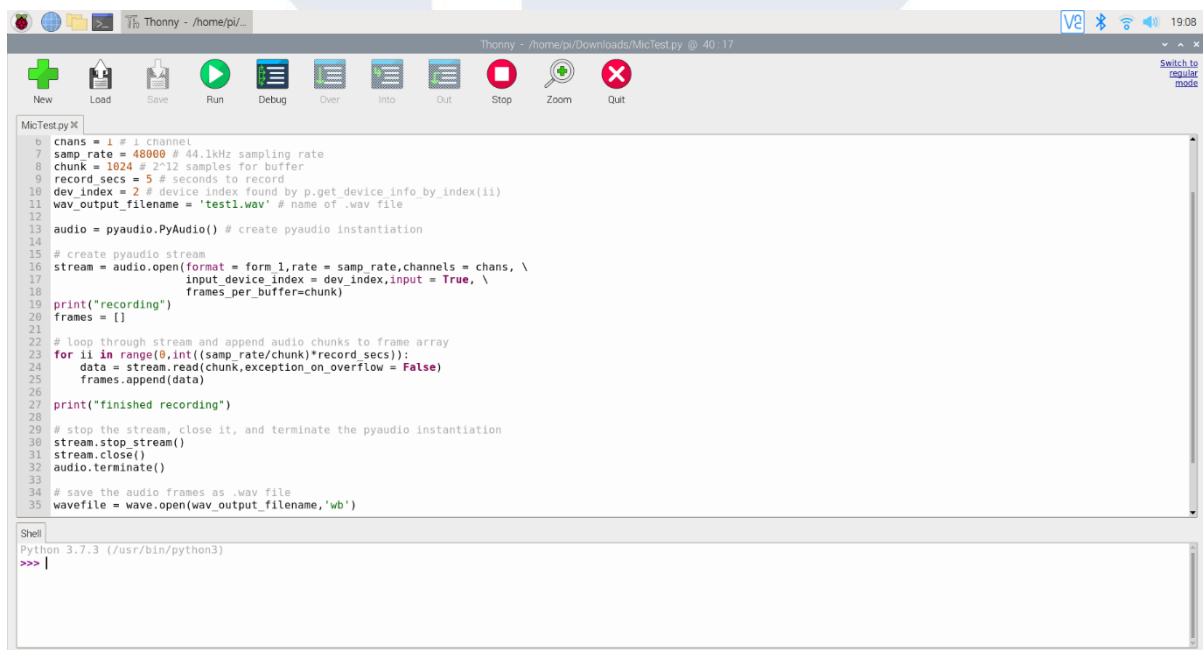
Pada arduino UNO dalam arduino IDE, program akan melakukan *loop* pembacaan data dari Raspberry Pi dengan komunikasi serial. Ketika arduino menerima data, program akan melakukan *loop* untuk melakukan perintah pembacaan data tersebut. Dalam percobaan ini, data akan bersifat *string*. Setelah data *string* yang terbaca, arduino akan melakukan perintah untuk menuliskan kalimat “*You sent me:*” dan menuliskan kalimat yang sebelumnya sudah dibaca dengan menggunakan fungsi “*serial.readStringUntil(‘\n’)*”. Selanjutnya, pada program Raspberry Pi menggunakan *thony Python IDE*, digunakannya fungsi “*ser.write()*” untuk melakukan penulisan data yang akan dikirimkan ke arduino UNO. Dengan melakukan langkah-langkah tersebut, dapat terbukti bahwa ada komunikasi dua arah antara arduino UNO dengan Raspberry Pi. Untuk mempermudah pemahaman, berikut adalah hasil bukti komponen dapat saling berkomunikasi beserta potongan kode dari masing-masing komponen.



Gambar 3.16 Komunikasi serial dua arah Arduino UNO dan Raspberry Pi

Pengujian selanjutnya adalah pengujian *microphone webcam* Logitech C270 dengan Raspberry Pi. Pengujian yang dilakukan akan membuktikan apakah Raspberry Pi dapat menerima masukan data suara dan merekamnya dengan menggunakan *microphone* dari *webcam*. Untuk *webcam*-nya, sebelumnya sudah dipastikan dapat berfungsi dengan baik, video maupun *microphone* yang mana akan diuji pada laptop biasa. Kemudian, setelah teruji bisa digunakan, *webcam* dihubungkan dengan Raspberry Pi melalui salah satu soket USB yang

tersedia. Setelah terhubung, perlu dipastikan lagi apakah sudah terbaca dengan benar dan dikenali oleh Raspberry Pi. Hal tersebut dilakukan dengan menggunakan terminal pada Raspberry Pi. Selanjutnya, perlu di *install* setiap *library* yang dibutuhkan terlebih dahulu agar dapat digunakan fungsi-fungsinya pada saat melakukan pemrograman pada *thony* Python IDE. Ketika semua *library* telah di *install*, masuk ke tahap pemrograman. Pada awal pemrograman, perlu ditentukan terlebih dahulu beberapa poin penting seperti *sampling rate*, *chunk*, durasi merekam suaranya, nama *file* suara rekaman, dan sebagainya. Program akan memberi tahu kapan perekaman suara dimulai dengan menuliskan kata “*recording*” dan akan dilakukan selama waktu yang telah ditentukan di awal tadi. Kemudian, setelah mencapai waktu rekaman yang sudah ditentukan, program akan memberitahukan lagi bahwa perekaman sudah selesai dengan menuliskan “*finished recording*”. Ketika sudah sampai pada tahap ini, suara rekaman tadi sudah tersimpan pada folder *Downloads* dan bisa dimainkan untuk mendengarkan hasil dari rekaman. Berikut adalah bukti tahap-tahap yang dilakukan dan pembuktian bahwa Raspberry Pi dapat menerima serta menyimpan data suara dari *microphone webcam* Logitech C270.

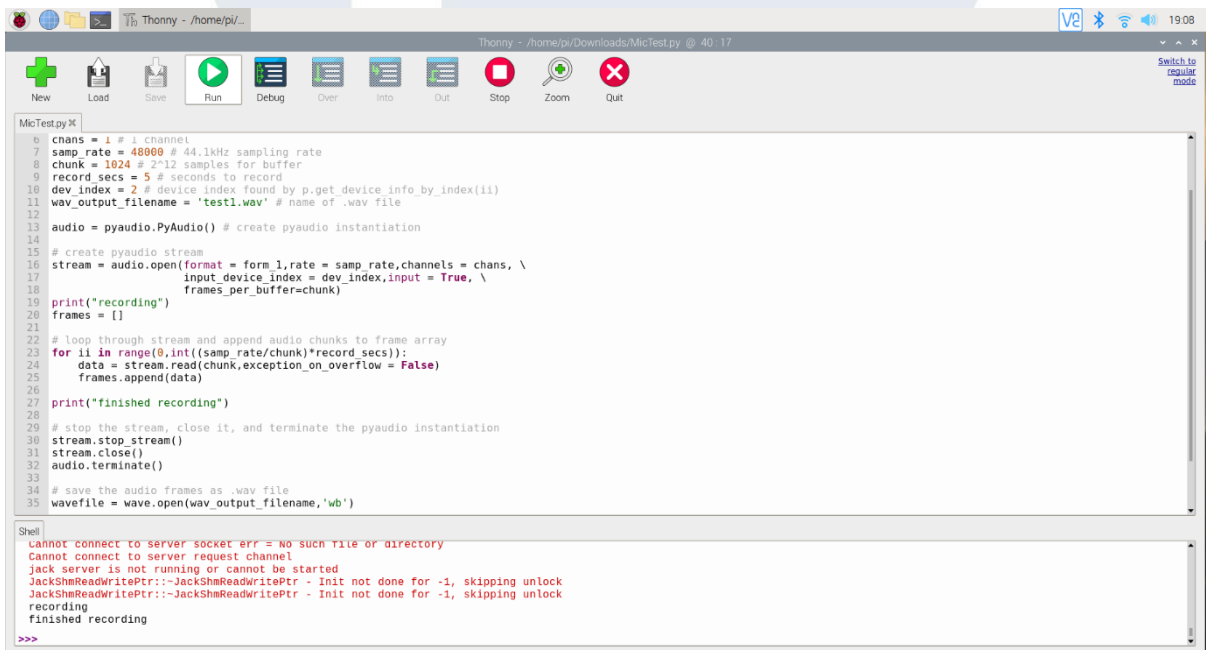


```
6 chans = 1 # 1 channel
7 samp_rate = 48000 # 44.1kHz sampling rate
8 chunk = 1024 # 2^12 samples for buffer
9 record_secs = 5 # seconds to record
10 dev_index = 2 # device index found by p.get_device_info_by_index(ii)
11 wav_output_filename = 'test1.wav' # name of .wav file
12
13 audio = pyaudio.PyAudio() # create pyaudio instantiation
14
15 # create pyaudio stream
16 stream = audio.open(format = form_1, rate = samp_rate, channels = chans, \
17                     input_device_index = dev_index, input = True, \
18                     frames_per_buffer=chunk)
19 print("recording")
20 frames = []
21
22 # loop through stream and append audio chunks to frame array
23 for ii in range(0, int((samp_rate/chunk)*record_secs)):
24     data = stream.read(chunk, exception_on_overflow = False)
25     frames.append(data)
26
27 print("finished recording")
28
29 # stop the stream, close it, and terminate the pyaudio instantiation
30 stream.stop_stream()
31 stream.close()
32 audio.terminate()
33
34 # save the audio frames as .wav file
35 wavefile = wave.open(wav_output_filename, 'wb')
```

Gambar 3.17 Program Python untuk rekam suara dari webcam

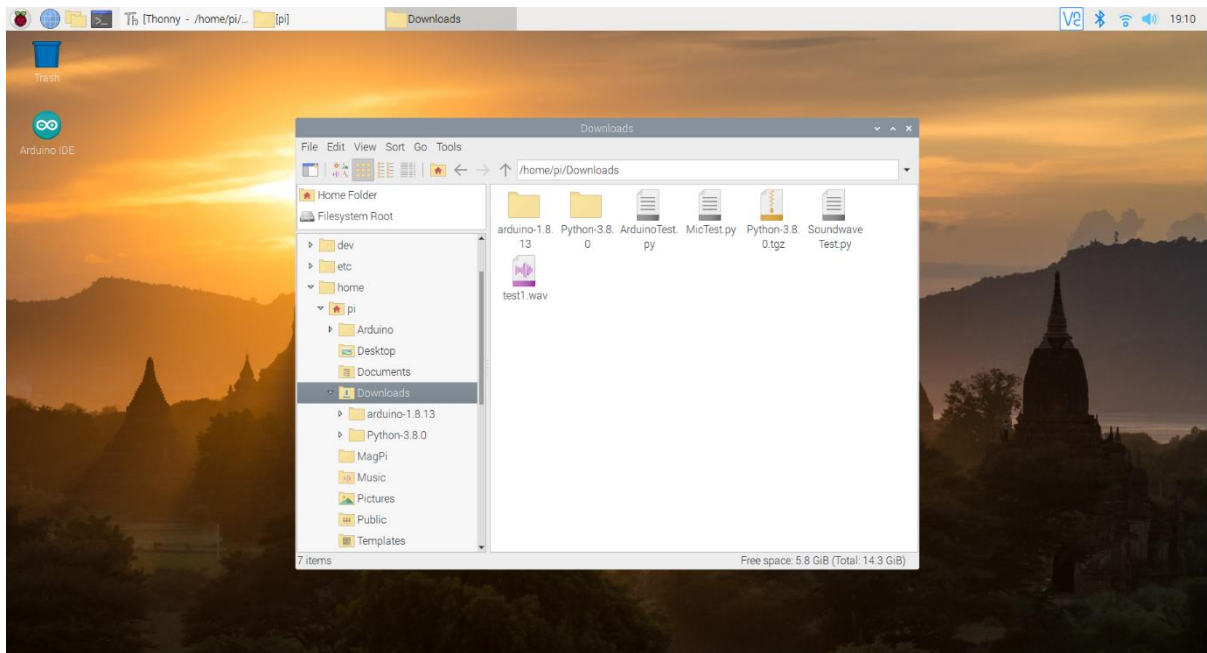


Gambar 3.18 Tahap merekam suara



Gambar 3.19 Tahap selesai merekam suara

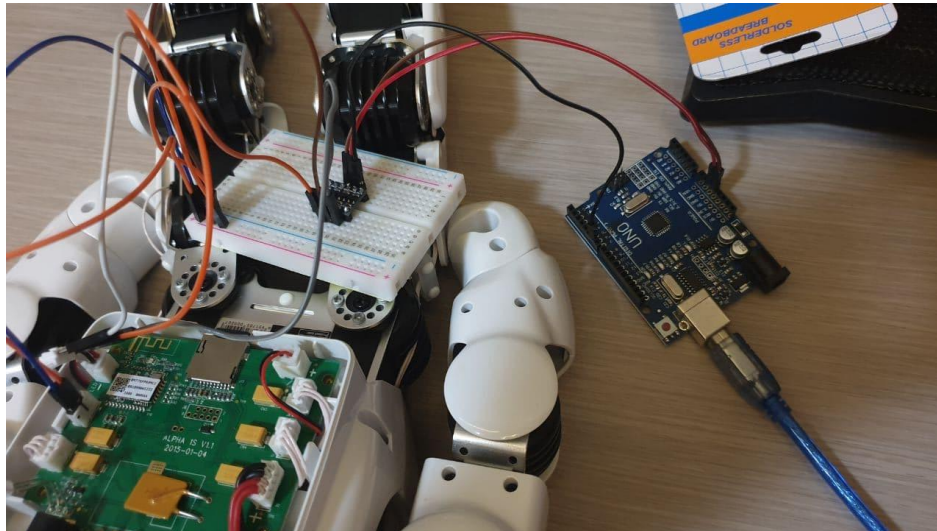
UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA



Gambar 3.20 Hasil dari rekaman menggunakan webcam

Terakhir adalah pengujian komponen robot itu sendiri dimana robot akan dicoba menggerakkan servo motornya dengan menggunakan Arduino Uno. Pertama, bagian belakang robot dibuka dan dicopot salah satu *hub JST* yang menghubungkan tiga kabel sinyal dari satu bagian tubuh robot yang memiliki servo motor. Contohnya seperti misalnya tangan kanan terdapat 3 servo yang diserikan dan dihubungkan dengan *hub JST* tersebut. Kemudian, hubungkan *JST* tersebut dengan menggunakan kabel ke *logic level converter* yang dihubungkan melalui *breadboard*. Dikarenakan robot beroperasi pada tegangan 7V maka sambungan dari *JST* dan *broad* robot tetap dihubungkan pada *board* utama robot begitu juga dengan *ground*-nya. Kemudian *Vcc* dan *GND* dari *JST* tersebut dihubungkan dengan yang ada di modul *converter*. Setelah terhubung, kemudian bagian *high* dari *level logic converter* dihubungkan dengan pin digital pada Arduino UNO dan juga *Vcc* pada 5 V dan *GND* pada pin *GND*. Berikut adalah tampak sambungannya:

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA



Gambar 3.21 Sambungan robot dengan arduino

Setelah robot dihubungkan, kemudian *upload* program yang telah diatur untuk menggerakkan servo pada robotnya. Berikut adalah potongan kode program yang dibuat di Arduino IDE:

```

Servo_Robot_Test [Arduino 1.8.13]
File Edit Sketch Tools Help
Servo_Robot_Test
#include <Servo.h>

#define SERVO1 9 // Pin 9
#define SERVO2 10 // Pin 10

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(SERVO1, OUTPUT);
  pinMode(SERVO2, OUTPUT);
}

void writeAngle(int angle, int servo) {
  int min = 0;
  int max = 180;
  int pulseWidth = 2000;
  int pulse = (angle * pulseWidth) / 180;
  digitalWrite(servo, HIGH);
  delay(pulse);
  digitalWrite(servo, LOW);
  delay(2000 - pulse);
}

void writeAngle(int angle) {
  writeAngle(angle, SERVO1);
}

void writeAngle(int angle) {
  writeAngle(angle, SERVO2);
}

void loop() {
  writeAngle(90);
  delay(1000);
  writeAngle(180);
  delay(1000);
  writeAngle(0);
  delay(1000);
}

```

Gambar 3.22 Program servo dari Arduino IDE

3.2.5. Biaya dan Jadwal

Learning Robot yang dikembangkan tentunya akan membutuhkan waktu pengerjaan dan biaya yang dibutuhkan seperti dari komponen dan juga SDM. Kedua poin tersebut sebelumnya sudah ditetapkan di dokumen B100 dan B200. Dari kedua dokumen tersebut kemudian kebutuhan biaya dan jadwal pengembangan dari penelitian ini akan lebih dispesifikan lagi pada

dokumen B300 ini. Namun, untuk kebutuhan biaya yang akan dicantumkan hanya akan berfokus pada komponen saja, sehingga untuk SDM eksternal tidak akan dicantumkan.

3.2.5.1. Kebutuhan Biaya

Dari keseluruhan pengembangan produk *learning robot*, diperlukan biaya untuk berbagai kebutuhan. Kebutuhan tersebut adalah kebutuhan biaya peralatan serta komponen. Peneliti sudah memperkirakan komponen atau peralatan secara spesifik baik dari sisi jenis, seri, dan merek yang akan dibutuhkan dan digunakan. Berikut adalah daftar kebutuhan biaya dalam pengembangan *learning robot*.

Tabel 3.5 Analisis Kebutuhan Biaya Keseluruhan

No.	Deskripsi	Jumlah	Harga Satuan	Total
1	UBTECH Alpha 1 Robot	1 buah	Rp 12.000.000	Rp 12.000.000
2	Webcam Logitech C270	1 buah	Rp 600.000	Rp 12.600.000
3	Raspberry Pi 3	1 buah	Rp 850.000	Rp 13.450.000
4	Arduino UNO	1 buah	Rp 100.000	Rp 13.550.000
5	Li-ion Battery 18650 3.7V	4 buah	Rp 15.000	Rp 13.610.000
6	Battery Case	1 buah	Rp 20.000	Rp 13.630.000
7	DC-to-DC step down voltage regulator 20A	1 buah	Rp 110.000	Rp 13.740.000
Total				Rp 13.740.000

Tabel 3.6 Analisis Kebutuhan Biaya (Tersedia)

No.	Deskripsi	Jumlah	Harga Satuan	Total
1	UBTECH Alpha 1 Robot	1 buah	Rp 12.000.000	Rp 12.000.000
2	Raspberry Pi 3	1 buah	Rp 850.000	Rp 12.850.000
3	Arduino UNO	1 buah	Rp 100.000	Rp 12.950.000
Total				Rp 12.950.000

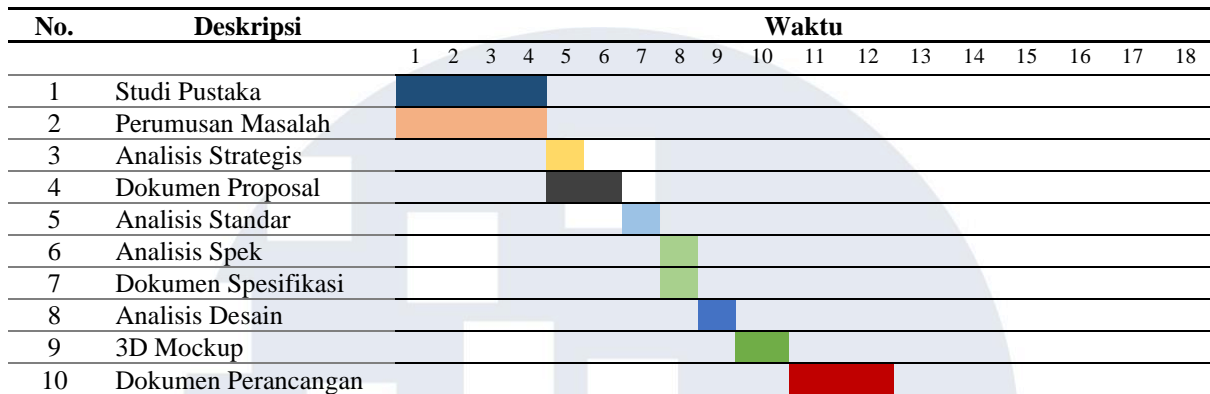
Tabel 3.7 Analisis Kebutuhan Biaya (Belum tersedia)

No.	Deskripsi	Jumlah	Harga Satuan	Total
1	Webcam Logitech C270	1 buah	Rp 600.000	Rp 600.000
2	Li-ion Battery 18650 3.7V	4 buah	Rp 15.000	Rp 660.000
3	Battery Case	1 buah	Rp 20.000	Rp 680.000
4	DC-to-DC step down voltage regulator 20A	1 buah	Rp 110.000	Rp 790.000
Total				Rp 790.000

3.2.5.2. Jadwal dan Waktu Pengembangan

Dalam pengembangan *learning robot* yang dilakukan oleh peneliti, peneliti sudah menganalisis jadwal dan waktu pengembangan yang diharapkan dengan spesifik dan realistis. Berikut adalah jadwal dan waktu pengembangan yang telah dibuat oleh peneliti dengan menggunakan Grant Chart dan Tabel Milestones & Deliverables.

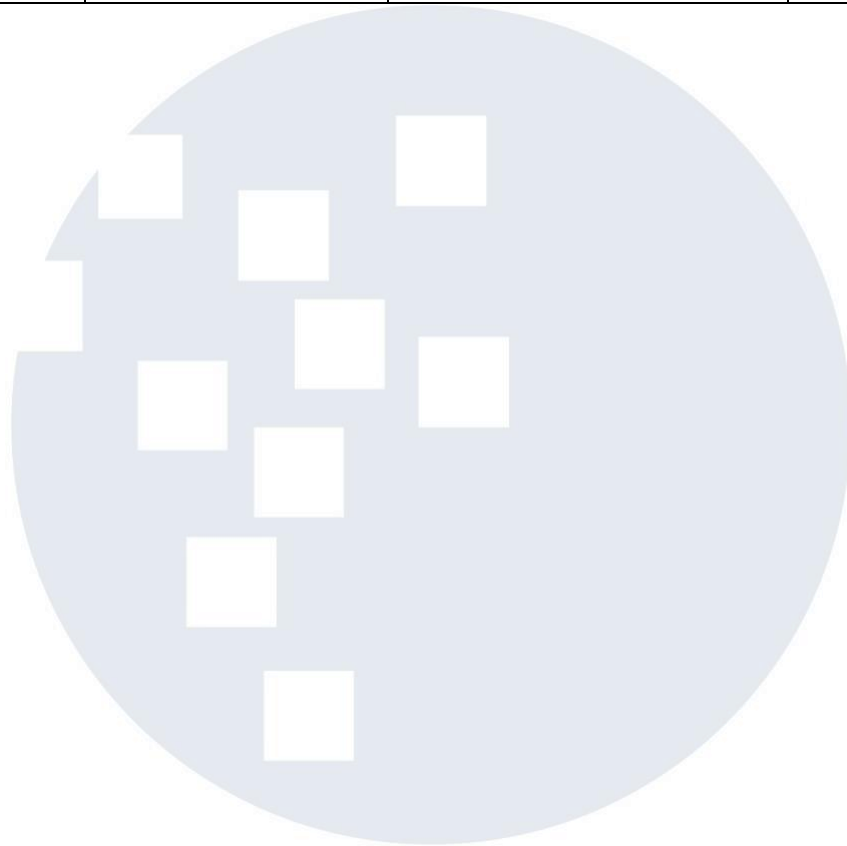
Tabel 3.8 Gantt Chart Jadwal Pengembangan Produk



Tabel 3.9 Milestones & Deliverables Pengembangan Produk

Fase	Deliverables	Jadwal (yang dicantumkan adalah akhir tahap)	Kebutuhan Sumberdaya
Konsep Produk	B100 Proposal	Maret 2021	Literatur
Analisis	B200 Spesifikasi Fungsional	April 2021	- Spek standar - Design Engineer
Desain	B300 Skematik dan Rancangan Sistem Keseluruhan	- <i>Testing</i> servo motor: Mei 2021 - <i>Testing</i> Raspberry Pi dan <i>Arduino program</i> : Mei 2021	- Dev Tools - Penguasaan Teknologi Pendukung - Literatur - Technician - Expert
Implementasi	B400 Implementasi Prototype Lab	- Akuisisi data: Januari 2021 - <i>Machine Learning Model</i> : Januari 2022	- Dev Tools - Machine Learning Engineer - Expert
Uji Subsistem	- Error report - Field prototype	- Akuisisi data: Februari 2022 - <i>Machine Learning Model</i> : Maret 2022	- Test Equipment - Field Trial Facility - Test Engineer - Expert
Integrasi Sistem	Lab prototype	April 2022	- Dev Tools - Test Engineer - Expert
Uji Sistem	Field Prototype	Mei 2022	- Test Equipment - Field Trial Facility - Test Engineer - Expert

Analisis, Kesimpulan dan Dokumentasi	B500	Juni 2022	- ATK
--	------	-----------	-------



UMMN

UNIVERSITAS
MULTIMEDIA
NUSANTARA