

DOKUMEN TEKNIS SPESIFIKASI PRODUK

2.1. Pendahuluan

2.1.1. Ringkasan Isi Dokumen

Dokumen ini berisikan uraian mengenai spesifikasi sistem yang ditawarkan dan dijanjikan akan dipenuhi dari pengembangan produk *Voice Interactive Learning Robot*. Kajian mengenai spesifikasi menggunakan pendekatan solusi ideal dan solusi terapan yang telah dipetakan di dokumen B100. Dokumen ini digunakan sebagai acuan dalam proses perancangan produk *Voice Interactive Learning Robot* yang direncanakan.

2.1.2. Tujuan Penulisan, Aplikasi dan Fungsi Dokumen

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

- 1) Penjelasan mengenai proses menurunkan spesifikasi dari solusi terapan yang dipetakan di dokumen B100.
- 2) Penjabaran spesifikasi yang dijanjikan dari produk *Voice Interactive Learning* yang dikerjakan.
- 3) Menjadi acuan untuk proses perancangan sistem keseluruhan dan penjabaran skenario pengujian yang akan dilakukan.
- 4) Pemenuhan komponen penilaian mata kuliah Metodologi Penelitian dan Skripsi di lingkup Program Studi Teknik Elektro.



2.2. Spesifikasi Pengembangan Produk

2.2.1. Definisi, Fungsi dan Spesifikasi

Learning robot yang dikembangkan akan memiliki bentuk fisik *humanoid* dan bergerak menggunakan dua kaki atau bipedal. Robot yang dikembangkan nantinya akan mampu mengenali kata yang diucapkan pengguna karena menggunakan fitur *word recognition*. Fitur yang diimplementasikan ini berfungsi sebagai pemberi instruksi kepada robot sehingga kata yang diucapkan pengguna akan diproses di *machine learning model* untuk membuat robot mengenali dan melakukan perintah sesuai data yang ada. Suara yang yang diterima diambil melalui *microphone webcam* yang terhubung dengan Raspberry Pi yang sudah diimplementasikan pemodelan *machine learning*. Tahap selanjutnya, masukan suara akan diklasifikasikan di *machine learning model* dengan berbentuk data yang akan ditransmisikan ke arduino. Data ini ditransfer melalui hubungan UART antara Raspberry Pi dan Arduino UNO. Pada Arduino UNO, data tersebut akan difilter kembali menggunakan logika *switch case*. Ketika cocok, robot akan melakukan perintah sesuai *case* dengan menggunakan servo motor yang telah terhubung dengan Arduino UNO. Untuk sampai ke tahap ini, peneliti berfokus pada *word recognition* terlebih dulu.

Pengembangan penelitian akan dilakukan bertahap, mulai dari *word recognition*, *speech recognition*, dan *voice recognition*. Saat melakukan interaksi, robot akan diatur menggunakan bahasa Indonesia untuk mempermudah pengguna melakukan pembelajaran bahasa. Skenario penggunaan robot akan dibuat seperti ini, ketika ada seorang anak usia dini yang bosan dengan pembelajaran langsung dari orang tuanya atau susah untuk belajar berbicara akibat pengaruh *gadget*, robot dapat digunakan untuk membantu anak sebagai teman/guru untuk mengajar. Misalnya, ketika anak merasa bosan dan membutuhkan media lain dalam bentuk fisik agar dapat menghiburnya, robot dapat diperintah untuk melakukan sesuatu seperti menggerakkan kaki atau tangan. Interaksi atau jenis pembelajaran tersebut dapat mengurangi rasa bosan dan memicu kembali motivasi anak untuk belajar. Robot yang dikembangkan peneliti masih terbatas pada pergerakan saja sehingga tidak bisa mengeluarkan suara. Gerakan yang bisa dilakukan hanya gerakan dasar, seperti maju, mundur, kanan, kiri, berhenti dan sebagainya saja. Kemudian, untuk data kata yang tersedia diperkirakan akan berjumlah 10 kata perintah.

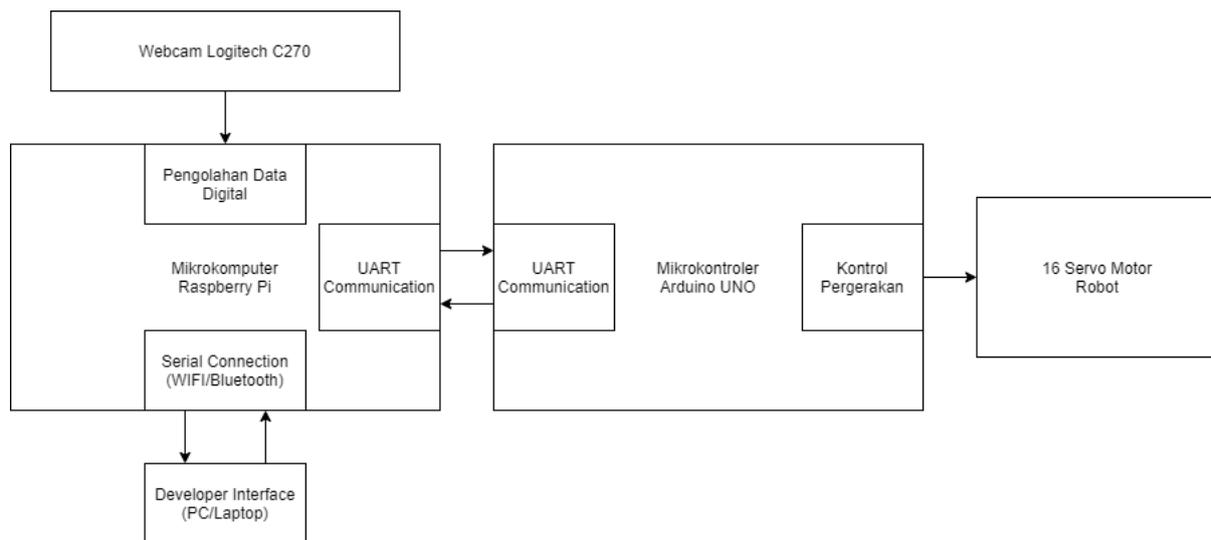
Learning robot yang dikembangkan peneliti memiliki hambatan karena melakukan perubahan fitur yang akan diimplementasikan pada robot. Idealnya, *learning robot* dapat berinteraksi dengan suara dan memiliki kemampuan *voice recognition* hingga *emotion recognition*. Namun, pada pengembangan ini peneliti hanya sampai pada tahap *word*

recognition saja. Alasannya karena harus melalui proses yang panjang, seperti membutuhkan *database* yang banyak dan proses *training machine learning* yang lebih kompleks sehingga memakan waktu yang lama untuk menerapkan fitur lainnya. Peneliti juga memiliki keterbatasan pengetahuan sehingga memerlukan waktu lagi untuk mempelajari fitur lainnya secara mendalam. Untuk robot yang digunakan, peneliti tidak membuat robot secara keseluruhan dari awal. Namun, hanya menggabungkan beberapa komponen seperti Raspberry Pi, Arduino UNO, dan *webcam* yang akan dilekatkan pada robot.

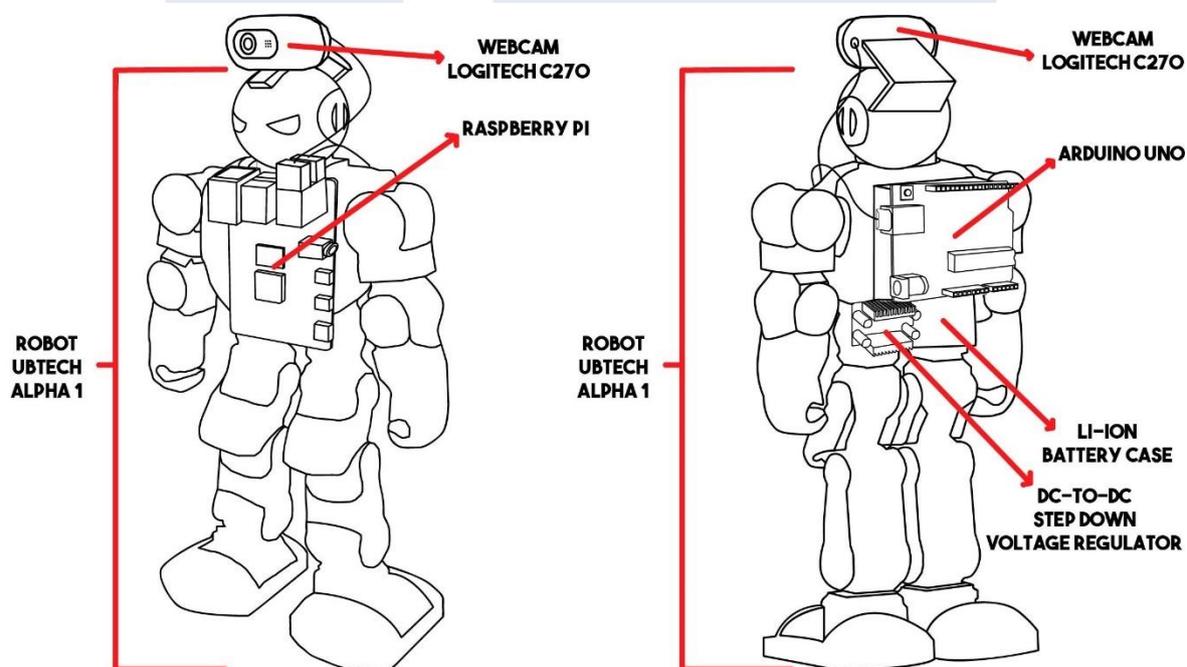
Robot yang digunakan relatif kecil karena memiliki tinggi sekitar 40,1 cm. Dalam pengoperasiannya, robot akan diposisikan berdiri terlebih dahulu dikarenakan tidak terdapat robot belum bisa melakukan perubahan posisi misal dari duduk ke posisi berdiri dan harus berada pada bidang datar yang permukaannya tidak terlalu licin. Alas kaki pada robot tidak terdapat karet yang dapat menahan robot untuk tidak merosot. Oleh karena itu, dengan menggunakan bidang datar yang tidak licin dapat membantu robot bekerja dengan optimal karena bisa berdiri dengan seimbang.

2.2.2. Desain Produk

Learning robot yang dibuat berbentuk fisik *humanoid* dan dapat berinteraksi menggunakan *voice recognition*. Namun, terbatas pada pengenalan kata saja dengan fitur *word recognition*. Robot yang dikembangkan akan menggunakan robot UBTECH Alpha 1 yang memiliki dimensi sekitar 40,1x19,8x12,4 cm dengan 1,65kg. Kemudian, robot memiliki 16 servo motor yang akan dikendalikan oleh Arduino UNO sebagai *low level controller* untuk mengarahkan atau mengendalikan servo motor yang ada pada robot. Kemudian, Arduino UNO dihubungkan menggunakan hubungan UART ke Raspberry Pi yang sudah ada pemodelan *machine learning* di dalamnya. *Machine learning model* tersebut digunakan untuk mengklasifikasikan masukan suara untuk diubah ke data dan diberikan ke Arduino UNO sebagai masukan. Masukan dari Raspberry Pi berupa suara dari *webcam* yang diterima dari *microphone* yang sudah terintegrasi di dalamnya. Fungsi Raspberry Pi adalah sebagai *high level controller* dari sistem yang dibuat. Perlu diketahui bahwa pada *webcam* memiliki dua data masukan, yaitu gambar/video dan suara, tetapi yang dipilih hanya *audio* saja.



Gambar 2.1 Blok Diagram Sistem



Gambar 2.2 Sketch Desain Learning Robot

2.2.3. Interaksi Pengguna dan Sistem

Dalam pengembangan robot yang dilakukan peneliti memiliki konfigurasi dan cara kerja yang sudah ditentukan agar robot dapat bekerja sesuai prosedur. Berikut adalah beberapa konfigurasi dan cara kerja *learning robot* yang akan dikembangkan.

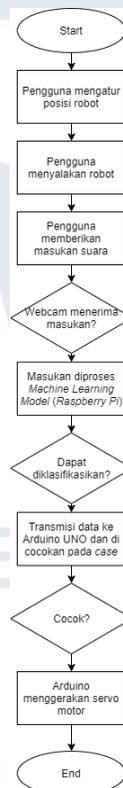
1. Konfigurasi awal sistem

Pada konfigurasi awal, robot yang digunakan sudah siap pakai, dengan begitu perlu dipasangkan beberapa komponen tambahan pada robot, yaitu *webcam*, Raspberry Pi, dan arduino UNO. *Webcam* dipasangkan pada bagian kepala robot

yang akan dihubungkan dengan Raspberry Pi pada bagian dada robot. Raspberry Pi dihubungkan lagi dengan arduino UNO yang diletakkan pada punggung robot dan sudah terhubung dengan 16 *servo motor* robot.

2. Konfigurasi pengoperasian sistem

Setiap komponen sudah dipastikan siap pakai dan robot dapat dinyalakan. Ketika robot sudah menyala, *webcam* pada kepala robot sudah dapat menerima masukan suara. OS pada Raspberry Pi kemudian sudah diatur untuk langsung menjalankan program *word recognition* yang digunakan. Lalu, dengan *interface* yang digunakan, jika robot dicolokkan ke *charger* untuk diisi daya atau dimatikan secara manual, maka Raspberry Pi akan langsung keluar dari program dan masuk ke sekuens *shutdown* secara normal. Untuk contoh pengoperasiannya, misal seperti suara “maju”, maka nanti Raspberry Pi akan melakukan proses klasifikasi. Selanjutnya, keluaran berupa data dari Raspberry Pi akan menjadi masukan dari arduino UNO. Arduino akan memilah data-data tersebut dengan mencocokkan data pada setiap *case* yang sebelumnya sudah ditentukan oleh peneliti. Ketika cocok, servo motor akan bergerak sesuai dengan apa yang sudah diperintahkan pada robot untuk bergerak maju.



Gambar 2.3 Flowchart Konfigurasi Learning Robot

2.2.4. Spesifikasi Sistem Berdasarkan Kemampuan dan Fungsionalitas

Learning robot yang dikembangkan oleh peneliti memiliki spesifikasi sistem yang didasari oleh kemampuan serta fungsionalitas dari robot itu sendiri. Spesifikasi tersebut akan dibagi menjadi beberapa parameter yang bertujuan sebagai capaian dari pengembangan *learning robot* itu sendiri. Berikut adalah parameter-parameter yang ingin dicapai dengan pengembangan *learning robot* oleh peneliti.

1. Akurasi

Dalam pengembangan *learning robot* ini diharapkan robot dapat memiliki akurasi sekitar 85% dalam mengenali serta melakukan perintahnya berdasarkan masukan suara. Persentase nilai tersebut didasari oleh adanya percobaan dari peneliti terdahulu dengan penggunaan komponen yang sama dan diuji hanya dengan satu kata saja. Peneliti melakukan percobaan dari lima pengguna yang berbeda dengan kata yang sama. Setiap penggunanya melakukan 40 kali percobaan dari pengucapan kata tersebut sehingga ditetapkan menjadi 200 kali percobaan. Dari hasilnya, akan dirata-ratakan robot tersebut memiliki akurasi sekitar 86%. Hal ini menjadi acuan persentase akurasi yang ingin dicapai oleh peneliti untuk *learning robot* yang akan dikembangkan. Robot dikatakan berhasil atau mencapai titik keberhasilan ketika robot mampu memberikan keluaran gerakan seperti yang diperintahkan pengguna dengan menggunakan suara.

2. Presisi

Untuk tingkat presisi dari robot sendiri, diharapkan mencapai persentase yang sama dengan akurasinya yaitu 85%. Hal tersebut dipengaruhi oleh tingkat akurasi dari robot yang masih diperkirakan sekitar 85% sehingga dapat diprediksi persentase presisi yang didapatkan akan mendekati persentase akurasi. Kemudian, ada banyak faktor yang mempengaruhi presisi, yaitu jarak, *noise*, dan *volume*. Robot akan dikatakan berhasil apabila tingkat presisi yang diuji coba dengan menggunakan suara berkali-kali dapat diklasifikasikan oleh *machine learning model* pada Raspberry Pi. Secara tidak langsung, akurasi dan presisi dari robot ini saling berkaitan.

3. Dimensi Produk

Robot yang digunakan yaitu robot UBTECH Alpha 1, memiliki dimensi sekitar 40.1x19.8x12.4 cm dengan berat sekitar 1.65 kg. Ketika sudah terpasang komponen-komponen lainnya seperti *webcam*, Raspberry Pi, dan arduino UNO diperkirakan robot akan memiliki dimensi maksimum sekitar 45x20x16 cm dengan berat 2.5 kilogram.

Angka tersebut didapatkan dengan memperkirakan penempatan komponen pada robot dan juga dimensi dari masing-masing komponen berdasarkan *datasheet*-nya.

4. Konsumsi Daya

Berdasarkan spesifikasi dari robot UBTECH Alpha 1, diketahui untuk robotnya sendiri membutuhkan tegangan sebesar 7.4V untuk bisa beroperasi. Kemudian untuk komponen lainnya, diperkirakan akan menggunakan 12V dengan tegangan yang diberikan oleh baterai tambahan dan terhubung dengan DC-to-DC step down voltage regulator. Untuk setiap komponennya, masing-masing (*webcam*, Raspberry Pi, dan arduino UNO) memiliki tegangan operasional sebesar 5V, namun untuk *webcam* sumber tegangannya akan berasal dari Raspberry Pi. Peneliti akan menggunakan empat baterai Li-ion yang diserikan sehingga memiliki tegangan sekitar 15 V dan 11800 mAh untuk memberikan daya pada komponen-komponen luar dengan perkiraan akan dapat beroperasi sekitar 1 jam 30 menit. Untuk robotnya sendiri memiliki baterai tersendiri dimana dalam spesifikasi bawaan robot tersebut disebutkan bahwa robot akan bertahan selama kurang lebih 1 jam per-charge.

5. Ease-of-Use/Kemudahan Penggunaan

Learning robot yang dikembangkan oleh peneliti cukup mudah untuk digunakan bahkan untuk anak usia dini. Hanya perlu untuk menyalakan robot tersebut untuk memberikan daya pada robot dan komponen-komponennya. Tentunya, anak perlu diajari terlebih dahulu cara penggunaan dari *learning robot* tersebut. Salah satunya adalah cara untuk menyalakan/mematikan robot atau berinteraksi dengan robot itu sendiri. Ketika sudah menyala, robot hanya menunggu untuk mendapat perintah yang merupakan masukan suara. Kemudian, robot ini juga menggunakan bahasa Indonesia sehingga semakin mempermudah penggunaan robot. Namun, tantangannya terletak pada bagian *maintenance*. Perlu dicek kembali sambungan tiap komponen dan juga memeriksa apakah ada kode yang salah dalam proses melakukan perintah.

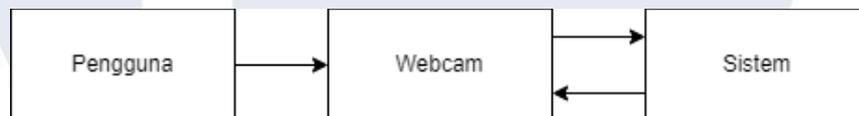
6. Kekuatan dan Kestabilan Sistem

Untuk lama penggunaan robotnya sendiri diperkirakan sekitar 60 menit per *charge*. Hasil ini didapatkan dari *data sheet* robot. Ketika pemakaian mendekati 60 menit, robot akan berfungsi kurang optimal. Selain itu, ada faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi kegagalan robot untuk bekerja, seperti salah satu servo motor pada robot rusak, komponen tambahan lainnya tidak berfungsi atau rusak, robot beserta komponen tambahannya terendam air atau tergujur air dengan volume yang cukup banyak, jatuh

dari tempat tinggi, ditiban dengan beban yang cukup berat, terputusnya salah satu kabel sambungan baik di dalam robot maupun antar komponen, dilemparnya robot dengan kekuatan yang cukup tinggi, dan beberapa faktor lainnya dengan tujuan untuk merusak.

7. Kompatibilitas Dengan Subsistem Tambahan

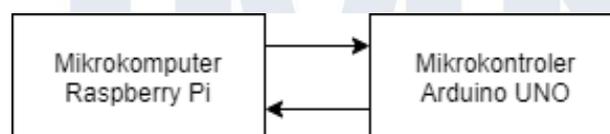
Produk *learning robot* lain yang sudah diproduksi secara massal di pasar tentunya sudah diakui canggih dan memiliki komponen-komponen yang diproduksi sendiri oleh produsennya. Ini membuat robot yang dikembangkan oleh peneliti cukup sulit untuk digabungkan dengan subsistem dari produsen lain. Namun, jika produsen lain menggunakan sub-sistem yang serupa atau setidaknya mampu berkomunikasi dengan sistem yang sudah ada, ini akan memperbesar tingkat kompatibilitasnya. Dengan begitu, kompatibilitas dari produk sendiri tergantung dengan subsistem yang digunakan oleh produk lain.



Gambar 2.4 DFD Level 0 Sistem Robot

Tabel 2.1 Penjelasan DFD Level 0 Sistem Robot

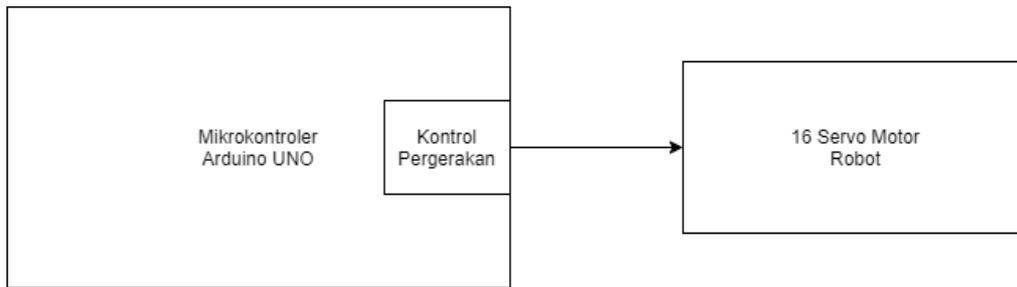
Parameter	Keterangan
Input	<ul style="list-style-type: none"> Perintah dari pengguna Suara di terima <i>microphone webcam</i>
Output	<ul style="list-style-type: none"> Pergerakan robot sesuai perintah
Fungsi	<ul style="list-style-type: none"> Menampilkan pergerakan perintah gerakan dari robot Melakukan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



Gambar 2.5 DFD Level 1 Sistem Robot

Tabel 2.2 Penjelasan DFD Level 1 Sistem Robot

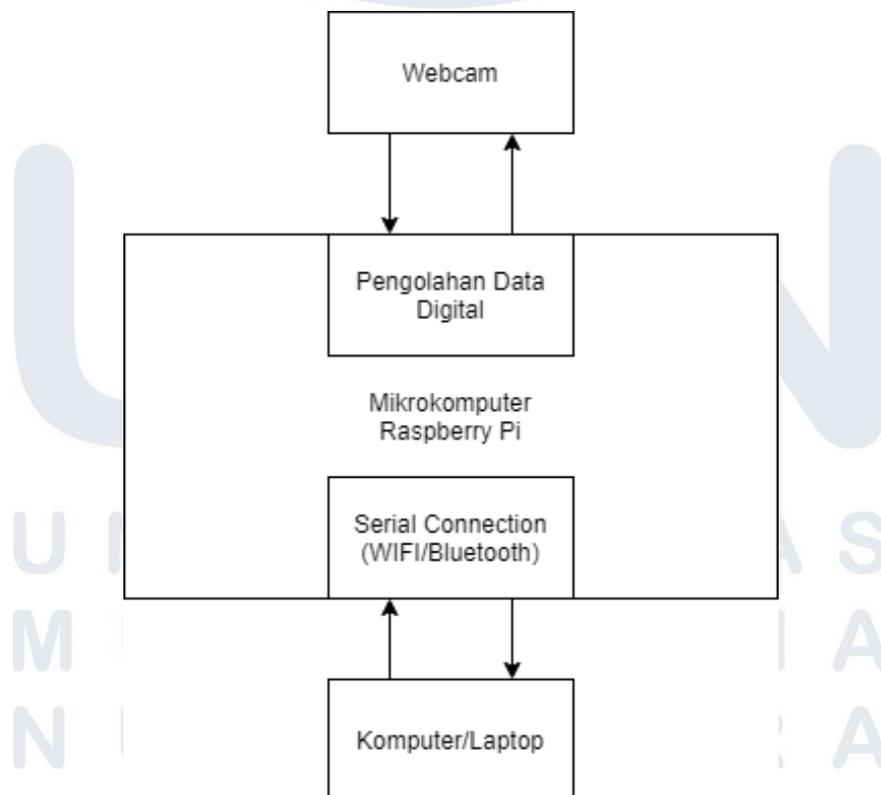
Parameter	Keterangan
Input	<ul style="list-style-type: none"> Suara perintah pengguna tangkapan dari <i>webcam</i>
Output	<ul style="list-style-type: none"> Hasil klasifikasi dari <i>machine learning model</i> Memberikan hasil data dari Raspberry Pi ke Arduino UNO Arduino UNO memproses data dan menggerakkan 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 2.6 DFD Level 2 Sistem Robot

Tabel 2.3 DFD Leve 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> 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 2.7 DFD Level 2 Sistem Robot

Tabel 2.4 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 dikirimkan 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

2.2.5. Spesifikasi Sistem Berdasarkan Standarisasi

Spesifikasi sistem dari *learning robot* yang dikembangkan peneliti tentunya disesuaikan dengan standarisasi industri yang harus diikuti baik secara global maupun nasional. Berikut adalah daftar standarisasi spesifikasi sistem *learning robot* yang dikembangkan oleh peneliti.

1. SNI 04-1685-1989, mengenai standar produk terhadap suhu ruang, tekanan udara, kelembaban dan getaran.
2. IP 22, *ingress protection*, standar mengenai proteksi produk terhadap debu, interaksi dengan anggota tubuh manusia dan cipratan air.
3. EN 50087:1933, standar untuk perlengkapan listrik rumah tangga.
4. EN 50144-1, standar mengenai keselamatan peralatan elektrik yang menggunakan motor elektrik.
5. Energy Star, standar penggunaan daya pada produk elektronik.

2.2.6. Spesifikasi Sistem Berdasarkan Keandalan dan Perawatan

Learning robot yang akan dikembangkan peneliti sudah diprediksi lama penggunaannya sebelum terjadi kerusakan dan perawatan yang perlu dilakukan apabila terjadi kerusakan. Idealnya, robot dapat digunakan selama kurang lebih satu jam saja, setelah itu harus dilakukan pengisian daya. Robot yang diciptakan untuk membantu mengajar anak usia dini yang sedang belajar berbahasa diperkirakan dapat digunakan selama empat jam atau empat kali penggunaan. Dengan begitu, selama satu bulan atau 31 hari diasumsikan dengan penggunaan empat jam, maka total penggunaan robot dalam sebulan adalah 124 jam operasional. Dalam sebulan penggunaan, dibutuhkan perawatan sebanyak sekali kali saja. Cara menghitungnya

menggunakan rumus MTBF yaitu total jam operasional dibagi dengan total dibutuhkan perbaikan maka akan didapatkan MTBF sebesar 124 jam. Namun, rumus ini hanya dalam penggunaan sebulan saja. Umumnya, robot bisa bertahan lama hingga tahunan dengan perawatan yang rutin. Salah satu yang menjadi pertimbangan adalah ketika produk robot ini diproduksi secara massal dan digunakan oleh anak usia dini, ada kemungkinan produk menjadi tidak terlalu tahan lama karena pengguna kurang mengerti cara *maintenance* produk serta mungkin penggunaan yang kurang baik. Dengan begitu, peneliti menargetkan robot untuk bisa bertahan sekitar selama 18 bulan, dari total tersebut dikalikan dengan MTBF yang tadi sehingga didapatkan 2.232 jam untuk total akhir MTBF-nya. Perlu diketahui juga, jika penggunaannya tidak terlalu sering atau digunakan secara ideal pemakaian, MTBF-nya bisa bertahan lebih lama dari asumsi tersebut.

Selanjutnya, untuk MTTR dari *learning robot* yang dibuat oleh peneliti, sudah diasumsikan bahwa dalam 31 hari akan ada 1 kali perbaikan dan didapatkan robot akan beroperasi selama 124 jam dalam sebulan. Kemudian, dengan target berjalan selama 18 bulan maka didapatkan robot akan dapat berjalan selama kurang lebih 2.232 jam setelah itu maka diperlukan adanya perbaikan dengan kurun waktu tertentu. Namun, tentunya tergantung dari kerusakan yang dialami oleh robot itu sendiri. Untuk waktunya, diperkirakan cukup 6 jam perbaikan. Hal ini didasarkan pada asumsi komponen yang rentan rusak terlebih dahulu yaitu pada bagian baterainya. Komponen baterai merupakan komponen yang paling rentan untuk rusak karena baterai yang digunakan adalah baterai li-ion dimana baterai tersebut bisa diisi ulang sehingga memungkinkan untuk rusak dan perlu diganti. Jika didapati ada komponen lain yang rusak atau sistem tidak berjalan dengan baik maka akan memakan waktu yang lebih lama untuk memperbaikinya. Ini dikarenakan pada komponen tersebut terdapat pemrograman yang perlu untuk didiagnosis terlebih dahulu serta mengganti komponennya dengan yang baru. Setelah itu perlu diuji kembali dan dipastikan berjalan dengan baik. Oleh karena itu, jika terjadi kerusakan pada sistem maka diperkirakan membutuhkan waktu selama 24 jam.

Tempat penyimpanan robot memerlukan tempat yang cukup luas agar robot tidak bergesekan dengan barang lain. Komponen-komponen yang terdapat pada badan robot merupakan produk yang mudah rusak dan perlu hati-hati saat disimpan. Peletakan dari robot tidak dalam posisi berdiri karena akan memperbesar kemungkinan robot untuk terjatuh. Selain itu, robot juga harus berjauhan dari tempat yang mudah terkena air, dan harus diletakkan di tempat yang cukup tinggi seperti di meja untuk meminimalisasikan terjadinya kerusakan akibat tersenggol, tertendang, terinjak, dan sebagainya.

2.2.7. Spesifikasi Sistem Berdasarkan *Constraint*/Hambatan

Learning robot yang dikembangkan peneliti memiliki batasan-batasan sistem/*constraint* yang berpengaruh pada kegunaan dari robot itu sendiri. Berikut adalah beberapa hambatan pada sistem pengembangan produk *learning robot*.

- Bobot sistem maksimum adalah 2.5kg.
- Biaya material sistem tidak lebih dari 15 juta.
- Dimensi sistem maksimum adalah 45x20x16 cm.
- Saat digunakan, robot harus dalam kondisi berdiri terlebih dahulu.
- Robot harus ditempatkan pada bidang yang datar.
- Robot harus ditempatkan pada permukaan yang tidak terlalu licin.
- Saat penggunaan robot, keadaan sekitar harus tidak terlalu bising.
- Robot memiliki jarak penangkapan suara yang terbatas.
- Masukan suara yang diberikan tidak boleh terlalu kencang dan terlalu kecil.
- Robot diperkirakan hanya dapat memiliki 10 perintah kata saja.
- Robot hanya bisa melakukan pergerakan-pergerakan dasar saja.

2.3. Verifikasi Spesifikasi Produk

Berdasarkan spesifikasi yang dijanjikan oleh peneliti untuk pengembangan produk *learning robot*, tingkat keberhasilan dari pengembangannya termasuk cukup tinggi. Ini disebabkan oleh modul-modul yang digunakan merupakan modul yang biasa digunakan untuk mengembangkan robot juga oleh peneliti lain dan memiliki cukup banyak referensi yang dapat digunakan. Selain itu, dalam perancangan *learning robot* ini sudah diperkirakan dan didiskusikan bersama dosen pembimbing yang sebelumnya sudah mempunyai pengalaman penelitian serupa dengan penelitian *learning robot* yang dilakukan peneliti sekarang. Dengan begitu dapat dikatakan bahwa produk yang dikembangkan cukup *feasible* dan layak untuk diajukan sebagai topik Tugas Akhir.

2.3.1. Prosedur Pengujian

Pengujian produk yang sudah dilakukan antara lain sebagai berikut.

1. Modul atau komponen yang digunakan adalah Raspberry Pi, *webcam*, arduino UNO, dan DC-to-DC *step down voltage regulator*. Untuk *webcam*, akan diuji terlebih dahulu pada komputer atau komputer jinjing untuk mengetahui apakah bisa atau tidak menerima suara pengguna.

2. Tahap pengujian selanjutnya adalah dua modul, yaitu Raspberry Pi dan *webcam*, bertujuan untuk mengklasifikasikan masukan suara dari *webcam* dengan menggunakan *machine learning model* yang terimplementasi di dalamnya.
3. Bila berhasil, data tersebut akan diberikan ke arduino UNO untuk mengetahui apakah kedua dapat berkomunikasi dengan hubungan UART atau tidak. Bila bisa, nantinya arduino UNO diuji kembali untuk mengetahui apakah gerakan servo bisa sesuai dengan logika *switch case* yang sudah dikodekan peneliti
4. Robot yang berhasil bergerak berdasarkan data dari Raspberry Pi dan *case* yang ditargetkan, maka keseluruhan modul sudah diuji dan dapat digunakan
5. Terakhir, pengujian *voltage regulator* akan menggunakan *multimeter* dan *power supply* untuk mengetahui apakah bisa menstabilkan dan menurunkan tegangan dari masukan atau tidak. Misalnya, tegangan awal 18V berubah menjadi 12V, maka modul dapat berfungsi dengan baik.

Untuk parameter yang digunakan adalah pergerakan sesuai dengan perintah yang diberikan pengguna. Robot yang dapat bergerak sesuai perintah dapat dikatakan lulus uji. Namun, bila pergerakan yang dilakukan tidak sesuatu atau bahkan tidak bergerak, maka robot masih belum lolos uji dan perlu ditinjau kembali untuk mengetahui celah dari kesalahan yang ada.

2.3.2. Analisis Toleransi

Dalam melakukan pengujian produk akan terdapat kondisi-kondisi yang kurang ideal sehingga mempengaruhi hasil akhir dari pengembangan robot. Salah satunya adalah tingkat kebisingan saat menggunakan produk dapat mempengaruhi robot untuk dapat mengklasifikasikan suara karena ada *noise* yang ikut sehingga susah untuk diterima dan diproses. Selain itu, volume dari suara juga dapat mempengaruhi keluaran dari robot tersebut. Apabila volume suara yang diberikan terlalu keras, maka suara akan pecah dan tidak bisa di klasifikasikan dan bila terlalu kecil, maka akan tidak tertangkap oleh *microphone* sehingga tidak bisa diproses lebih lanjut. Selanjutnya, dikarenakan robot bertujuan untuk digunakan oleh orang Indonesia dimana orang-orang Indonesia mempunyai aksan atau logat yang berbeda-beda maka akan cukup sulit untuk di proses oleh robot karena robot sendiri di atur atau di latih dengan menggunakan Bahasa Indonesia tanpa adanya logat. Dengan begitu, maka mungkin perlu dilakukannya berkali-kali memberikan perintah agar dapat ditangkap dan proses oleh

robot. Terakhir, jarak penggunaan robot sebaiknya digunakan dengan jarak yang cukup dekat dengan pengguna karena *webcam* yang dipakai oleh robot memiliki batasan jarak penerimaan masukan suara. Jika terlalu jauh, suara yang diterima akan kecil atau malah tidak terdeteksi sama sekali. Kemudian, bila terlalu dekat akan menimbulkan kekhawatiran mengenai robot yang terhambat melakukan proses suara akibat suara yang pecah.

2.3.3. Pelaksanaan Pengujian

Dalam melakukan pelaksanaan pengujian dari produk *learning robot*, peneliti akan melaksanakan pengujian didalam ruangan dimana jika dilakukan dalam ruangan akan mengurangi tingkat kebisingan area sekitar sehingga robot dapat dengan lebih jelas menerima masukan suara dari pengguna. Kemudian, untuk tempat produk akan diuji diperkirakan akan diuji dilantai atau di meja dengan permukaan yang tidak terlalu licin. Ini dikarenakan jika pada produk diuji pada bidang yang licin, kaki dari robot ini tidak terlalu bisa menahan sehingga besar kemungkinan akan terjatuh. Tidak hanya itu, dilakukannya pengujian pada dua tempat tersebut karena kedua bidang tersebut merupakan bidang yang datar. Dengan dilakukannya pengujian pada bidang yang datar maka akan mengurangi kemungkinan robot terjatuh saat bergerak. Dan terakhir, saat melakukan pengujian, suara dari pengguna disarankan disesuaikan dengan kebutuhan sehingga tidak terlalu keras seperti berteriak atau kecil seperti sedang berbisik. Perlu disesuaikan juga dengan jarak antara pengguna dengan robot itu sendiri dikarenakan *microphone* yang digunakan adalah *microphone webcam* sehingga memiliki batasan jarak untuk dapat menerima masukan suara.

2.4. 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 pada dokumen B200 ini, kedua poin tersebut akan ditetapkan berdasarkan B100 juga tetapi dibuat lebih spesifik baik dari segi biaya maupun jadwal pengembangan produk.

2.4.1. Kebutuhan Biaya

Dari keseluruhan pengembangan produk *learning robot*, diperlukan biaya untuk berbagai kebutuhan. Kebutuhan-kebutuhan tersebut dibagi menjadi dua, yaitu kebutuhan biaya peralatan serta komponen dan honor untuk mengaji SDM eksternal. Namun, kebutuhan biaya yang akan di lampirkan pada bagian ini adalah spesifik pada komponen atau peralatannya dimana peneliti sudah memperkirakan yang akan dibutuhkan dan digunakan. Berikut adalah daftar kebutuhan biaya dalam pengembangan *learning robot*.

Tabel 2.5 Analisis Kebutuhan Biaya

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

2.4.2. 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 Gantt Chart dan Tabel Milestones & Deliverables.

Tabel 2.6 Gantt Chart Jadwal Pengembangan Produk

No.	Deskripsi	Waktu																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Studi Pustaka	█																	
2	Perumusan Masalah	█																	
3	Analisis Strategis					█													
4	Dokumen Proposal					█													
5	Analisis Standar									█									
6	Analisis Spek																		
7	Dokumen Spesifikasi																		
8	Analisis Desain																		
9	3D Mockup																		
10	Dokumen Perancangan																		

Tabel 2.7 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 Arduino program: 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