

DESAIN SISTEM GERAK ROBOT QUADRUPED BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN BLUEETOOTH HC-05

Endang Susanti¹ Hasbi Sagala²

*1,2Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Riau Kepulauan
E-mail: endang@ft.unrika.ac.id*

Abstrak

Robot adalah alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik baik melalui kontrol manusia maupun secara otomatis.. Salah satu contoh yaitu robot quadruped. Robot quadruped merupakan robot yang menirukan anatomi dari laba-laba dalam proses gerakannya. Pada perancangan robot quadruped menggunakan module bluetooth hc 05 sebagai pengontrol gerakannya yang disinkronkan dengan smartphone sebagai remote controlnya. Robot quadruped juga ditambahkan pengaman berupa sensor ultrasonik apabila terputusnya koneksi smarphone dengan robot quadruped, sensor ultrasonik mengambil peranan untuk menghindari halangan agar tidak terjadi kerusakan pada robot. Jarak maksimal dari module Bluetooth 10 meter, ketika lebih dari 10 meter, koneksi akan terputus dan tidak dapat tekoneksi kembali

Kata kunci: Teknologi, robot, quadruped, module bluetooth, sensor ultrasonik.

PENDAHULUAN

Robot adalah suatu alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia ataupun menggunakan program yang dirancang untuk gerakannya.

Banyak *robot* yang telah dibuat oleh para ahli untuk meniru bentuk anatomi makhluk hidup, salah satu yang paling digemari adalah *robot* berkaki. Berbeda dengan *robot* pada umumnya yang menggunakan roda, *robot* berkaki memerlukan perhitungan yang lebih kompleks untuk melakukan setiap pergerakannya. Salah satu pemanfaatan *robot* berkaki yaitu dalam industri adalah mampu melewati tempat-tempat yang tidak memungkinkan untuk menggunakan *robot* beroda, salah satu contohnya adalah menghindari rintangan yang berbeda-beda. *Robot quadruped* adalah *robot* yang menggunakan dua buah *motor servo* disetiap kakinya, sehingga pada *robot* ini membutuhkan delapan *motor servo* untuk setiap gerakannya dan setiap *motor servo* bergerak bersamaan serta memiliki kecepatan

yang sama sehingga dapat berpindah posisi.[1]

Karena pergerakan *robot* menggunakan empat buah kaki membutuhkan pengaturan yang lebih baik untuk kesinambungan gerakannya, sehingga pengaturan dari gerak dan kontrol kakinya harus di atus dengan baik agar gerak dari kaki *robot* berjalan dengan konstan.

Oleh sebab itu, berdasarkan pertimbangan di atas penulis mengadakan penelitian sebagai tugas dengan judul Perancangan sistem gerak *robot quadruped* berbasis *arduino* dengan komunikasi *bluetooth hc-05* .

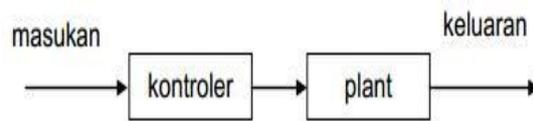
Pengertian Robot

Robot quadruped adalah *robot* yang meniru anatomi dari hewan laba-laba. Pergerakannya mengandalkan ke empat kakinya yang silih berganti berpindah. Berbeda dengan *robot* beroda yang hanya bisa milintas di jalur datar saja, *quadruped* dapat bergerak dan menghindari rintangan yang terjal dan tidak rata, sehingga

quadruped lebih banyak digunakan dari pada *robot* beroda walaupun gerakannya tidak terlalu cepat dibandingkan dengan *robot* beroda

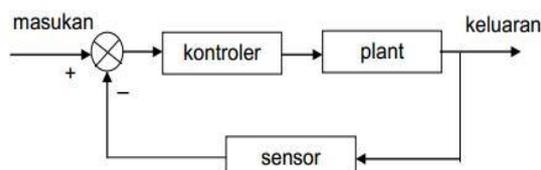
Sistem kendali atau sistem kontrol (*controller*) adalah suatu sistem yang bertujuan untuk mengendalikan suatu proses agar *output* yang dihasilkan dapat dikontrol sehingga tidak terjadi kesalahan dalam proses kerja alat yang dibuat. Dalam hal ini *output* yang dikendalikan adalah kestabilannya, ketelitian, dan keakurasian. Ada 2 jenis sitem kendali yaitu sistem kendali *loop* terbuka dan sistem kendali *loop* tertutup.

Pada sistem kontrol *Loop* terbuka, keluarannya tidak mempengaruhi *signal output* karena tidak ada *signal* umpan balik (*feedback*). Jadi pada *system control loop* terbuka ini *signal outputnya* tidak dapat digunakan sebagai perbandingan dengan *signal inputnya*. Akibatnya adalah ketetapan atau ketelitian dari *system* ini tergantung pada proses kalibrasi.[1]



Gambar 1. Sistem Kontrol *Loop* Terbuka[1]

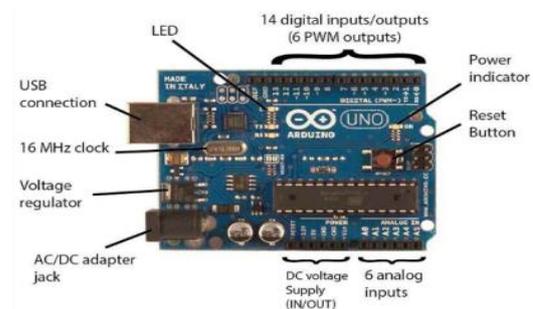
Sistem kontrol *Loop* tertutup atau disebut sistem kontrol umpan balik yang memegang peranan penting adalah *signal* kesalahan atau *error signal*, perbedaan antara *signal input* dengan *signal output* yang dikirimkan ke *mikrokontroler*.[1]



Gambar 2 Sistem Kontrol *Loop* Tertutup[1]

Arduino Uno

Arduino Uno adalah *board mikrokontroler* berbasis *ATmega328*. Memiliki 14 *pin input* dari *output digital* dimana 6 *pin input* tersebut dapat digunakan sebagai *output PWM* dan 6 *pin input analog*, 16 MHz *osilator* kristal, koneksi *USB*, *jack power*, *ICSP header*, dan tombol *reset*. Untuk mendukung *mikrokontroler* agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan *Board Arduino Uno* ke komputer dengan menggunakan kabel *USB* atau listrik dengan *AC* yang ke *adaptor-DC* atau baterai untuk menjalankannya. *Uno* berbeda dengan semua *board* sebelumnya dalam hal koneksi *USB-to-serial* yaitu menggunakan *fitur ATmega8U2* yang diprogram sebagai konverter *USB-to-serial* berbeda dengan *board* sebelumnya yang menggunakan *chip FTDI driver USB-to-serial*.[2]



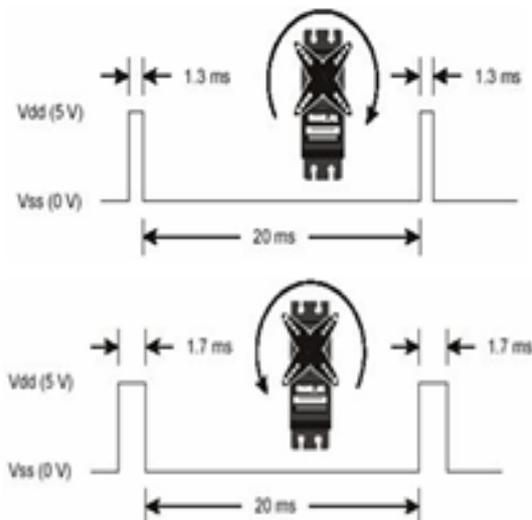
Gambar 3 *Arduino Uno*[2]

Motor Servo

Motor servo berbeda dengan *motor* DC dan *motor stepper*, tidak seperti kedua *motor* tersebut, *motor servo* tidak memerlukan rangkaian *driver* lagi karena *motor servo* telah memiliki rangkaian *driver* didalamnya. *Motor servo* adalah *motor* dengan *system closed feedback* di mana posisi dari *motor servo* akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada didalam *motor servo*. *Motor servo* terdiri dari sebuah *motor*, serangkaian *gear*, *potensiometer* dan rangkaian kontrol. *Potensiometer* berfungsi menentukan batas sudut dari putaran *servo*, sedangkan sudut dari sumbu *motor servo* diatur berdasarkan

lebar *pulse* yang dikirim melalui kaki *signal* dari kabel *motor servo*. [2]

Pengendalian gerakan batang motor servo dapat dilakukan dengan menggunakan metode PWM. (Pulse Width Modulation). Teknik ini menggunakan system lebar pulsa untuk mengemudikan putaran motor. Sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki *signal* dari kabel motor. Tampak pada gambar dengan pulsa 1.5 mS pada periode selebar 2 mS maka sudut dari sumbu motor akan berada pada posisi tengah. Semakin lebar pulsa OFF maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah jarum jam dan semakin kecil pulsa OFF maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah yang berlawanan dengan jarum jam. [2]



Gambar 4 Kondisi *motor servo* bergerak [2]

Sensor Ultrasonic

Sensor Ultrasonic adalah alat elektronika yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gelombang suara *ultrasonic*. *Sensor ultrasonic* terdiri dari dua bagian, yaitu bagian pemancar dan bagian penerima. *Sensor ultrasonic* bekerja dengan cara memancarkan suatu gelombang kemudian menghitung waktu pantulan gelombang tersebut. Gelombang *ultrasonic* bekerja pada frekuensi 20kHz sampai dengan 20MHz. Selama menunggu pantulan, *sensor*

ultrasonic akan menghasilkan sebuah *pulse*. *Pulse* ini akan berlogika *low* ketika suara pantulan terdeteksi oleh *sensor ultrasonic*, maka dari itu, lebar *pulsa* dapat mempresentasikan jarak antara *sensor ultrasonic* jarak antara *sensor ultrasonic* dengan obyek. Selanjutnya *mikrokontroler* cukup mengatur lebar *pulsa* tersebut dan melakukan konversi lebar *pulsa* ke jarak. [3]

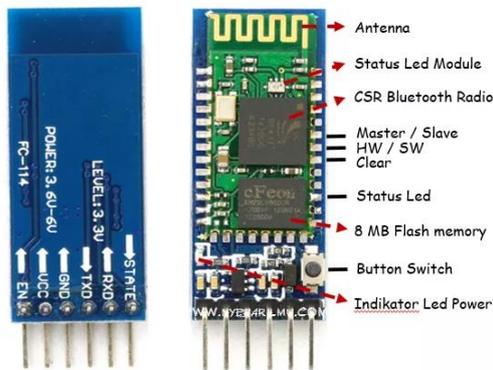
Perancangan *robot quadruped* menggunakan jenis *sensor ultrasonic type HC-SR04*. *Sensor* ini merupakan *sensor ultrasonic* yang siap pakai, salah satu alat yang berfungsi sebagai pengirim, penerima, dan pengontrol gelombang *ultrasonic*. Alat ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari diantara 2cm – 4m dengan akurasi 3 mm. 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 *signal* dari *sensor* dan *pin Echo* untuk menangkap *signal* pantul dari benda.



Gambar 5 Sensor ultrasonic HC-SR04 [3]

Module Bluetooth HC-05

Bluetooth adalah protokol komunikasi *wireless* yang bekerja pada frekuensi *radio* 2.4 GHz untuk pertukaran data pada perangkat bergerak seperti PDA, *laptop*, *handphone*, dan lain-lain. Salah satu hasil contoh *module bluetooth* yang paling banyak digunakan adalah tipe HC-05. *Module bluetooth* HC-05 terdiri dari 6 *pin* konektor, Jangkauan jarak efektif *module* jenis ini saat terkoneksi dalam *range* 10 *meter*, dan jika melebihi dari *range* tersebut maka kualitas konektivitas akan semakin kurang maksimal atau bisa juga akan terputus. [4]

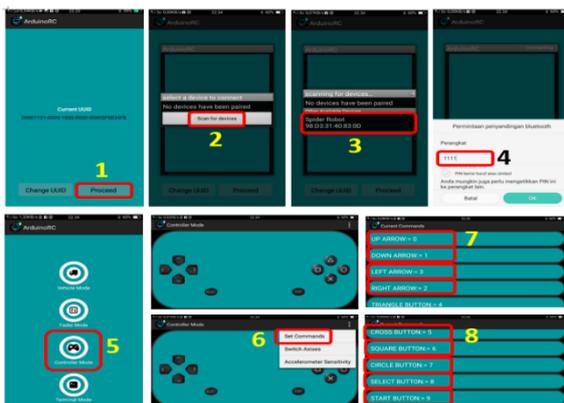


Gambar 6. Module bluetooth HC-05 [4]

Aplikasi Arduino Bluetooth Controller

Aplikasi *arduino bluetooth controller* merupakan aplikasi pendukung yang digunakan untuk mengoperasikan atau mengontrol gerak dari *robot quadruped* yang disambungkan dengan *module bluetooth HC-05*. Aplikasi dibuat sedemikian rupa sehingga *module bluetooth* dapat dengan mudah terkoneksi dan menu di dalam aplikasi ini cukup mudah dioperasikan.

Aplikasi *arduino bluetooth controller* bisa didapat dengan mudah dan *gratis* dengan mengunduh dari *playstore* pada setiap *smartphone* dengan kapasitas 4,2 Mb. Ketika membuka pertama kali, pada layar *smartphone*, aplikasi akan langsung mencari *module bluetooth* yang aktif untuk melakukan sinkronisasi. Kemudian *aplikasi* menunjukkan beberapa *toolbar* yang dapat digunakan.[5]



Gambar 7 Aplikasi arduino RC [5]

Toolbar tersebut adalah *vehicle mode*, *fader mode*, *controller mode*, dan *terminal mode*. Setiap bagian dari *toolbar* memiliki fungsinya masing-masing tergantung dari fungsi yang dibutuhkan dari alat yang dirancang. *Controller mode* adalah *toolbar* yang dipilih dalam perancangan ini.

Perhitungan Error

Pada sebuah alat khususnya pada alat yang memiliki fungsi pengukuran, pasti memiliki *error* dalam pengukurannya, tetapi, untuk memastikan alat tersebut, nilai *error* yang didapat harus sekecil mungkin. Berikut rumus perhitungan rata-rata *error* yang dapat digunakan:

$$\% \text{ rata-rata error} = \frac{\text{Nilai referensi} - \text{nilai aktual}}{\text{Hasil pengukuran}} \times 100\%$$

Dimana:

% rata-rata *error* : hasil persentasi dari *error* pengukuran

Nilai referensi : nilai yang didapat dari pengujian sebelumnya

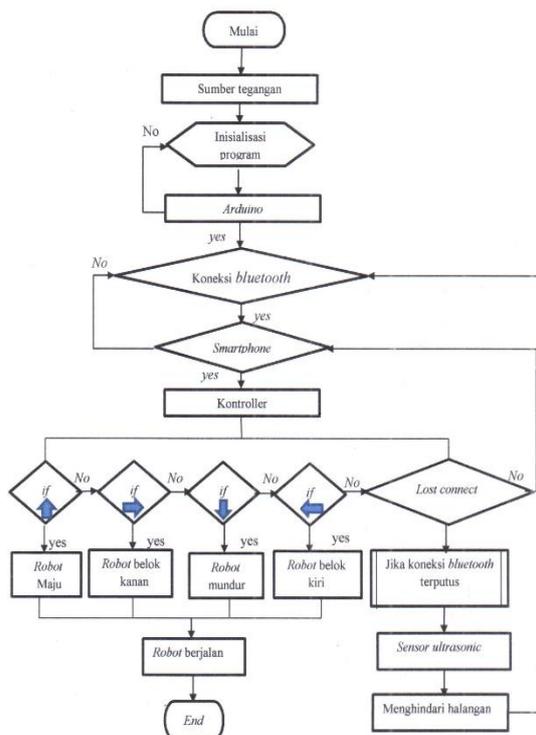
Hasil pengukuran : aktual pengukuran yang didapat

III. METODE PENELITIAN

Tujuan penelitian adalah untuk perancangan atau pembuatan *robot quadruped* dengan kontrol melalui *smartphone*. Pengembangan dilakukan pada *robot* agar setiap sistem gerak dapat dikontrol dengan otomatis. Proses pengembangan menggunakan perangkat *arduino* guna mempermudah pelaksanaan dari *program* yang akan dijalankan pada *robot quadruped*.

Pada penelitian dan perancangan memiliki pendekatan sistem berurutan, yaitu analisis kebutuhan, desain, proses (pengkodean), dan pengujian, sehingga dari

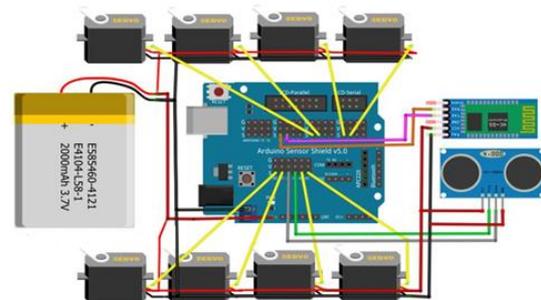
setiap langkah yang dilakukan dapat menghasilkan struktur kerja yang mudah dipahami dari setiap langkah yang telah disusun. Perancangan perangkat harus menggunakan pendekatan dan proses yang berurutan seperti analisis kebutuhan yang digunakan, perancangan sistem yang digunakan untuk pemecahan masalah, pengaplikasian perancangan serta proses pengujian yang akan menentukan akhir dari sebuah perancangan.



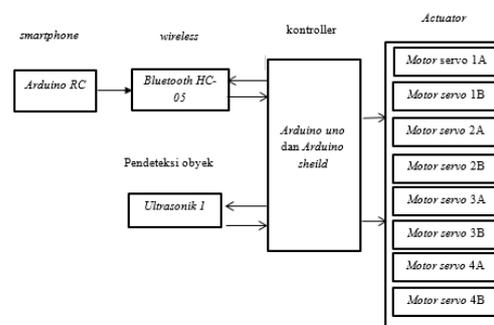
Gambar 8 Diagram alir

Perancangan *robot quadruped* ini menggunakan *arduino uno* sebagai *mikrokontrollernya*. Perancangan ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu sistem perancangan perangkat keras (*hardware*) dan sistem perancangan perangkat lunak (*software*). Perancangan perangkat keras terdiri dari rangkaian minimum *mikrokontroler*, rangkaian catudaya, rangkaian *sensor*, dan rangkaian penggerak. Perangkat keras mencakup seluruh bagian

perancangan dari seluruh *robot* yang berkaitan dengan bentuk nyata dari *robot*. Sementara perancangan perangkat lunak (*software*) menggunakan IDE (*Integrated Development Environment*). Menerapkan setiap langkah yang dibutuhkan untuk menggerakkan bagian – bagian dari *robot* dengan *program* yang disimpan didalam *arduino*.



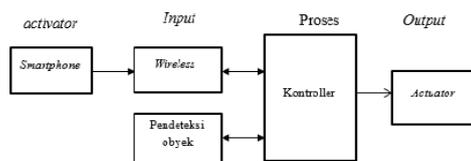
Gambar 9 Blok diagram secara khusus



Gambar 10 Blok diagram secara umum

perancangan sistem perangkat keras, koneksi dari setiap *pin* di hubungkan di *arduino shield*. Bermula dari sumber daya yang dihasilkan dari baterai yang disambung ke bagian dari *pin* untuk sumber daya yang ada di *arduino*, Delapan buah *motor servo* yang terpasang di setiap kaki dengan *pin positif* dari *motor servo* masuk ke bagian S yang tertulis pada *shield arduino* dan *pin negative* dipasang ke *ground*. Pada bagian *sensor*, yaitu *sensor ultrasonic* juga dipasang di *arduino shield* sama seperti *motor servo* tapi pada *sensor ultrasonic* lebih banyak *pin* yang terhubung yaitu *Vcc*, *Trig*, *Encho*, dan *GND*. Fungsi dari *sensornya* untuk menghindarkan *robot* dari tabrakan dari

benda yang didepannya, sekaligus sebagai pembantu dalam kontrol gerak dari *robot quadruped*. Sebagai kontrol penggerak utama menggunakan *module bluetooth*, *pin* pada *module bluetooth* dipasang di setiap komponen yang tersambung di dalam *robot*, yaitu *arduino shield*, *motor servo* dan *sensor ultrasonic*, dan terhubung ke sumber daya, tanpa sumber daya yang kuat, *module bluetooth* akan sedikit sulit untuk terhubung ke perangkat eksternal yaitu *smartphone*, karena *module* ini sedikit lebih banyak menggunakan sumber daya pada saat terhubung ke kontrol gerak.



Gambar 11 Koneksi bagian *robot quadruped*

Pengujian dan Pengambilan Data

Untuk mengetahui kinerja dari sebuah alat yang di rancang, maka dilakukan pengujian pada alat tersebut. Dari pengujian tersebut akan ditarik data untuk kemudian dilakukan analisa dan perbandingan agar dapat menarik kesimpulan dari tujuan penelitian. Dalam perancangan *robot quadruped* berbasis *arduino uno* dengan komunikasi *bluetooth* ini pengujian dilakukan dalam beberapa skema pengujian berdasarkan apa yang ada didalam tujuan penelitian. Bagian-bagian pengujian tersebut yaitu :

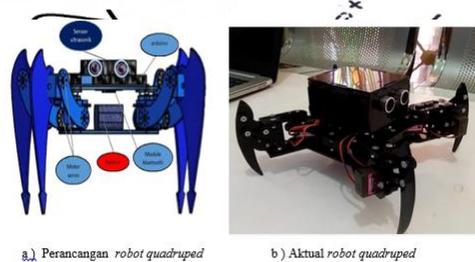
Pengujian *sensor ultrasonic*

Dalam pengujian perancangan ini, *robot* dipasang *sensor ultrasonic* sebagai pengendali halang. Fungsinya untuk menghindari penghalang di depan *robot* sehingga tidak menabrak sesuatu didepannya seperti dinding untuk mencegah *robot* mengalami kerusakan yang berarti. Data pengujian didapat dengan mengukur sejauh

mana *sensor* dapat bekerja dan berubah kearah mana *robot* yang lebih dominan. Pengujian dilakukan dengan beberapa kali percobaan dan merubah jarak pengujian sehingga dapat mengetahui *sensor* bekerja dengan semestinya

Pengujian pergerakan kaki *robot*

Pengujian pergerakan kaki *robot* ini bertujuan untuk mengetahui kerja dari setiap *motor servo* yang dipasang pada setiap kaki bekerja dengan baik atau tidak, karena *motor servo* adalah bagian yang paling utama dalam proses gerak dari setiap kaki yang digunakan oleh *robot quadruped*. Tujuan dalam pengambilan data dari gerakanya adalah untuk mengetahui *motor servo* yang dipasang berfungsi sesuai *program* yang telah disiapkan untuk setiap gerak kakinya, mengetahui putaran setiap *motor servo* yang dipasang, jika tidak langkah dari *robot* akan tidak *sinkron* dan bisa saja *robot* tidak dapat bergerak



a.) Perancangan *robot quadruped*

b.) Aktual *robot quadruped*

Gambar 12 gerak kaki robot

Pengujian komunikasi *bluetooth*

Bagian ini, komunikasi *module bluetooth* diuji. Pengujian pertama menyambungkan perangkat tambah berupa koneksi *bluetooth* yang disambungkan melalui sebuah *apliaksi* dari *smartphone*. Dalam proses koneksi memerlukan waktu dan jarak tertentu agar dapat menerima *sinkronisasi* antara *robot quadruped* dengan *smartphone*. Dalam pengujian fungsi *robot* digantikan oleh lampu *led*, yaitu dengan menggantikan perintah gerak *robot* menjadi fungsi untuk mematikan sebuah lampu *led*. Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui sejauh mana *module bluetooth* masih dapat bekerja dan keakurasian ketika nantinya

sensor di aplikasikan dalam *robot* yang bergerak semangkin jauh.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Prinsip kerja dari *robot quadruped* berbasis *arduino* dengan komunikasi *bluetooth* ini adalah dimana pada saat *push button* ditekan untuk mengalirkan daya ke *arduino*, *arduino* akan langsung merespon dan menjalankan perintah yang sudah diprogram didalamnya. Kemudian *module bluetooth* akan mencari perangkat *bluetooth* terdekat yang aktif dari *smartphone* untuk melakukan koneksi. Disaat *bluetooth* mencari perangkat dan pengkoneksian, *arduino* melakukan perintah lain yaitu perintah kepada *motor servo* untuk bersiap menerima perintah dari *controller smartphone*, dan ketika sudah tersambung *robot* siap diperintah untuk maju, mundur maupun berbelok. Ada saatnya koneksi *bluetooth* terputus dari *smartphone*, *arduino* akan menjalankan *sub-program* yang ada, yaitu ketika koneksi terputus dan berdekatan dengan dinding didepanya, *arduino* akan memberi perintah ke *sensor ultrasonic* yang terpasang untuk menghindari rintangan agar tidak terjadi benturan yang berakibat kerusakan pada *robot* tersebut.



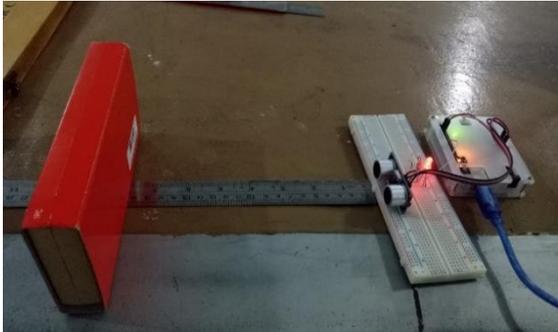
Gambar 14 proses koneksi *bluetooth*

Prinsip kerja dari *robot quadruped* berbasis *arduino* dengan komunikasi *bluetooth* ini adalah dimana pada saat *push button* ditekan untuk mengalirkan daya ke *arduino*, *arduino* akan langsung merespon dan menjalankan perintah yang sudah diprogram didalamnya. Kemudian *module bluetooth* akan mencari perangkat *bluetooth* terdekat yang aktif dari *smartphone* untuk melakukan koneksi. Disaat *bluetooth* mencari perangkat dan pengkoneksian, *arduino* melakukan perintah lain yaitu perintah kepada *motor servo* untuk bersiap menerima perintah dari *controller smartphone*, dan ketika sudah tersambung *robot* siap diperintah untuk maju, mundur maupun berbelok. Ada saatnya koneksi *bluetooth* terputus dari *smartphone*, *arduino* akan menjalankan *sub-program* yang ada, yaitu ketika koneksi terputus dan berdekatan dengan dinding didepanya, *arduino* akan memberi perintah ke *sensor ultrasonic* yang terpasang untuk menghindari rintangan agar tidak terjadi benturan yang berakibat kerusakan pada *robot* tersebut.

Pada *robot quadruped* disini berisi komponen-komponen pendukung seperti rangka sebagai pondasi utama untuk meletakkan komponen, *arduino* sebagai kontrol dan penyimpan program kerja, *motor servo*, dan disini juga terdapat *module Bluetooth* sebagai *module* untuk kontrol melalui *smartphone*, dan untuk *sensor ultrasonic* diletakkan dibagian atas *robot* agar pembacaan saat mengirim dan menerima pantulan dapat dengan baik diterima

Pengujian *sensor ultrasonic*

Sensor ultrasonic yang digunakan adalah *sensor* jenis HC-SR04 yang memiliki empat buah *pin*. *Pin-pin* tersebut yaitu *pin Vcc* sebagai sumber tegangan dc + 5v, *pin Trigger*, *pin echo* dan *pin ground*. *Sensor* akan mengirim signal *ping* pada benda di depannya kemudian *sensor* akan menerima pantulan dari signal *ping* yang dipantulkan tadi untuk memulai proses kerjanya, sehingga dapat diatur pada program sesuai kebutuhan.



Gambar 15 Pengujian sensor ultrasonik

Pengujian meliputi pengukuran jarak dari sensor ultrasonik dengan obyek penghalang. Indikasi yang terjadi adalah dengan ditunjukkan aktifnya lampu led 1 pada jarak 30 cm dan lampu led 2 pada jarak 20 cm. pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur manual yaitu penggaris agar diketahui perbedaan dari hasil pembacaan yang sensor lakukan dengan hasil yang dibaca pada penggaris. Hasil pengujian akan di tunjukan oleh tabel berikut:

Tabel 1. Hasil pengujian sensor ultrasonic

No	Bentuk halangan	Jarak sensor (cm)	Jarak aktual (cm)					Led 1	Led 2	Error %
			P1	P2	P3	P4	average			
1	Bola	10	9,2	9,7	9,8	9,4	9,53	ON	ON	4,75
		20	19,9	19,5	19,6	19,7	19,68	ON	ON	1,63
		30	29,1	29,8	29,6	29,9	29,6	ON	OFF	1,33
		40	39,4	39,7	39,8	39,6	39,63	OFF	OFF	0,94
		50	49,3	49,4	49,7	49,8	49,55	OFF	OFF	0,9
2	Balok	10	9,1	9,8	9,3	9,7	9,48	ON	ON	5,25
		20	19,4	19,6	19,7	19,3	19,5	ON	ON	2,5
		30	29,9	29,4	29,5	29,4	29,55	ON	OFF	1,5
		40	39,6	39,7	39,5	39,5	39,58	OFF	OFF	1,06
		50	49,9	49,5	49,8	49,2	49,6	OFF	OFF	0,8
3	Bola	10	9,7	9,6	9,5	9,8	9,65	ON	ON	3,5
		20	19,7	19,7	19,5	19,6	19,63	ON	ON	1,88
		30	29,8	29,4	29,6	29,5	29,58	ON	OFF	1,42
		40	39,7	39,3	40	39,7	39,68	OFF	OFF	0,81
		50	49,6	49,8	49,7	49,3	49,6	OFF	OFF	0,8
4	Zigzag	10	9,5	9,7	9,8	9,1	9,53	ON	ON	4,75
		20	19,7	19,4	19,6	19,2	19,48	ON	ON	2,63
		30	29,9	29,8	29,6	29,7	29,75	ON	OFF	0,83
		40	39,7	39,4	39,9	39,4	39,6	OFF	OFF	1,00
		50	49,8	49,5	49,6	49,6	49,63	OFF	OFF	0,75
5	Gelombang	10	9,8	9,9	9,9	9,7	9,83	ON	ON	1,75
		20	19,8	19,7	19,8	19,8	19,78	ON	ON	1,13
		30	29,7	29,9	29,7	29,8	29,78	ON	OFF	0,75

Dari hasil pengujian sensor ultrasonik yang dilakukan pada tabel, diketahui bahwa terjadi perbedaan dari nilai yang dibaca sensor dengan aktual yang didapat dengan pengukuran penggaris, ada selisih jarak terjadi sehingga perbedaan itu disebut sebagai error. Error didapat dengan menggunakan rumus persamaan yaitu dengan membagi data aktual dengan data pembacaan sensor sehingga didapat hasil error yang terjadi.

Pengujian yang dilakukan menggunakan rumus dari persamaan untuk menghitung rata-rata error dipergunakan rumus :

% rata-rata error =

$$\frac{\text{nilai referensi} - \text{nilai aktual}}{\text{nilai referensi}} \times 100$$

Salah satu contoh menggunakan halangan berupa balok dengan jarak 30 cm dan didapat hasil sebagai berikut :

$$\% \text{ rata-rata error} = \frac{30 - 29,55}{30} \times 100\%$$

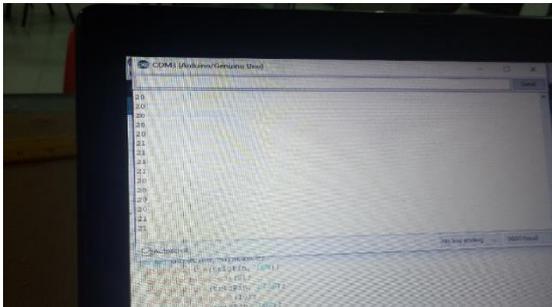
$$\% \text{ rata-rata error} = \frac{0,45}{30} \times 100\%$$

$$\% \text{ rata-rata error} = 0,015 \times 100\%$$

$$\% \text{ rata-rata error} = 1,5 \%$$

Dalam perhitungan yang dilakukan, halangan yang digunakan berupa balok dan benda bergelombang, pembacaan sensor yang lebih baik adalah pada benda bergelombang karena pada pembacaan benda bergelombang pengiriman dan penerimaan signal lebih cepat diterima

sensor ultrasonic. Keseluruhan pengujian tabel 3.3 yang dilakukan didapatkan hasil bahwasanya pengujian bentuk halangan benda bergerlombang lebih baik dapat pembacaan jarak *sensor* dibandingkan dengan bentuk lainnya.



Gambar 16 Pembacaan jarak *sensor ultrasonik* di laptop

A. Pengujian pergerakan kaki robot

Motor servo yang dipasang pada setiap bagian lengan dan kaki robot memungkinkan robot untuk bergerak, tetapi perlunya keselarasan pada saat robot bergerak akan kesenjangan pergerakan yang dilakukan robot terkontrol dengan baik. Pengaturan dari gerak *servo* pada robot sangat perlu diperhatikan, hal ini karena berkaitan langsung dengan keakurasian dari hasil apakah robot dapat bergerak dan berjalan.

Gerak kaki robot adalah bagian paling utama pada robot, karena setiap perpindahan tempat dari robot dimulai dari setiap langkah robot. Pada gerak robot memerlukan gerakan yang diatur agar tidak terjadi kesalahan pada saat robot berjalan.

Program yang dipasang robot yang diperintahkan melalui *arduino* harus tepat sesuai dengan kontrol dari *motor servo*, karena jika tidak tepat robot bisa jadi tidak pada berjalan, mungkin juga dapat merusak dari bagian robot itu sendiri. Berikut ini wiring dari pengujian *motor servo* pada lengan dan kaki robot *quadruped*.



Gambar 17 Pengujian gerak kaki robot

Pengujian yang dilakukan adalah mengetahui seberapa baik *motor* berputar saat robot menggerakkan lengan dan kakinya, dan mengetahui perbedaan tegangan saat robot diam dan saat robot berjalan. Hasil pengujian akan ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2. Hasil pengujian *motor servo* pada kaki robot

No	Posisi Robot	Bagian Motor	Putaran motor CW/CCW	Tegangan awal (V)	Tegangan ketika berjalan (V)
1	Maju	A1	CW	4 v	3,4 v
		A2	CW	4 v	3,4 v
		C1	CW	4 v	3,4 v
		C2	CCW	4 v	3,4 v
		B1	CW	4 v	3,4 v
		B2	CW	4 v	3,4 v
		D1	CCW	4 v	3,4 v
		D2	CW	4 v	3,4 v
2	Mundur	A1	CCW	4,2 v	3,7 v
		A2	CW	4,2 v	3,8 v
		C1	CW	4,2 v	3,8 v
		C2	CW	4,2 v	3,8 v
		B1	CW	4,2 v	3,8 v
		B2	CCW	4,2 v	3,8 v
		D1	CW	4,2 v	3,8 v
		D2	CW	4,2 v	3,8 v
3	Belok Kanan	A1	CW	4,8v	4 v
		A2	CCW	4,8v	4 v
		B1	CW	4,8v	4 v
		B2	CW	4,8v	4 v
		C1	CW	4,8v	4 v
		C2	CW	4,8v	4 v

Pada pengujian yang dilakukan sumber tegangan yang digunakan memiliki peranan yang sangat penting pada pergerakan *motor*, karena pada pengujian yang dilakukan ketika *robot* berjalan, seiring berjalannya waktu pergerakan *robot* mulai melambat sehingga pergerakan *robot* tidak maksimal. Perlunya pengisian ulang daya baterai secara berkala agar *robot* tetap dapat bergerak dengan maksimal.

Pengujian komunikasi *bluetooth*

Pengujian *bluetooth* dilakukan guna mengetahui seberapa jauh efisiensi dari *Bluetooth* saat berkerja dan berapa jauh jangkauan jarak yang dari *module bluetooth* masih dapat tersambung dengan *smartphone*. Pengujian menggunakan perumpamaan untuk menghidupkan sebuah lampu *led* yaitu untuk menghidupkan dan mematikan lampu *led*. Dalam pengujian yang dilakukan untuk mengetahui secepat apa koneksi *bluetooth* dengan *smartphone*

Tabel 3. Hasil pengujian *module bluetooth*

No	Jarak (Meter)	Kondisi tanpa halangan		Kondisi dengan halangan		Lampu Led ON/OFF	Error %
		Pairing time (detik)	Status bluetooth	Pairing time (detik)	Status bluetooth		
1	1	2,09	Terhubung	3,44	terhubung	ON	-
2	2	3,25	Terhubung	4,41	terhubung	ON	-
3	3	4,84	Terhubung	5,12	terhubung	ON	-
4	4	5,59	Terhubung	6,84	terhubung	ON	-
5	5	6,28	Terhubung	7,03	terhubung	ON	-
6	6	7,25	Terhubung	7,91	terhubung	ON	-
7	7	7,75	Terhubung	8,78	terhubung	ON	-
8	8	8,78	Terhubung	9,27	terhubung	ON	-

Dari tabel pengujian yang dilakukan diketahui bahwa *module bluetooth* bekerja cukup baik dengan jarak yang lumayan jauh, dan tidak membutuhkan waktu yang lama untuk proses koneksi dari *module bluetooth* ke *smartphone*. Tetapi jarak maksimalnya hanya mencapai jarak 10 meter saja, lebih dari itu, *bluetooth* akan sedikit sulit untuk terhubung dan bisa saja tidak dapat terhubung sama sekali.

Pada saat *module bluetooth* di uji, ada beberapa saat *module bluetooth* tidak dapat terhubung walau dari jarak dekat, kemungkinan ada gangguan dari *sinyal* yang dikirim dari *module bluetooth* saat penyambungan dilakukan, sehingga perlu pengulangan percobaan penyambungan hingga *bluetooth* benar-benar tersambung. Daya baterai juga sangat berperan aktif dalam penggunaannya, karena jika kekurangan daya atau melemahnya sumber tegangan akan mengakibatkan terputusnya koneksi dengan sendirinya. Sehingga perlunya tegangan untuk membuat *bluetooth* agar bekerja dengan baik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil perancangan yang dilakukan untuk menjawab permasalahan yang ada yaitu bagaimana cara gerak *robot quadruped* dan seberapa jauh jarak *module bluetooth* dapat bekerja ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Cara gerak *robot quadruped* yang dibantu *sensor* dan *bluetooth* adalah dengan

pengaturan menggunakan *arduino uno* yang dikoneksikan ke setiap bagian dari *robot quadruped* seperti *motor servo* pada setiap kaki *robot*, *sensor ultrasonic*, *module bluetooth* dan baterai sebagai sumber tegangan. *Robot quadruped* menggunakan dua buah *program* kerja, yaitu menggunakan *smartphone* yang dikoneksikan melalui *module bluetooth* yang ada pada *robot* dan menggunakan *sensor ultrasonic* sebagai pengaman ketika koneksi kontrol dari *smartphone* terputus. *Arduino RC* yang di *download* di *playstore* pada *smartphone* adalah sebagai kontrol penggerak *robot* untuk memerintah *robot* untuk bergerak maju dan berbelok. Pada saat pengontrol menggunakan *smartphone*, gerak *robot* membutuhkan jeda waktu beberapa saat sebelum benar-benar bergerak. Itu terjadi karena proses pembacaan *program* gerak *robot*. Ketika *robot* berjalan kemudian koneksi kontrol dari aplikasi *arduino RC* pada *smartphone* terputus dengan *module bluetooth* yang di *robot*, *sensor ultrasonic* akan mengambil peranan gerak dari *robot*, *robot* akan tetap maju bergerak dan ketika berjarak 30 cm dari halangan, *robot* akan berbelok secara *otomatis* ke arah kiri. Hal itu untuk melindungi *robot* dari kerusakan akibat tabrakan dengan halangan.

2. Jarak maksimal pembacaan dari *module bluetooth* saat terkoneksi adalah 10 meter, hasil ini didapatkan dari pengujian yang dilakukan. Pengujian yang dilakukan dimulai dengan menghitung lama waktu antara *smartphone* dan *module bluetooth* terhubung. Jarak pengujian dimulai dari jarak terdekat yaitu 1 meter, kemudian berlanjut menjadi 2 meter, 3 meter, hingga sampai 10 meter. Ketika jarak pengujian 11 meter, koneksi dari *bluetooth* tidak dapat terhubung walau dengan percobaan beberapa kali dengan jarak yang sama.

Saran

1. Pergerakan *robot quadruped* lambat dalam bergerak, sehingga perlunya penambahan kecepatan dalam *motor* yang digunakan, terlebih lagi pada sumber daya untuk keseluruhan dari *robot* yaitu baterai. Perlunya pengecekan kapasitas yang baik dari baterai yang sesuai dengan komponen-komponen dari *robot*, karena ketika kondisi baterai mulai lemah gerak dari setiap *motor* akan melambat, itu berakibat pada gerak *robot* juga dan bisa jadi *robot* tidak mau merespon perintah yang dirikan kepadanya.
2. Karena jangkauan dari *module bluetooth* hanya dapat menjangkau sampai jarak 10 meter, sehingga perlunya penelitian dan perancangan yang lebih lanjut agar *robot* dapat menjangkau jarak yang lebih jauh, dan kontrol *smartphone arduino RC* yang digunakan memiliki jeda waktu beberapa detik sebelum *robot* menerima perintah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Andi Nalwan, “*Teknik Rancang Bangun Robot*”, Andi Offset, Yogyakarta: 2012
- [2] Andri Dewantoro. “Kontrol Kecepatan Robot Hexapod Pemadam Api Menggunakan Metoda *Logika Fuzzy*”. Universitas Andalas, Padang, 2015, Dari <https://www.google.com/search?q=hexapod>, {18 November 2018}
- [3] Budi Utama Admaja.” Rancang Bangun *Robot Quadruped* Pendeteksi Halangan Dengan Menggunakan *Logika Fuzzy*”. STIKOM, Surabaya, 2011, Dari [https://www.google.com/search?tbm=isch&q=gpio%20robotquaruped%20pi%](https://www.google.com/search?tbm=isch&q=gpio%20robotquaruped%20pi%20), {18 November 2018}
- [4] Cekmas Cekdin Dan Taufik Berlian, “*Rangkaian Litrik*”, Andi Offset, Yogyakarta : 2013

- [5] Kadir, Abdul, “Panduan Praktis Mempelajari *Aplikasi Mikrokontroler* Dan Pempogramannya Menggunakan *Arduino*”, Andi Yogyakarta, 2012.
- [6] Oppenheim And Allan V, “ Sinyal Dan Sistem Jilid 1. Vol 2”, Erlangga, Jakarta : 2000
- [7] Syahrul, “*Pemrograman Mikrokontroler AVR Bahasa Assembly Dan C*”, Informatika, Bandung : 2014.