

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SISTEM KENDALI LENGAN ROBOT MENGGUNAKAN *INTERFACE WIRELESS 2.4Ghz*

¹Anak Agung Gde Ekayana, ²I Gusti Ngurah Kade Ary P

¹Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Ganesha
Singaraja, Indonesia

²Jurusan Sistem Komputer, STMIK STIKOM Indonesia
Denpasar, Indonesia

e-mail: ekayana888@gmail.com

Abstrak

Mahasiswa sebagai pebelajar dalam kegiatan tersebut tentu menginginkan suatu yang menarik yang dikemas dalam proses pembelajaran, harapan mereka tidak lain agar dalam proses pembelajaran terjadi rasa ingin tahu dan memotivasi diri untuk dapat memahami lebih dalam (*deep understanding*) tentang materi perkuliahan yang diterima sehingga dapat diaplikasikan pada dunia kerja dan dunia industri. Perancangan *prototype* sistem kendali lengan robot menggunakan beberapa komponen yaitu Mikrokontroler ATmega 8 Motor Servo, Driver Motor, *Wireless* Joystik PS2, dan Baterai. Pengujian *prototype* sistem kendali lengan robot dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu pengujian tombol navigasi, pengujian motor dan pengujian gripper. Hasil pengujian memberikan hasil bahwa semua bagian sistem kendali lengan robot bisa dijalankan dengan optimal. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah terwujudnya model *prototype* sistem kendali lengan robot yang dapat dipergunakan sebagai media pembelajaran dalam matakuliah robotika.

Kata kunci: lengan robot, Mikrokontroler, *Wireless* Joystik

Abstract

Students as learners in such activities would want an attractive packaged in the learning process, their expectations are not any other order in the learning process takes curiosity and motivate yourself to be able to understand more deeply (*deep understanding*) about the lecture material received that can be applied to the working world and the industrial world. The design *prototype* robot arm control system uses several components, namely Microcontroller ATmega 8 Servo Motor, Motor Driver, *Wireless* Joystick PS2, and Batteries. Testing of *prototype* robot arm control system is done with several stages of testing the navigation keys, the motor testing and testing gripper. The test results provide results that all parts of the control system of the robot arm can run optimally. The results obtained from this study is the realization of a *prototype* model robot arm control system that can be used as a media of learning in robotics course.

Keywords: Arm Robot, Microcontroller, *Wireless* Joystik

PENDAHULUAN

Teknologi memiliki peran yang sangat penting. Peran teknologi telah banyak digunakan diberbagai kehidupan manusia saat ini. Semakin tingginya tingkat mobilitas masyarakat saat ini merupakan faktor dikembangkan teknologi yang lebih efisien. Pemanfaatan teknologi banyak dipergunakan dalam lingkungan masyarakat saat ini,

misalnya; lingkungan pendidikan sebagai media pembelajaran.

Teknologi dan media berperan penting dalam proses pembelajaran, jika pengajarannya berpusat pada guru, teknologi dan media digunakan untuk mendukung penyajian pengajaran. Di sisi lain apabila pengajaran berpusat pada mahasiswa, para mahasiswa merupakan pengguna utama teknologi dan media

(Smaldino, S. E., Lowther, D. L., & Russell, 2008).

Sesuai dengan kemajuan dan tuntutan zaman, Dosen dituntut memiliki kemampuan untuk memahami setiap karakteristik peserta didik dengan berbagai keunikannya agar bisa membantu mereka dalam menghadapi kesulitan belajar. Salah satu upaya dosen untuk mendukung dan mengoptimalkan proses pembelajaran yang menarik salah dengan melakukan inovasi pembelajaran. Pembelajaran inovatif adalah pembelajaran yang dikemas oleh pembelajar atas dorongan gagasan barunya yang merupakan produk dari *learning how to learn* dalam setiap langkah belajar sehingga bisa diperoleh kemajuan belajar yang optimal. Salah satu inovasi yang bisa dilakukan adalah dengan mengembangkan perangkat media pembelajaran.

Perkembangan dunia informasi dan teknologi merupakan pendukung untuk mengembangkan inovasi pembelajaran, khususnya pada pengembangan produk media pembelajaran. Makki & Makki (2012: 277) mengemukakan bahwa pemakaian teknologi dilakukan *to create exciting and creative learning environments where students teach and learn from each other, solve problems, and collaborate on projects that put learning in a real-world context.*

Pemanfaatan teknologi informasi tersebut bisa diupayakan untuk membuat sebuah media pembelajaran yang bisa membuat siswa aktif, kreatif dan inovatif melakukan proses belajar, agar peran siswa tidak hanya sebagai penerima melainkan juga secara aktif menggali dan membangun pengetahuan melalui pengalaman belajar yang bermakna (*meaningfull learning*).

(Reeves & Ph, 1998) menyatakan, untuk kepentingan pembelajaran, terdapat dua pendekatan pokok penggunaan teknologi (ICT, *Information & Communication Technology*), yaitu para mahasiswa dapat belajar “dari” teknologi dan “dengan” teknologi. Belajar “dari” teknologi dilakukan seperti pada penggunaan *computer-based instruction* (tutorial) atau *integrated learning systems*. Belajar “dengan” teknologi adalah penggunaan teknologi sebagai *cognitive tools* (alat bantu pembelajaran kognitif) dan penggunaan teknologi dalam lingkungan

pembelajaran konstruktivis (*constructivist learning environment*).

Pada perkembangan selanjutnya, karena pengaruh kemajuan aplikasi teknologi yang makin canggih, teknologi menjadi satu media dan alat yang dipandang sangat penting dan strategis untuk menunjang tercapainya tujuan reformasi pembelajaran. Teknologi yang baik dan memberi manfaat yang sangat besar baik dari pihak pengembangan maupun pihak pengguna adalah teknologi yang menekankan konten pada teknologi tersebut (Venkatesh, 2012).

Teknologi dalam pembelajaran diintegrasikan antara media dengan subjek, *objek, rules, community dan division of labor* yang saling terhubung satu dan lainnya, menghasilkan *outcomes* yang memiliki *higher literacy skills*. Pea (dalam (Makki & Makki, 2012) menyatakan bahwa teknologi dapat mendukung pembelajaran individu siswa dengan struktur inkuiri, menyediakan alat untuk berlatih, mengamati tahapan proses belajar, membimbing metakognitif dan aktifitas reflektif.

(Kanuka, Smith, & Kelland, 2013) dalam hasil penelitiannya menyatakan teknologi dalam pembelajaran memberikan pengaruh yang sangat penting kepada siswa untuk memperkaya pengetahuan, memberikan referensi terbaru dan sebagai alat praktek baik di dalam sekolah maupun di luar sekolah untuk mencapai tujuan yang diharapkan.

Hasil penelitian (Martin et al., 2010) menyatakan teknologi tidak sebatas perangkat lunak, perangkat keras atau komputer, sekarang ini bagaimana teknologi pembelajaran dapat dihubungkan ke dalam program pelaksanaan yang komprehensif sehingga memberi teknologi yang efektif bagi hasil belajar siswa.

(Roslinda Alias, Nor Aziah Alias, Abu Bakar Ibrahim, & Jamizan Jalaluddin, 2013) mengungkapkan bahwa secara umum, teknologi pembelajaran bukanlah sebuah perangkat teknologi semata tetapi juga pengetahuan dari *hardware* dan *software* yang didesain atau yang digunakan untuk membantu kebutuhan pebelajar dengan demikian harapannya siswa semakin bersemangat dan kreatif dalam

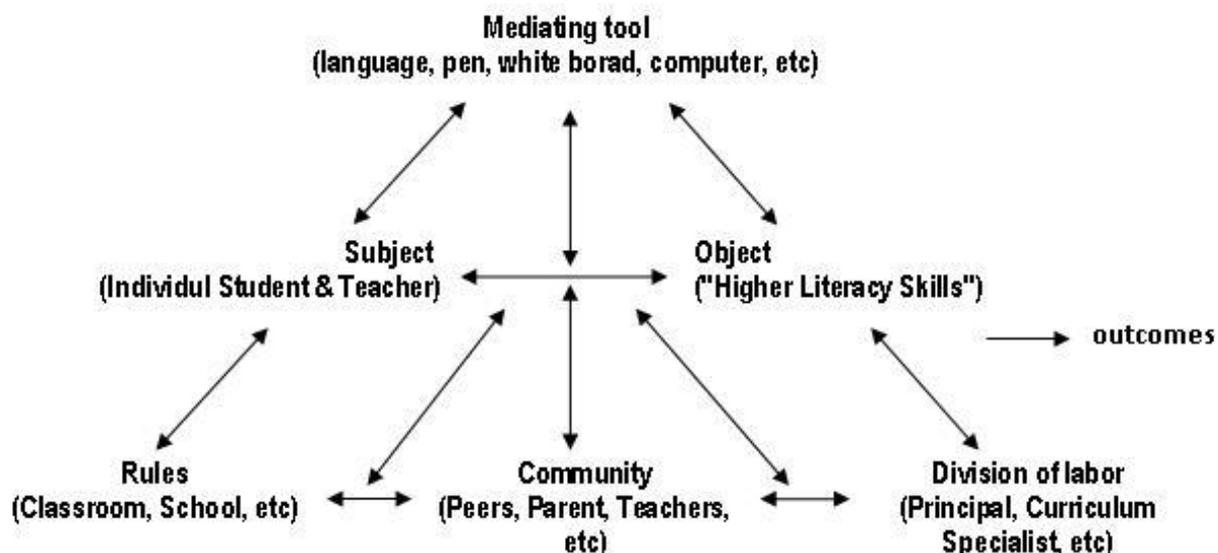
pembelajaran untuk mencapai hasil yang optimal.

Pendidikan Teknik Elektro adalah salah satu jurusan dimana proses pembelajaran dilakukan, sebagai salah satu pilihan jurusan pendidikan tentunya kegiatan perkuliahan yang diberikan kepada mahasiswa harus mempunyai dan memiliki kualitas yang positif, baik dari segi pengajar, fasilitas perkuliahan maupun dari sistem akademik yang ada pada lembaga tersebut. Dosen merupakan pengajar profesional yang mentransformasikan pengetahuan kepada peserta didik (pebelajar), dosen dituntut memiliki ide-ide yang berinovasi untuk dapat mengemas pembelajaran agar menjadi lebih menarik, salah satu inovasi yang dapat pengajar berikan untuk menciptakan pembelajaran yang lebih menarik yaitu dengan media pembelajaran. Manfaat media pembelajaran dapat menjembatani persepsi antara pengajar dengan mahasiswa, sehingga misskonsepsi dalam kegiatan pembelajaran tidak terjadi.

Robotika merupakan salah satu mata kuliah wajib pada kurikulum PTE Konsentrasi

jaringan dan komputer, Matakuliah robotika menekankan pada aplikasi dari mikrokontroler itu sendiri. Menurut data observasi yang diperoleh pada saat pembelajaran, mahasiswa cenderung masih belum memahami manfaat real dari mikrokontroler. Hal tersebut merupakan kesenjangan yang berdampak menjadikan mahasiswa berfikir abstrak mengenai robotika dan implementasi robotika, apabila hal tersebut dibiarkan tanpa ada solusi, tentu kedepannya SDM muda dengan keahlian sistem komputer menjadi kurang maximal bisa bersaing dalam dunia kerja maupun industri.

Berdasarkan paparan diatas, maka diperlukan sebuah inovasi teknologi dalam bidang pendidikan yaitu media pembelajaran *prototype* sistem kendali lengan robot sebagai bentuk aplikasi nyata pemanfaatan teknologi, dikarenakan pemanfaatan sistem kontrol, dalam bidang robotika saat ini makin dikembangkan untuk dapat menghasilkan produk yang dapat mengefisienkan tugas manusia.



Gambar 1. Model integrasi teknologi dalam pembelajaran (Bellamy dalam Makki & Makki, 2012)

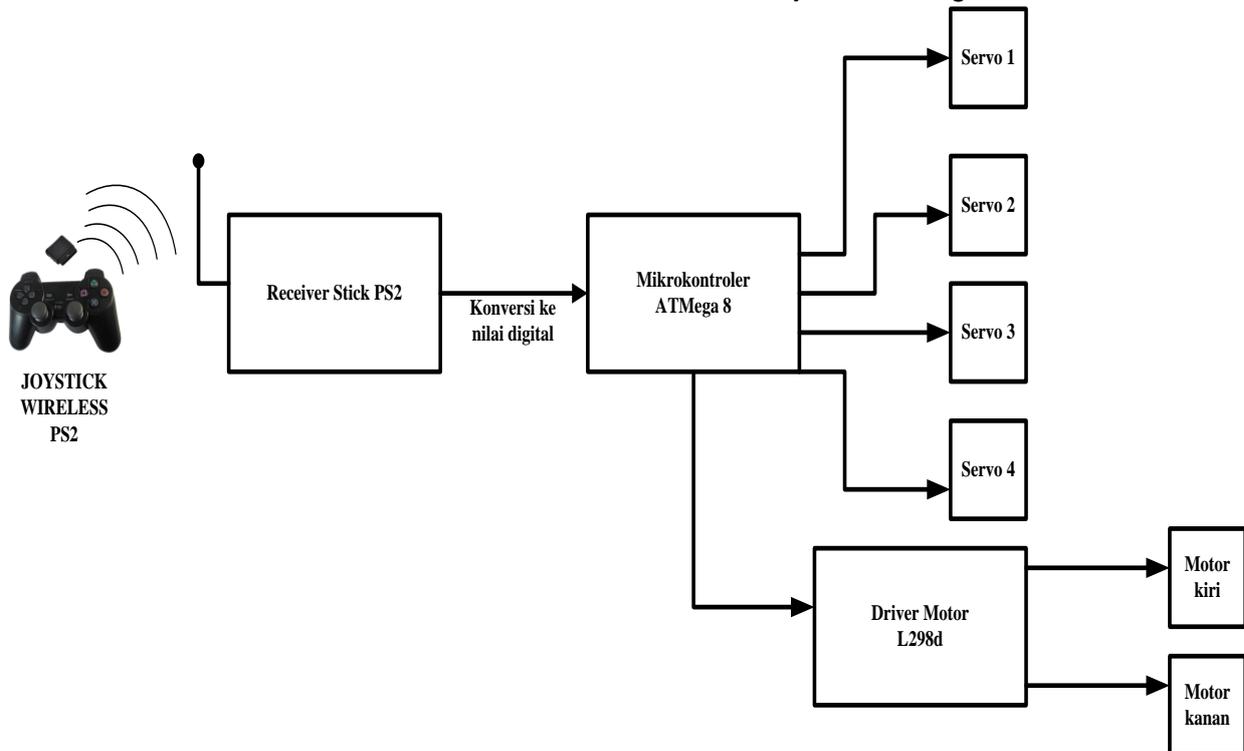
METODE

Perancangan media pembelajaran *prototype* lengan robot. dibagi menjadi dua bagian yaitu perangkat keras dan perangkat lunak. Perancangan perangkat keras terdiri

dari perakitan sistem mekanik yaitu kerangka, motor, gripper, kendali yang digunakan *wireless joystick* PS2 dan komponen lainnya. Sedangkan untuk perancangan perangkat lunak menggunakan

bahasa pemrograman dengan memanfaatkan tool Arduino IDE.

Blok diagram dari prototype lengan robot ditunjukkan oleh gambar 2.



Gambar 2. Blok diagram sistem

Pada gambar blok diagram diatas, dapat dijelaskan bahwa input dari robot menggunakan joystick wireless dengan frekuensi 2,4Ghz. Mikrokontroler yang digunakan yaitu Arduino Uno dengan output berupa motor DC untuk penggerak roda dan motor Servo untuk penggerak lengan robot.

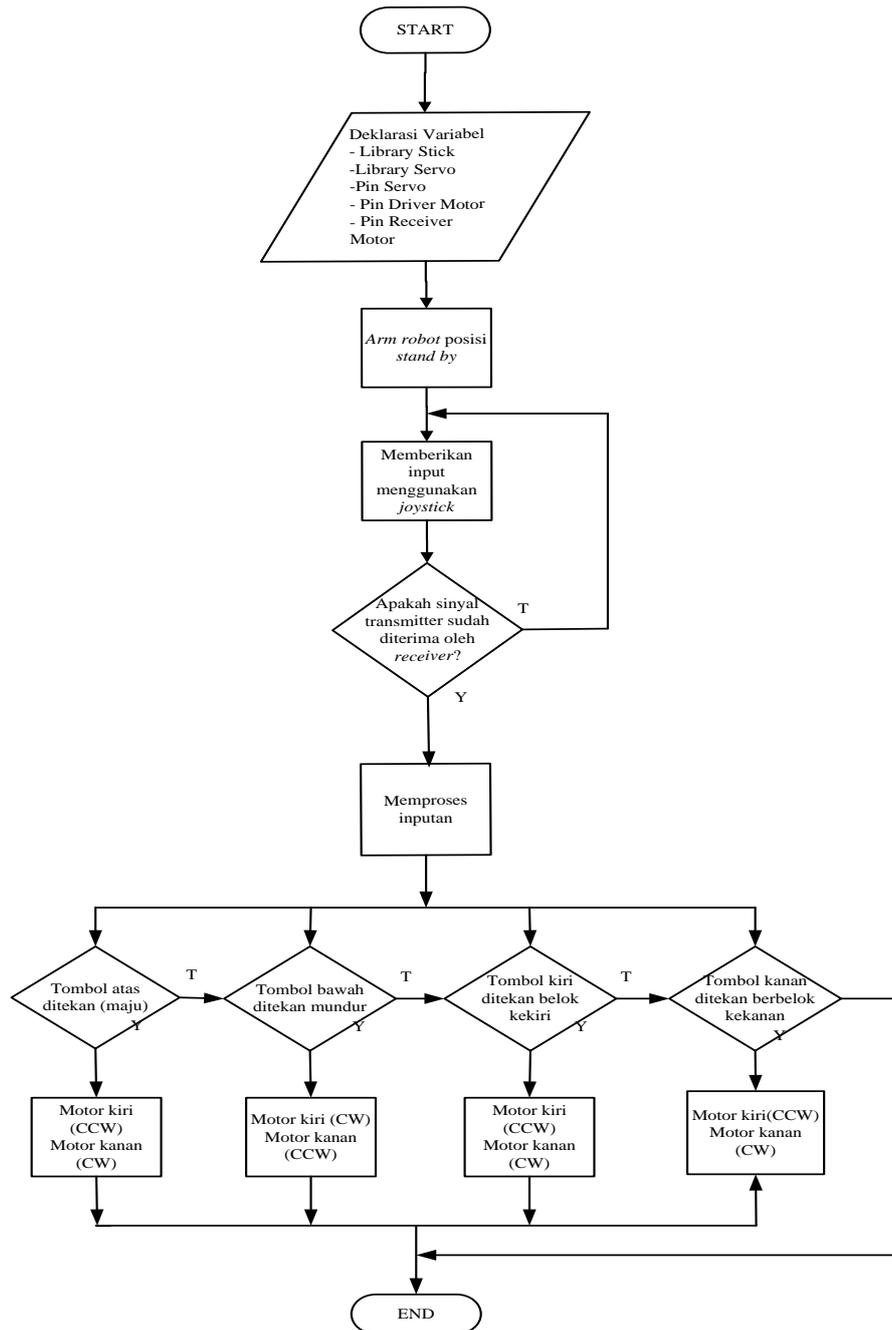
Catu daya yang digunakan untuk mengoperasikan lengan robot ini sebesar 12 Volt dengan menggunakan baterai Lippo. Joystick berfungsi penuh sebagai inputan ke lengan robot, setiap pergerakan robot nantinya disesuaikan dengan keadaan atau pengujian.

Perancangan algoritma pada lengan robot ini dibuat sedemikian rupa untuk dapat berfungsi sebagaimana mestinya pergerakan lengan robot. Algoritma dari pergerakan robot secara lengkap dituangkan pada flowchart pada gambar 3. Pada

flowchart tersebut di paparkan alur sistem kendali lengan robot. Setiap kemungkinan yang yang dapat terjadi pada robot akan di tulis pada flowchart, sehingga saat terjadi suatu permasalahan baru bisa cepat diatasi.

Pembuatan program untuk lengan robot ini menggunakan tool bawaan dari arduino itu yaitu Arduino IDE. Pemrograman lengan robot ini tetap mengaju pada alur flowchart yang sudah didefinisikan, sehingga langkah-langkah saat memprogram menjadi lebih terarah dan lebih efisien.

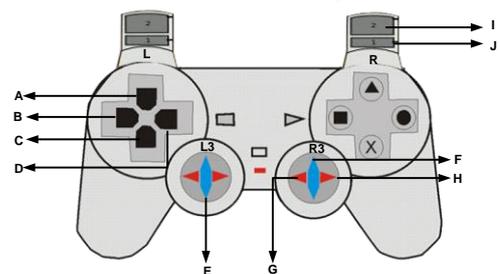
Pada gambar 3 merupakan alur *flowchart* dari media prototype lengan robot. Dijelaskan pada gambar tersebut, urutan bagaimana prototype lengan robot mulai diaktifkan hingga sampai digerakkan. Algoritma pergerakan lengan robot dijelaskan juga pada gambar flowchart diatas.



Gambar 3. Flowchart prototype lengan robot

Rancang Sistem Kendali Lengan Robot

Pengendalian pergerakan lengan robot ini menggunakan *wireless joystick*, sebagai tombol input perintah untuk menggerakkan komponen-komponen pada prototype lengan robot. Gambar 4 menjelaskan bagian *dari wireless joystick* sebagai sistem kendali dari prototype lengan robot.



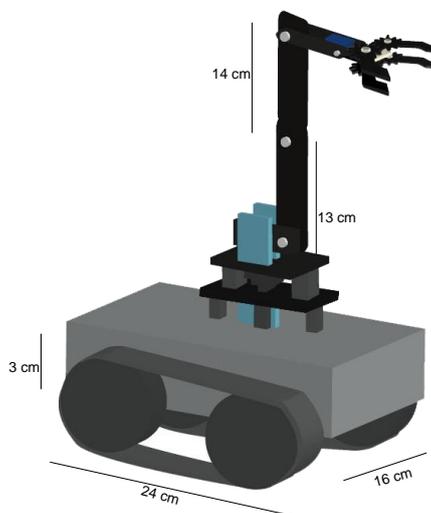
Gambar 4. Wireless joystick

Tabel 1. Keterangan tombol joystick

Perintah	Keterangan
Kendali roda lengan robot menggunakan tombol arah	A (UP) Maju B Kiri C (DOWN) Mundur D Kanan
Kendali servo lengan robot menggunakan tombol L3	E (DOWN) Turun
Kendali servo lengan robot menggunakan tombol R3	F (DOWN) Turun G Kanan H (UP) Naik
Kendali Gripper	I Membuka Gripper
Kendali Gripper	J Gripper menjepit

Desain Perancangan Lengan Robot

Perangkat keras lengan robot terdiri dari beberapa bagian, seperti terlihat pada gambar 5.



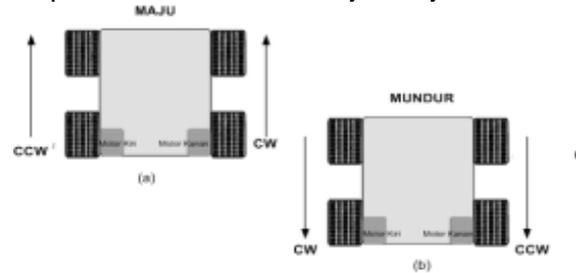
Gambar 5. Perancangan prototype lengan robot

Pada gambar 5 diatas adalah desain prototype lengan robot. Panjang lengan 8cm, panjang lengan atas 10cm, tinggi dudukan lengan bagian bawah 6cm, panjang bodi robot 25cm dan tinggi bodi robot 9cm. pada gambar diatas menggunakan 4 servo dan roda yang digunakan berupa roda tank.

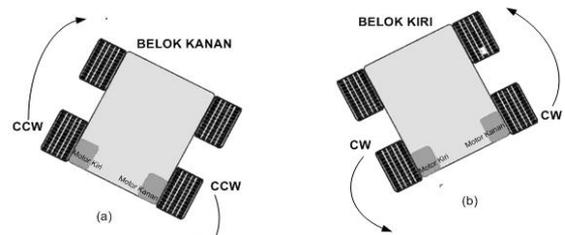
Navigasi Prototype Lengan Robot

Pada proses ini akan dijelaskan pergerakan komponen driver motor pada prototype lengan robot yang dikendalikan menggunakan *wireless joystick*.

Pada Gambar 6a adalah roda lengan robot bergerak maju. Ketika tombol arah atas pada joystick di tekan maka roda bergerak maju, motor kiri berputar berlawanan arah jarum jam dan motor kanan berputar searah jarum jam. Gambar 6b adalah pergerakan roda lengan robot mundur. Ketika tombol arah ditekan bawah maka motor kiri akan berputar searah jarum jam dan motor kanan berputar berlawanan arah jarum jam.



Gambar 6. Pergerakan maju (a) dan pergerakan mundur (b)



Gambar 7. Roda berbelok ke kiri (a) dan ke kanan (b)

Pada Gambar 7a adalah pergerakan roda berbelok ke kanan, ketika tombol arah kiri ditekan maka motor kiri berputar berlawanan arah jarum jam dan motor kanan perputarannya berlawanan arah jarum jam. Gambar 7b adalah pergerakan roda berbelok ke kiri, ketika tombol arah kanan ditekan maka motor kiri berputar searah jarum jam dan motor kanan berputar searah jarum jam.

Pada proses ini akan menjelaskan pergerakan servo pada lengan robot yang dikendalikan oleh *wireless joystick*.



Gambar 8. Perancangan prototype lengan robot

Pada gambar 8 adalah proses uji pemindahan benda berbentuk kubus. Tombol yang digunakan untuk menggerakkan lengan adalah tuas analog L3, sedangkan tombol untuk mengendali Gripper adalah R dan L. Awal mula kondisi lengan *stand by* kemudian menggerakkan tuas analog ke bawah untuk mendekati objek lalu menekan segitiga untuk mengambil benda tersebut setelah itu menekan tuas analog ke atas untuk menggerakkan lengan naik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian yang dilakukan pada prototype sistem kendali lengan robot ini bertujuan agar sistem yang dibuat dapat bekerja sebagaimana mestinya. Dalam proses pengujian ini dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu pengujian tombol navigasi, pengujian kesesuaian gerak dengan tombol navigasi, dan pengujian keseluruhan prototype lengan robot.

Berikut adalah pengujian tombol navigasi pada joystick, untuk memberikan perintah menggerakkan prototype lengan robot. Proses yang dilakukan adalah menekan tombol dan melihat bagaimana pergerakan lengan robot, apakah merespon atau tidak. Pada tabel 2 dipaparkan beberapa pengujian kondisi tombol navigasi untuk pergerakan lengan robot.

Tabel 2. Pengujian tombol joystick

No	Kontrol	Fungsi	Keterangan
1	R1	Servo 4	Gripper terbuka
2	R2	Servo 4	Gripper tertutup
3	Analog R3	Servo 2 & 3	Lengan bergerak turun
4	Analog R3	Servo 1	Lengan bergerak ke kiri
5	Analog R3	Servo 1	Lengan bergerak ke kanan
6	Analog L3	Servo 2 & 3	Lengan bergerak naik

No	Kontrol	Fungsi	Keterangan
7	Tombol navigasi atas	Kontrol motor DC	Roda bergerak maju
8	Tombol navigasi bawah	Kontrol motor DC	Roda bergerak mundur
9	Tombol navigasi kiri	Kontrol motor DC	Roda bergerak belok
10	Tombol navigasi kanan	Kontrol motor DC	Roda bergerak belok kiri

Setelah pengujian tombol navigasi selesai dilakukan, dilanjutkan dengan pengujian tombol untuk penggerak motor gripper, yang ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Pengujian gerak prototype lengan robot

Tombol yang digunakan	Pergerakan Lengan Robot			
	Servo 1	Servo 2	Servo 3	Gripper
R3 Naik	-	Ke bawah	Ke bawah	-
L3 Turun	-	Ke atas	Ke atas	-
R3 kanan	Memutar ke kanan	-	-	-
R3 kiri	Memutar ke kiri	-	-	-
R1	-	-	-	Membuka
R2	-	-	-	Menutup

Hasil pengujian pergerakan roda pada prototype lengan robot dengan menggunakan remote joystick ialah pergerakan roda dapat bergerak maju sesuai dengan lama nya penekanan pada *remote joystick*, tombol *back* ditekan maka robot bergerak mundur sesuai dengan durasi penekanan tombol, tombol left robot akan berbelok ke kiri dan tombol right robot akan berbelok ke kanan.

Hasil pengujian pergerakan robot mendapatkan hasil bahwa robot dapat bekerja sesuai inputan yang diberikan melalui wireless joystick dan jangkauan pergerakan robot lebih luas dikarenakan berbasis *wireless*.

Tabel 4. Pengujian pergerakan motor roda lengan robot

Tombol yang digunakan	Pergerakan/Putaran roda motor			
	Roda kanan depan	Roda kiri depan	Roda kanan belakang	Roda kiri belakang
Tombol ↑	Ke depan	Ke depan	Ke depan	Ke depan
Tombol ↓	Ke belakang	Ke belakang	Ke belakang	Ke belakang
Tombol →	Ke depan	Ke belakang	Ke depan	Ke belakang
Tombol ←	Ke belakang	Ke depan	Ke belakang	Ke depan

Berikut adalah pengujian konektivitas antara transmitter pada joystick dan receiver pada robot. Proses pengujiannya adalah dengan menghitung jarak, sejauh mana joystick dapat mengendalikan robot dan satuan yang digunakan adalah meter. Berikut adalah tabel pengujiannya.

Tabel 5. Pengujian jarak Rx dan Tx di ruang terbuka

No	Jarak	Keterangan	Hasil/respon
1	10 meter	Berhasil	± 0.15 detik
2	20 meter	Berhasil	± 0.73 detik
3	30 meter	Berhasil	± 1.90 detik
4	40 meter	Berhasil	± 3.01 detik
5	50 meter	Berhasil	Tidak ada respon
Rata-rata			± 1.44 detik

Pada pengujian tabel 5 didapatkan data bahwa pada jarak 10 meter sampai 40 meter robot masih dapat merespon, sehingga robot masih bisa bergerak dan mampu melakukan fungsinya tetapi ketika jarak > 40 meter terjadi *loss connection* dan robot tidak merespon.

Gambar 9 adalah hasil dari pengujian pergerakan robot di ruangan terbuka untuk dapat mengetahui kinerja dari robot tersebut. Pengujian dilakukan di area jogging taman kota Denpasar. Alasan pengujian dilakukan ditempat tersebut adalah untuk mengukur jarak konektivitas wireless dari prototype lengan robot.



Gambar 9. Pengujian robot di lapangan

Berikut ini adalah pengujian gripper untuk uji mengambil dan menggenggam benda. Proses pengujian ini dilakukan dengan 2 cara yaitu pengujian gripper capit 2 dan gripper capit 4.

Pengujian Gripper Capit 2

Pada pengujian ini gripper dikendalikan dengan joystick untuk mengambil benda berbentuk kubus dan menguji seberapa kuat genggamannya.

Pada gambar 10 adalah proses pengujian gripper capit 2 mengambil benda berbentuk kubus. Pada saat pengujian menggunakan gripper capit 2 mampu mengambil benda berbentuk kubus, hanya

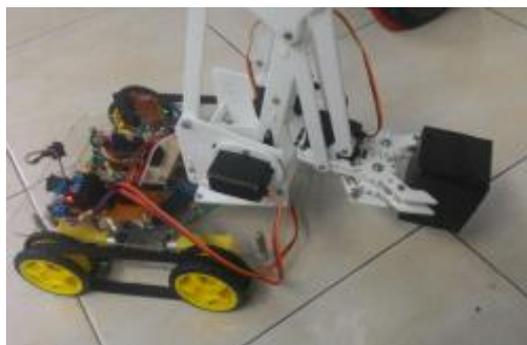
saja saat robot berpindah tempat, kekuatan jipitan gripper kurang kuat sehingga benda terlepas. Pengujian dilakukan berulang kali untuk dapat mengetahui hasil dari kekuatan gripper capit 2. Dikarenakan masih mengalami kekurangan saat robot bergerak, dimana benda terlepas dari genggaman gripper, maka diputusan untuk membuat gripper dengan capit 4.



Gambar 10. Pengujian gripper capit 2

Pengujian Gripper Capit 4

Pada pengujian selanjutnya gripper dirancang berbentuk capit 4 untuk menguji dan membandingkan kekuatan cengkraman dengan gripper capit 2.



Gambar 11. Pengujian gripper capit 4

Pada gambar 11 adalah proses pengujian gripper capit 4. Pengujian gripper ini mampu mencengkram dan menahan kubus dalam posisi tegak, sehingga ketika memindahkan kubus, gripper tetap dalam keadaan menggenggam karena pada bagian bawah terdapat bagian penahan yang mampu mencengkram benda lebih kuat dan stabil.

Dari dua pengujian gripper yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan yaitu

penggunaan gripper capit 4 lebih kuat dalam menggenggam objek, sehingga pada saat robot bergerak, benda tidak akan terlepas.

SIMPULAN

Perancangan prototype sistem kendali lengan robot ini terdiri dari beberapa tahap yaitu, merancang desain bentuk lengan robot, konfigurasi tombol navigasi pada wireless joystick PS, dan proses pengujian dari semua komponen prototype sistem kendali lengan robot.

Prototype Sistem kendali dapat dikontrol dengan menggunakan wireless joystick. Prototype lengan robot akan melakukan pergerakan ketika menerima inputan dari joystick yang kemudian perintah inputan tersebut diterima oleh receiver untuk menggerakkan lengan robot. Robot dapat merespon inputan dari joystick nilai rata-rata robot dapat merespon diruang terbuka adalah ± 1.44 detik dengan jarak 10m sampai 40m, sedangkan di ruang tertutup diberi penghalang robot dapat merespon dalam waktu ± 1.14 detik dengan jarak 1m sampai 7m. Pada proses pengujian, gripper capit 4 lebih baik pada saat menggenggam benda daripada gripper capit 2.

DAFTAR PUSTAKA

- Kanuka, H., Smith, E. E., & Kelland, J. H. (2013). An Inquiry into Educational Technologists' Conceptions of Their Philosophies of Teaching and Technology. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 39(2), 1–27.
- Makki, B., & Makki, B. (2012). The Impact of Integration of Instructional Systems Technology into Research and Educational Technology, 3(2), 275–280.
<https://doi.org/10.4236/ce.2012.32043>
- Martin, W., Strother, S., Beglau, M., Bates, L., Reitzes, T., & Culp, K. M. M. (2010). Connecting instructional technology professional development to teacher and student outcomes. *Journal of Research on Technology in Education*, 43(1), 53–74.
<https://doi.org/10.1080/15391523.2010.10782561>
- Reeves, T. C., & Ph, D. (1998). The Impact of Media and Technology in Schools. *A Research Report Prepared for the*

Bertelsmann Foundation University of Georgia Partnership for 21st Century Skills 2003 Learning for the 21st Century A Report and a Mile Guide for 21st Century Skills Washington, 49 p. Retrieved from <http://it.coe.uga.edu/~treeves/edit6900/BertelsmannReeves98.pdf>

- Roslinda Alias, Nor Aziah Alias, Abu Bakar Ibrahim, & Jamizan Jalaluddin. (2013). Proposed Technology Solutions for Special Educational Needs (SEN) Learners: Towards Inclusive Education in Malaysian Universities. *International Journal of Information and Education Technology*, 3(2), 206–210. <https://doi.org/10.7763/IJiet.2013.V3.265>
- Smaldino, S. E., Lowther, D. L., & Russell, J. D. (2008). *Instructional technology and media for learning*. Jakarta: Kencana Perdana Media Group.
- Venkatesh, V. (2012). CONSUMER ACCEPTANCE AND USE OF INFORMATION TECHNOLOGY: EXTENDING THE UNIFIED THEORY, 36(1), 157–178.