

# DESAIN ROBOT LENGAN RAKET DENGAN KOMBINASI AKTUATOR MOTOR DAN PNEUMATIK UNTUK MENDAPATKAN OPTIMASI PUKULAN

M. Khairudin<sup>1</sup>, Rustam Asnawi<sup>2</sup>, Samsul Hadi<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, FT, UNY

E-mail: moh\_khairudin@uny.ac.id

## ABSTRAK

Pada studi ini memaparkan desain robot lengan raket dengan aktuator motor dan pneumatik untuk menghasilkan optimasi pukulan *shuttlecock*. Studi ini dimulai dari mengidentifikasi analisis kebutuhan, simulasi, dan implementasi sistem sampai menghasilkan prototipe sistem, serta uji mutu sistem yang dihasilkan melalui serangkaian pengujian pada skala laboratorium. Hasil eksperimen menunjukkan desain dan rancang bangun robot dengan dua model lengan, yaitu lengan pemegang shuttlecock menggunakan pneumatik sedangkan lengan pemegang raket bawah menggunakan aktuator motor dan lengan pemegang raket atas dengan aktuator motor. Lengan pemegang shuttlecock telah berfungsi dengan tingkat keberhasilan 100 %. Sedangkan lengan raket bawah untuk menerima pukulan lawan hanya 70 % keberhasilannya.

**Kata Kunci:** desain, optimasi pukulan, robot lengan raket

## PENDAHULUAN

Robot lengan sebagai pembawa barang (*payload*) memiliki beberapa keunggulan dibandingkan conveyor, robot lengan dapat membawa beban dengan lokasi yang berpindah-pindah, berbahan material tipis, lebih ringan, lebih hemat dalam konsumsi daya, hanya memerlukan aktuator yang kecil, lebih mudah dioperasikan, serta lebih murah dalam proses manufacturing (Subudhi and Morris, 2002).

Pengoperasian robot lengan sehingga mendapatkan akurasi ketepatan waktu saat menerima objek, mengambil atau melakukan gerakan merespon terhadap objek seperti memukul (pada robot lengan raket) saat objek datang, hal ini menjadi tantangan tersendiri. Keakurasian ini sangat bergantung pada kehandalan jenis sensor dan aktuator yang handal. Sehingga diperlukan analisa dan pemilihan penggunaan sensor dan aktuator yang tepat agar menghasilkan gerakan robot lengan sesuai dengan harapan pengguna.

Kesalahan dalam memilih jenis aktuator maka menjadikan robot lengan tidak akan optimal dalam melakukan gerakan untuk mencapai targetnya. Penggunaan motor listrik dirasa kurang tepat sebagai aktuator robot

lengan pada jenis robot lengan raket. Oleh karena itu pada kesempatan ini akan didesain penggunaan pneumatik sebagai aktuator pada lengan robot lengan raket.

Pemilihan menggunakan robot lengan pada aplikasi yang praktis, karena jenis robot ini menyediakan banyak kelenturan dan fleksibilitas. Sehingga proses pengendalian dan menjaga keakuratan posisi kondisi lengan menjadi sangat menantang. Hal ini sangatlah penting untuk melacak sifat kelenturan alamiah dari bahan material yang tipis dengan model matematis (Mohamed dkk., 2005).

Perhitungan matematis kelenturan robot lengan satu-link juga telah dilakukan menggunakan metode *particle swarm optimization* (Alam and Tokhi, 2007). Sedangkan penguraian kelenturan dan karakteristik robot lengan dua-link telah dilakukan menggunakan metode *mode pengandaian* (Khairudin dkk., 2010). Sedangkan Tian dkk. (2009) juga telah melakukan perhitungan matematis menggunakan metode koordinat titik absolute untuk mengetahui kelenturan lengan pada robot lengan. Adapun untuk mengantisipasi kelenturan yang berlebih, telah dilakukan pengembangan proses pengendalian pada

robot lengan ini menggunakan system kendali kokoh (Olalla dkk., 2010).

Nurdinsidiq (2004) memaparkan salah satu sudut teknologi robotika yaitu teknologi robot yang memiliki kemampuan menghindari halangan (*obstacle avoidance robot*). Pengendalian lengan robot berbasis mikrokontroler at89c51 menggunakan transduser ultrasonik. Pengukuran jarak antara lengan dan objek yang menjadi target dengan metoda mengukur selang waktu penerimaan gema ultrasonik akan menghasilkan pengukuran yang cukup presisi (Firmansyah, 2000). Penggunaan metoda ini menuntut operator untuk mengatur nilai ambang untuk mendapatkan batas minimal kekuatan gema ultrasonik saat halangan telah terdeteksi. Pengaturan tersebut melalui potensiometer yang nilainya sering bergeser akibat bertambahnya umur sensor. Pengukuran dengan metoda ini juga menuntut mikrokontroler untuk melakukan proses menunggu datangnya gelombang pantulan. Waktu menunggu ini akan cukup mengganggu bagi mikrokontroler yang diberi beban tugas yang cukup kompleks seperti mengendalikan gerakan robot.

Teknik menurunkan persamaan gerak dinamika sistem, jumlah energi yang terkait dengan sistem robot lengan harus dihitung dengan menggunakan formulasi kinematika (Khairudin, dkk, 2014). Studi ini akan menyajikan langkah-langkah praktik dalam mendesain robot lengan raket untuk mengasilkan optimasi pukulan.

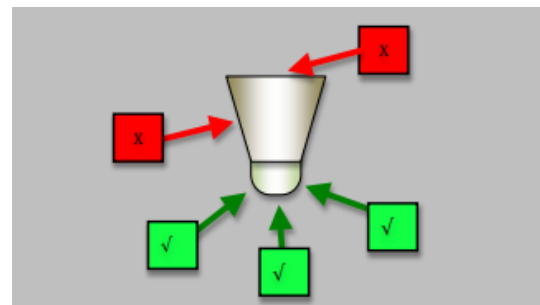
## METODE DESAIN

Sistem kerja robot lengan raket dengan dimensi robot yang berukuran panjang total 1100 mm, lebar 1100 mm dan tinggi 1400 mm ini adalah untuk dapat meakukan service. Robot ini diletakan pada area kuning atau area menerima service. Kemudian *shuttlecock* dimasukkan dalam lengan pemegang *shuttlecock*, setelah switch ditekan, pada sisi lengan pemegang *shuttlecock* bagian bawah akan membuka dan *shuttlecock* akan jatuh. Pada saat jatuh *shuttlecock* mengenai proximity sensor yang akan menggerakkan actuator raketnya. Jatuhnya *shuttlecock* harus masuk ke area target/ area lawan yang berada

di sekitar area service lawan atau di bagian kanan sisi lawan.

Studi ini menggunakan pendekatan penelitian *Research and Development*. Dalam pelaksanaannya, terdapat tiga tahap yang dilakukan yaitu, (1) tahap pengembangan desain produk robot lengan raket (2) tahap pengembangan aktuator pneumatik untuk optimasi pukulan. (3) tahap tiga adalah pengujian sistem hasil desain dan rancang bangun di lapangan badminton berukuran standar internasional. Pada tahap pengembangan produk, proses yang dilakukan adalah mengembangkan hardware dan software robot lengan dengan berbagai komponen pendukungnya.

Adapun *shuttlecock* yang digunakan memakai standar yang diberlakukan oleh fererasi badminton dunia. Posisi *shuttlecock* yang dibenarkan untuk dipukul adalah seperti terlihat pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Posisi *shuttlecock* yang boleh dipukul

Langkah kerja pertama yang dilakukan adalah *shuttlecock* dimasukkan ke dalam tabung *shuttlecock*, setelah tombol ditekan akan menjadikan sisi tabung bagian bawah akan membuka dan *shuttlecock* akan jatuh. Pada saat jatuh *shuttlecock* mengenai proximity sensor yang selanjutnya akan menggerakkan actuator raket.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada studi ini dilakukan rancangbangun robot lengan raket agar dapat melakukan service *suttlecock* kepada lawan dengan desain seperti Gambar 2 berikut:



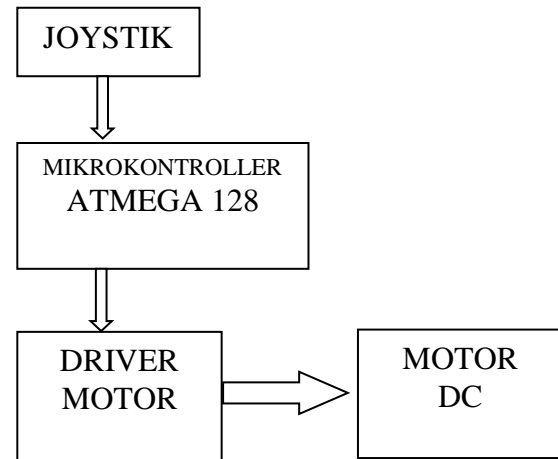
**Gambar 1. Desain Robot Lengan Raket**

Adapun spesifikasi robot lengan raket yang didesain seperti terlihat pada Tabel 1 berikut:

**Tabel 1. Spesifikasi Robot Lengan Raket**

No	Spesifikasi	Keterangan
1	Panjang	1100 mm
2	Lebar	1100 mm
3	Tinggi	1400 mm
4	Struktur bahan	Alumunium <i>profile</i> , Acrylic, Besi, Nilon, Karet
5	Baterai	24 V ,8 AH

Adapun sistem pengolah data pada robot lengan raket dengan menggunakan IC AT mega 128 sebagai ADC yang mendeteksi sinyal analog joystick serta sebagai generator pulsa PWM. Selanjutnya sinyal-sinyal digital PWM digunakan untuk mengendalikan motor-motor penggerak dan PWM pengontrol servo. Sumber tegangan yang digunakan untuk mencatu rangkaian dan motor penggerak adalah lipo battery dengan kapasitas 24 volt, 8 AH. Adapun blok diagram skematik robot seperti terlihat pada Gambar 2 berikut:

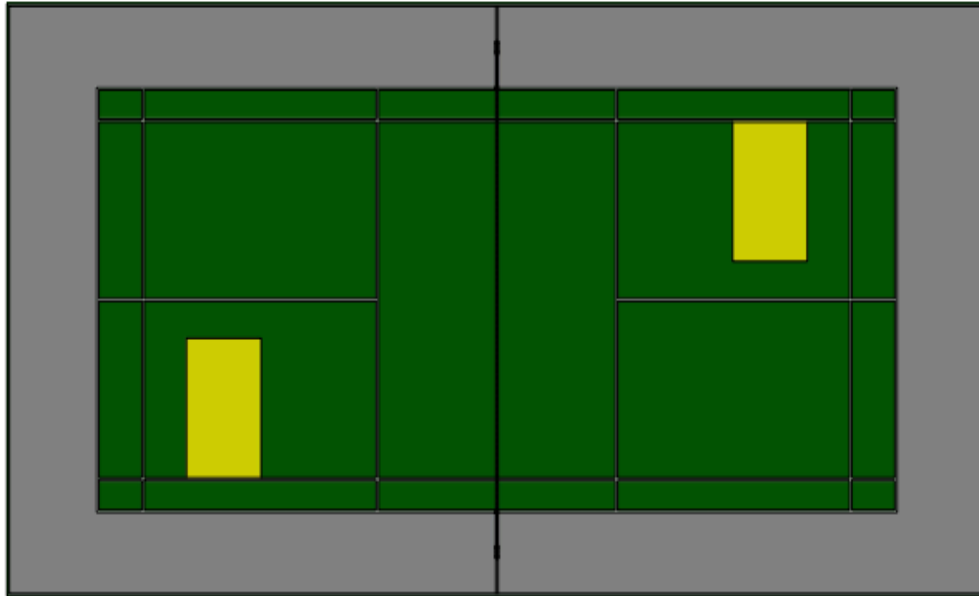


**Gambar 2. Blok Diagram Skematik Robot Lengan**

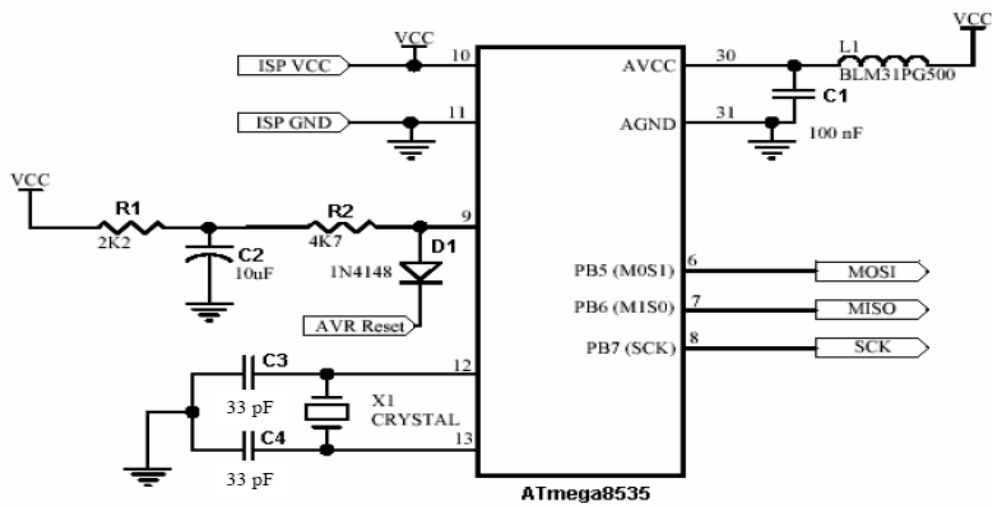
Pemasangan rangkaian elektronik diletakkan menyatu pada badan robot dengan perlindungan kotak dari papan acrylic. Sehingga bila terjadi guncangan akibat gerakan robot maka tidak akan memberikan pengaruh terhadap komponen atau rangkaian tersebut.

Dalam perancangan robot lengan raket ini memerlukan perhitungan strategi khususnya untuk memenangkan pertandingan sesuai dengan peraturan permainan badminton pada umumnya yang telah ditentukan. Strategi desain yang digunakan adalah robot manual 1 dapat menservice kock kepada lawan dan robot manual 2 dapat mengembalikan kock.

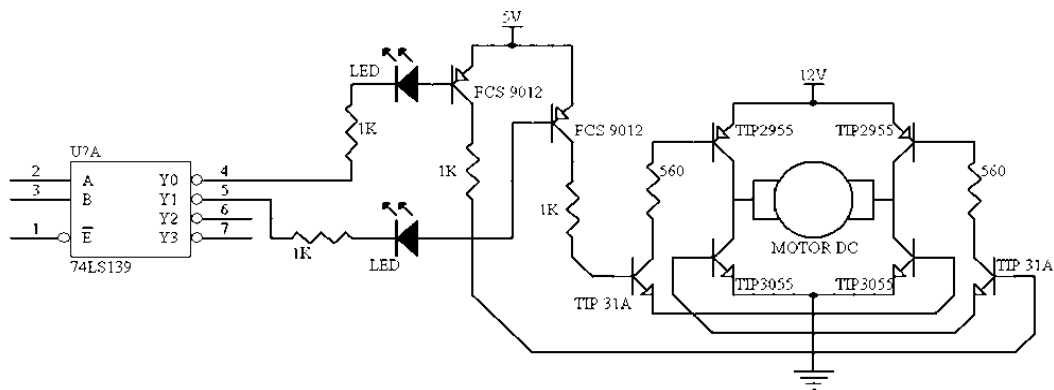
Lapangan yang digunakan untuk ujicoba robot lengan raket adalah lapangan badminton standar internasional sebagaimana manusia melakukan olahraga badminton. Adapun lapangan badminton yang digunakan sebagai ujicoba robot lengan raket adalah lapangan badminton yang berlokasi di Gedung Aula FT lama. Dimensi lapangan badminton tersebut adalah panjang adalah 13,41 m sedangkan lebar adalah 6,10 m. Sedangkan bagan lapangan badminton didesain seperti Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Bagan Lapangan Badminton yang Digunakan



Gambar 4. Desain Sistem Mikrokontroler Atmega128



Gambar 5. Driver Motor DC Penggerak Robot

Blok kotak berwarna kuning pada lapangan adalah tempat sasaran dan target saat melakukan service. Jadi service yang dilakukan kepada lawan harus mencapai daerah kotak tersebut untuk mendapatkan nilai.

Tahap pengembangan robot lengan raket dalam rangka mendapatkan prototipe robot lengan raket yang dapat menghasilkan akurasi pukulan. Pada tahap ini bertujuan mengembangkan performa gerakan robot sehingga menghasilkan akurasi pukulan dan shuttlecock dapat mencapai daerah target dengan optimal.

Proses untuk instalasi hardware robot dengan pengolah data sistem mikrokontroller dapat dilihat seperti pada Gambar 4. Sedangkan driver motor DC penggerak badan robot dapat dilihat pada Gambar 5.

Adapun desain robot lengan raket adalah menggunakan operator artinya robot bergerak dengan bantuan operator. Jenis gerakan terdiri dari beberapa macam gerakan yang sangat berbeda. Desain pertama adalah untuk gerakan robot lengan raket fungsi service. Desain ini dilakukan dengan kombinasi pemegang raket yang digerakan oleh pneumatik silinder tunggal diletakkan di bagian depan atas robot sebagaimana terlihat pada Gambar 6. Sebagai sumber tenaga pneumatik digunakan botol-botol second hand untuk penyimpan angin yang didapatkan dari kompresor. Adapun lengan raket pemukul bola menggunakan lengan bawah dengan aktuator motor. Gerakan saat memukul bola service dapat dilihat pada Gambar 7.

Model service yang dilakukan pada Gambar 7 adalah model service rendah yang dipredikasikan shuttlecock susah untuk diterima oleh lawan. Desain pada Gambar 7 ini juga sekaligus digunakan untuk menerima service bola rendah yang datang dari lawan, apabila lawan menggunakan teknik service bola rendah. Desain ini dilengkapi dengan sensor ultrasonik sebagai deteksi arah datangnya bola sehingga operator dapat lebih mudah mengarahkan gerakan lengan.



**Gambar 6. Desain Robot Gerakan Service**



**Gambar 7. Desain Robot Gerakan Service**

Gerakan menerima service lambung dilakukan dengan menggunakan lengan atas seperti pada Gambar 6. Berdasarkan hasil eksperimen menunjukkan lengan pemegang shuttlecock untuk melayani service menggunakan lengan bawah dapat berfungsi 100 %. Semua shuttlecock yang diumpankan dari lengan pemegang dapat dipukul dengan baik sebagai bola service.

Adapun lengan pemegang raket bawah dengan aktuator motor dapat

melakukan service 100 % mencapai target sasaran kotak kuning. Sedangkan untuk proses penerimaan service lawan, lengan bawah dapat menerima bola 70%. Hal ini berarti ada bola-bola yang tidak dapat diterima oleh lengan raket bawah. Sedangkan lengan raket atas difungsikan hanya untuk menerima bola dari lawan.

## SIMPULAN

Desain robot lengan raket telah menghasilkan robot lengan raket dengan fungsional manual menggunakan operator. Jenis gerakan adalah gerakan lengan raket service dengan umpan dari lengan pemegang raket menggunakan pneumatik sebagai aktuator. Sedangkan lengan raket bawah untuk pukulan rendah dan lengan raket atas untuk pukulan lambung. Lengan pemegang shuttlecock telah berfungsi dengan tingkat keberhasilan 100 %. Sedangkan lengan raket bawah untuk menerima pukulan lawan hanya 70 % keberhasilannya.

## DAFTAR RUJUKAN

- Alam, M. S. and Tokhi, M. O. 2007. Design of Command Shaper Using Gain-Delay Units and Particle Swarm Optimisation Algorithm for Vibration Control of Flexible Systems. *International Journal of Acoustics and Vibration*. 12(3): 99–108.
- Firmansyah, Eka , 2001, Pengukuran Jarak dengan Gelombang Ultrasonik memanfaatkan mikrokontroler 68HC11AIFN, Tugas Akhir, UGM, Yogyakarta.
- Khairudin, M., Mohamed, Z., Husain, A. R. and Ahmad, A. 2010. Dynamic Modelling and Characterisation of a Two-Link Flexible Robot Lengan. *Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control*. 29(3): 207-219.
- Khairudin, M., Mohamed, Z., Husain, A. R. (2014). Modelling of Two-Link Flexible Manipulator: Theory and Experiment. *Int. Journal of Advanced Research on Robotic*. Vol 1(1) 2014
- Mohamed, Z., Martin, J. M., Tokhi, M. O., Sa da Costa, J. and Botto, M. A. 2005. Vibration Control of a Very Flexible Lengan System. *Control Engineering Practice*. 13(3): 267-277.
- Nurdinsidiq. 2004. Pengendalian Lengan Berbasis Mikrokontroler AT89C51. Tugas Akhir, UGM, Yogyakarta.
- Menggunakan Transduser Ultrasonik
- Ogata Katsuhiko, 2002. Modern Control Engineering. 4th Edition. Prentice Hall, New Jersey.
- Olalla, C., Leyva, R., El Aroudi, A., Garces, P. and Queinnec, I. (2010). LMI Robust Control Design for Boost PWM Converter. *IET Power Electronics*. 3(1): 75-85.
- Subudhi, B. and Morris, A. S. (2002). Dynamic Modelling, Simulation and Control of a Manipulator with Flexible Links and Joints. *Robotics and Autonomous Systems*. 41: 257-270.
- Tian, Q., Zhang, Y. Q., Chen, L. P. and Yang, J. (2009). Two-Link Flexible Lengan Modelling and Tip Trajectory Tracking Based on The Absolute Nodal Coordinate Method. *International Journal of Robotics and Automation*. 24: 103-114.