

ANALISIS KEKUATAN LENGAN ROBOT UNTUK PROSES PEMINDAHAN HINGE BLOCK

**Agung Bayu Budi Aji C.^{1*}, Bernardinus Agung Pranata P.², Bryan Anugra Baskara³,
Ahzan Adi Pratama Hamapu⁴, Fidelis Gigih Tri Atmaja⁵**

^{1,2,3,4,5} Program Studi Teknik Mesin Industri, Politeknik ATMI Surakarta

Jl. Mojo No. 1 Karangasem, Laweyan, Surakarta 57145

*Email: fidelis.gigih@atmi.ac.id

Abstrak

Pada zaman modern ini, sistem otomasi telah sering diterapkan dalam berbagai industri di dunia. Lengan robot merupakan salah satu sistem otomasi yang sering digunakan saat ini. Kehadiran lengan robot bertujuan untuk meningkatkan efisiensi proses produksi dan mengurangi waktu yang diperlukan dalam produksi serta dapat membantu pekerjaan operator. Perancangan lengan robot ini dilakukan berdasarkan penelitian yang dilakukan di unit kerja WAD. Data tersebut berupa mesin yang akan digunakan serta produk yang banyak dikerjakan oleh unit kerja tersebut. Tujuan utama dari pembuatan lengan robot ini adalah untuk mengetahui analisis kekuatan yang digunakan dalam perancangan lengan robot dan juga jarak yang mampu dicapai oleh lengan robot. Lengan robot ini digerakkan oleh sebuah motor yang dikontrol oleh sebuah microcontroller yang nantinya akan menerjemahkan masukan dari user menjadi sebuah gerakan yang diinginkan. Perancangan lengan robot ini menghasilkan kekuatan angkat maksimal 200 gram, dengan menggunakan 4 DOF. Pada perancangan lengan robot ini memiliki panjang lengan maksimal 700 mm, dengan tinggi minimal meja 670 mm dan tinggi maksimal meja 970 mm dari permukaan lantai. Lengan robot ini menggunakan 4 buah roda pada meja untuk mempermudah dalam pemindahan lengan robot ini. Lengan robot ini akan diaplikasikan pada mesin CNC Milling Mazak Vertical Center 530C yang memiliki tinggi meja mesin 1000mm dari permukaan lantai, dengan bukaan pintu maksimal 1340mm dan dengan jarak ragum terhadap pintu mesin adalah 700mm. Hasil dari rancangan lengan robot tersebut nantinya akan digunakan sebagai alat bantu untuk proses pemindahan hinge block yang sesuai dengan nilai fungsionalnya dan meningkatkan efisiensi waktunya.

Kata kunci : Lengan robot, microcontroller, Otomasi.

1. PENDAHULUAN

Di jaman modern ini, laju perkembangan teknologi sudah berkembang sangat pesat. Perkembangan teknologi tersebut juga sudah sampai pada bidang manufaktur yang melibatkan kegiatan otomasi di dalamnya. Otomasi tersebut dapat berupa pembuatan lengan robot, konveyor untuk pemindah barang, serta mesin CNC multi axis yang sudah sangat kompleks. Perkembangan otomasi tersebut bertujuan untuk menunjang kegiatan manufaktur untuk mencapai keefektifan serta keefisienan dalam kegiatan manufakturnya.

Lengan robot merupakan salah satu alat bantu yang menggunakan otomasi. Dengan banyaknya industri yang menggunakan sistem otomasi maka dibutuhkan sumber daya manusia yang dapat mengetahui sistem otomasi. Pada pengaplikasian lengan robot terdapat banyak keuntungan yang diperoleh, salah satunya memudahkan pekerjaan manusia dalam memaksimalkan kapasitas produksi.

Dalam prakteknya, di Politeknik ATMI Surakarta masih dirasa kurang adanya otomasi. Sehingga alat praktek dengan sistem otomasi sangat diperlukan untuk menunjang pembelajaran berbasis otomasi. Dengan adanya lengan robot berbasis mikrokontroler ini maka dapat memberikan dampak positif berupa pengetahuan tentang lengan robot terkhusus dalam pembelajaran proses otomasi.

2. METODOLOGI

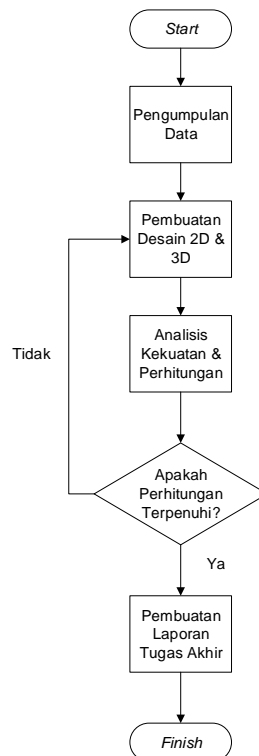
Proses analisa ini memerlukan beberapa rumus perhitungan dan pengumpulan data yang digunakan untuk menentukan jenis material dan jenis motor yang akan digunakan.

2.1. Metode Penelitian

Metode yang dipergunakan dalam analisis ini adalah dengan perhitungan dan analisa kekuatan untuk menentukan jenis material yang sesuai.

2.2. Proses Penelitian

Metode pengerjaan dilakukan dengan beberapa tahapan yang ditunjukkan pada *flowchart* di gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Proses Analisis

2.2.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan penelitian dan pengukuran alat yang berada di Laboratorium PLC Politeknik ATMI Surakarta, Pengukuran dimensi benda kerja *Hinge Block* dan pengukuran dimensi mesin Milling CNC Mazak Vertical Center Smart 530-C yang berada di *workshop* WAD Politeknik ATMI Surakarta.

2.2.2. Pembuatan Matriks Kebutuhan





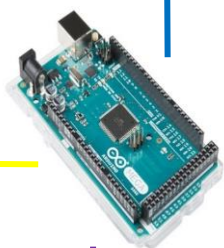

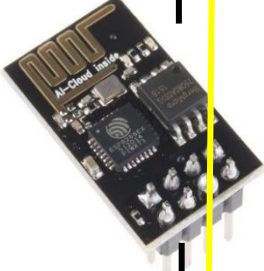
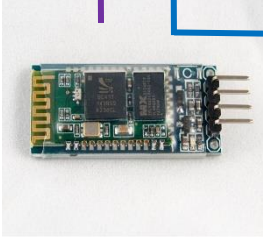




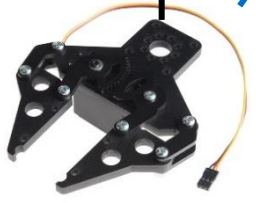



Sebelum melakukan proses desain, beberapa data harus ditentukan keterkaitan antara satu dengan yang lain. Pada proses penentuan matriks kebutuhan, diperlukan beberapa data seperti *requirement list* yang didapatkan berdasarkan dimensi mesin Milling CNC Mazak Vertical Center 530-C, Kemudahan dalam pengoperasian, Kemudahan dalam proses pembuatan, dan Biaya yang murah.

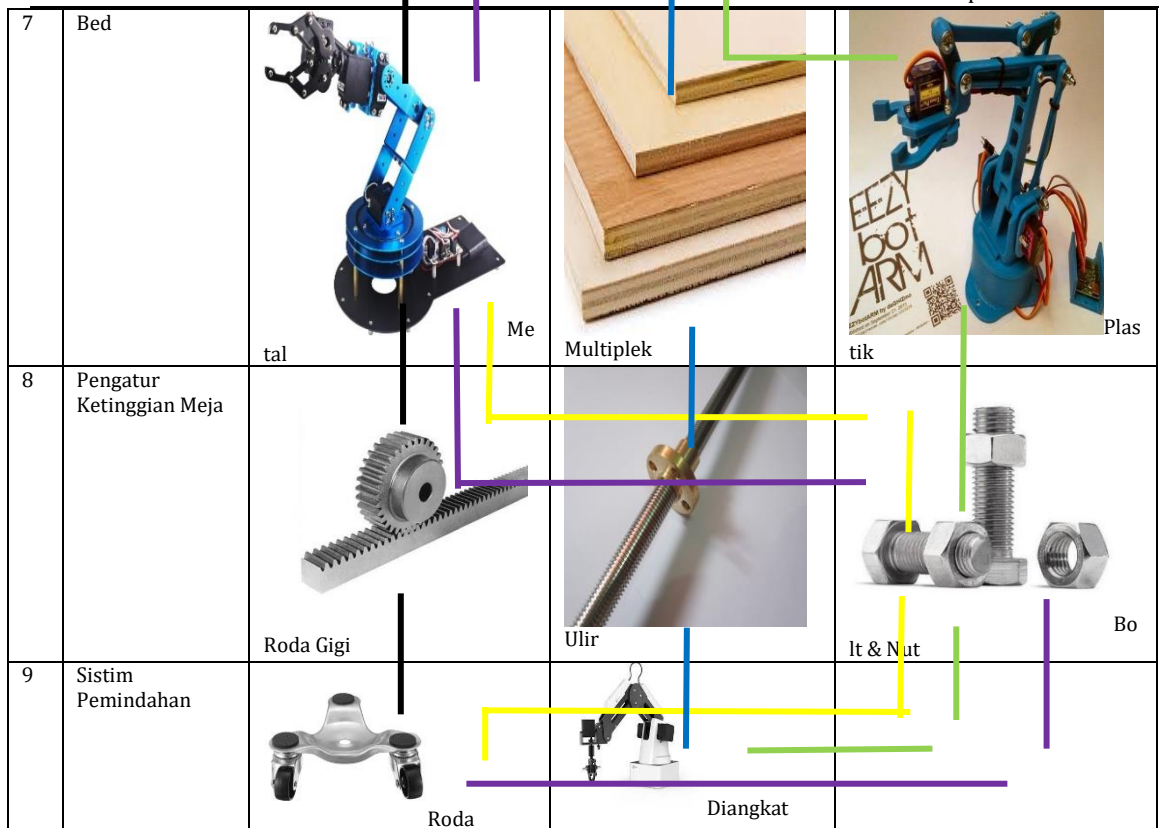
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam proses perancangan Mazak Robo Arm ini dilakukan dalam berbagai tahap, yaitu pembuatan desain morfologi, deskripsi aspek, penilaian aspek teknis, dan penilaian aspek ekonomis, dan kedua buah aspek untuk mendapatkan sebuah aspek yang paling tepat dengan penilaian terbaik.

Desain morfologi yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Desain Morfologi

No	Mekanisme	Varian 1	Varian 2	Varian 3
1	Sumber Energi	 Adaptor 5 Volt DC	 Akumulator	 Listrik 220 Volt AC
2	Kontroler	 PLC	 Arduino Mega 2560	 Elektr
3	Interface	 Wifi	 Bluetooth	 Joys
4	Aktuator	 Motor Stepper	 Motor with Ballscrew	 Silinder
5	Gripper	 Motor DC dengan sistem Cap	 pneumatik dengan sistem Vacuum	
6	Frame	 MS Sheet	 Triplex	



Tabel 2. Varian 1 (Warna Hitam)

No	Mekanisme	Komponen yang digunakan
1	Sumber Energi	Adaptor 5 Volt DC
2	Kontroler	PLC
3	Interface	Wifi
4	Aktuator	Motor Stepper
5	Gripper	Motor DC dengan sistim Caput
6	Frame	MS Sheet
7	Bed	Metal
8	Pengatur Ketinggian Meja	Roda Gigi
9	Sistim Pemindahan	Roda

Keuntungan dari varian ini adalah menggunakan mikrokontroler PLC sehingga sangat simple dan tidak membutuhkan banyak instalasi. Namun kerugiannya adalah karena penggunaan PLC sangat rumit dan tidak memungkinkan untuk dibuat dalam lengan robot.

Tabel 3. Varian 2 (Warna Ungu)

No	Mekanisme	Komponen yang digunakan
1	Sumber Energi	Adaptor 5 Volt DC
2	Kontroler	Arduino Mega 2560
3	Interface	Bluetooth
4	Aktuator	Motor Stepper
5	Gripper	Motor DC dengan sistim Caput
6	Frame	MS Sheet
7	Bed	Metal
8	Pengatur Ketinggian Meja	Bolt & Nut
9	Sistim Pemindahan	Roda

Keuntungan dari varian ini adalah menggunakan arduino mega 2560 yang memiliki spesifikasi lebih baik dibandingkan dengan menggunakan ESP8266. Namun kerugian dari varian ini adalah jangkauan kendali sempit karena masih menggunakan Bluetooth.

Tabel 4. Varian 3 (Warna Kuning)

No	Mekanisme	Komponen yang digunakan
1	Sumber Energi	Adaptor 5 Volt DC
2	Kontroler	Arduino Mega 2560
3	Interface	Wifi
4	Aktuator	Motor Stepper
5	Gripper	Motor DC dengan sistim Capit
6	Frame	MS Sheet
7	Bed	Metal
8	Pengatur Ketinggian Meja	Bolt & Nut
9	Sistim Pemindahan	Roda

Pada varian ini memiliki keuntungan lebih banyak dan varian ini merupakan rekomendasi dari varian yang lain. Karena menggunakan arduino mega 2560 dan menggunakan ESP01 sebagai kontrolernya sehingga memiliki kemampuan yang lebih luas jangkauannya. Pada varian ini dipilih karena memiliki banyak kelebihan dan tentu saja dalam biaya lebih murah.

Tabel 5. Varian 4 (Warna Hijau)

No	Mekanisme	Komponen yang digunakan
1	Sumber Energi	Listrik 220 Volt AC
2	Kontroler	Elektro pneumatik
3	Interface	Joystick
4	Aktuator	Motor with Ballscrew
5	Gripper	Pneumatik dengan sistim Vacuum
6	Frame	Triplek
7	Bed	Plastik
8	Pengatur Ketinggian Meja	Bolt & Nut
9	Sistim Pemindahan	Diangkat

Keuntungan pada varian ini adalah jenis kontroler yang sangat baik dan mampu untuk proyek yang baik. Namun karena mikrokontroler yang digunakan adalah elektro pneumatic yang merupakan gabungan elektrik dengan pneumatik, sehingga pada varian ini tidak ekonomis dan pengendalinya masih menggunakan joystick yang memiliki kerumitan dalam penyusunan kabel.

Tabel 6. Varian 5 (Warna Biru)

No	Mekanisme	Komponen yang digunakan
1	Sumber Energi	Akumulator
2	Kontroler	Arduino Mega 2560
3	Interface	Joystick
4	Aktuator	ballscrew
5	Gripper	Motor DC dengan sistim Capit
6	Frame	Triplek
7	Bed	Multiplek
8	Pengatur Ketinggian Meja	Ulir
9	Sistim Pemindahan	Diangkat

Dalam varian ini sumber energi yang digunakan adalah akumulator dengan mikrokontroler Arduino mega 2560. Pada alat ini digunakan joystick untuk pengoperasian lengan robot, sehingga dalam pengoperasian lengan robot lebih sulit dengan kontrol secara manual.

Penilaian Aspek Teknis

Pada penilaian ini, variasi produk dinilai atas dasar aspek teknis. Aspek teknis sangat berpengaruh pada ketahanan dan kualitas produk. Variasi produk dengan nilai teknis paling tinggi memiliki keunggulan pada variasi lain.

Tabel 7. Penilaian Aspek Teknis

Aspek Teknis	Nilai/score (range 1-5)				
	V1	V2	V3	V4	V5
Sumber Energi	5	5	5	4	2
Kontroler	3	5	5	3	5
Interface	5	3	5	4	3
Aktuator	5	5	5	4	4

<i>Gripper</i>	5	5	5	3	5
<i>Frame</i>	5	5	5	3	3
<i>Bed</i>	5	5	5	4	4
Pengatur Ketinggian Meja	2	5	5	5	4
Sistim Pemindahan	5	5	5	4	4
Total	40	43	45	34	31

Penilaian Aspek Ekonomis

Penilaian aspek ini fokus pada sifat ekonomis dari variasi yang didapat dari tabel morfologi matrik. Aspek ekonomi terdiri dari pertimbangan suatu produk akan harga material, kemudian proses pemesinan, umur pakai, perawatan. Variasi produk dengan nilai akumulasi yang tinggi memiliki keunggulan ekonomis dibanding produk yang lain.

Tabel 8. Penilaian Aspek Ekonomis

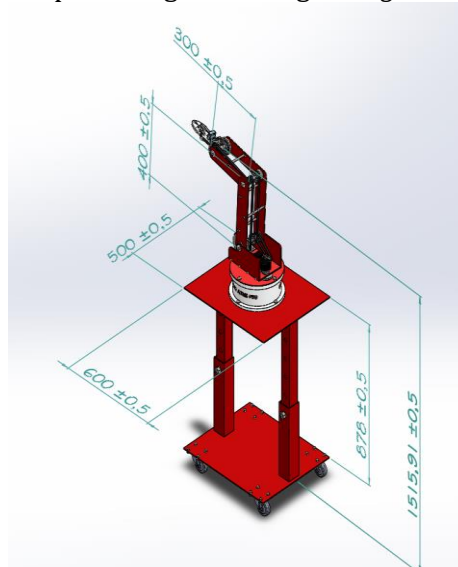
Aspek Ekonomis	Nilai/score (range 1-5)				
	V1	V2	V3	V4	V5
Sumber Energi	3	3	4	3	3
Kontroler	5	5	5	3	5
Interface	5	3	5	3	4
Aktuator	5	5	5	3	3
<i>Gripper</i>	5	5	5	3	5
<i>Frame</i>	4	4	4	2	4
<i>Bed</i>	5	4	5	3	3
Pengatur Ketinggian Meja	5	5	5	5	3
Sistim Pemindahan	4	5	5	3	5
Total	41	39	44	28	35

3.1. Penentuan Matriks Kebutuhan

Matriks kebutuhan diawali dengan data dimensi mesin Milling CNC Mazak Vertical Center 530-C yang didapatkan dari pengukuran secara langsung pada mesin. Dimensi yang dilakukan pengukuran adalah antara lain tinggi bed mesin terhadap permukaan lantai, lebar bukaan pintu mesin, panjang jangkauan dari luar mesin terhadap ragum, dan ketinggian alat potong terhadap meja mesin. Serta dimensi *hinge block* yang dilakukan pengukuran antara lain panjang benda, lebar benda, tinggi benda, dan berat benda tersebut.

3.2. Analisis Konsep Lengan Robot

Desain Lengan Robot ini akan mentitik beratkan pada perhitungan secara mekanik dari berbagai part mesin antara lain pada kekuatan pelat, kekuatan poros dalam menerima beban tangensial maupun aksial, kekuatan roda gigi, penentuan jenis material yang akan digunakan, perhitungan tentang motor dan perhitungan tentang *timing belt*.



Gambar 2. Lengan Robot

4. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian analisis data hasil perhitungan, maka dapat disimpulkan bahwa :

- a. Desain ini dapat direalisasikan dan memenuhi aspek perhitungan.
- b. Pembuatan lengan robot mampu mengangkat *hinge block* dengan berat 200 gram.
- c. Desain lengan robot ini mampu diatur ketinggian dengan menggunakan 4 step ketinggian yang dikunci oleh baut dan mur.
- d. Desain lengan robot ini dapat diaplikasikan pada mesin Milling CNC Mazak Vertical Center Smart 530C.
- e. Desain ini dapat berfungsi baik secara mekanik.
- f. Desain lengan robot ini memiliki kemudahan dalam proses pemindahan karena memiliki 4 buah roda dibawah.
- g. Material yang digunakan mudah didapatkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Apa itu Modul ESP8266 beserta Penjelasannya. 2017. <https://www.nyebarilmu.com/apa-itu-modul-esp8266/>. Diakses pada 8 November 2019.
- Arduino Mega 2560. 2019. <https://store.arduino.cc/usa/mega-2560-r3>. Diakses pada tanggal 15 November 2019.
- Ekayana, Anak A. G., dan Gusti Ngurah Kade A.P. 2017. "Jurnal Bangun Prototype Sistem Kendali Lengan Robot Menggunakan Interface Wireless 2.4Ghz". Jurnal Sains dan Teknologi. Volume 6 Nomor 1. Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja, Indonesia. Diakses pada tanggal 15 November 2019.
- ESP-01 ESP8266 Wifi Module Serial for Arduino Mikrokontroler. 2018. http://buaya-instrument.com/esp8266-wifi-modul-esp-01_1103000002.html. Diakses pada tanggal 7 November 2019.
- Goratama, Ganjar Rukma, et al. 2008. Sistem Kontrol Robot Lengan Berbasis Mikrokontroler AT89S52 dan Visual Basic. Tugas Akhir. ATMI Surakarta. Surakarta.
- Prasetyawan, Purwono, et al. 2018. "Pengendali Lengan Robot dengan Mikrokontroler Arduino Berbasis Smartphone". Jurnal Teknik Elektro ITP. Volume 7 Nomor 2. Universitas Lampung, Lampung. Diakses pada tanggal 15 November 2019.
- Sudiby, B. (1991). RODA GIGI(1). Surakarta: ATMI PRESS SOLO
- Sudiby, B. (2017). KEKUATAN DAN TEGANGAN IJIN. Surakarta: ATMI PRESS SOLO
- Sudiby, B. (2017). POROS PENYANGGA DAN POROS TRANSMISI. Surakarta: ATMI PRESS SOLO
- Sudiby, B. (2017). TRANSMISI SABUK. Surakarta: ATMI PRESS SOLO
- Suroto, Ant. (2017). STRENGTH OF MATERIAL. Surakarta: ATMI PRESS SOLO
- Yulias, Zerfani. 2013. Arduino Mega 2560. <http://blog.famosastudio.com/2013/09/produk/arduino-mega-2560/531>. Diakses pada tanggal 15 November 2019.