

Pengembangan Sistem Perekaman Gerakan Otomatis Pada Lengan Robot Manipulator

^{1*}Lutfi, ²Taufik Muchtar, ³Nurhayati Djabir

^{1,2,3} Prodi Otomasi Sistem Permesinan, Politeknik ATI Makassar

Corresponding Author : lutfi.atim.kemenperin@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem perekaman gerakan otomatis pada lengan robot manipulator yakni sebuah sistem yang berfungsi untuk merekam posisi sudut motor servo untuk tiap *joint* pada beberapa *point* di sebuah *pattern* dari gerakan lengan robot. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilakukan melalui dua tahap yaitu rancang bangun alat kemudian uji coba dan pengukuran. Rancang bangun menggunakan empat buah motor servo SG90, sebuah arduino nano, empat buah potensiometer mono dan empat buah push button serta beberapa potong acrylic sebagai mekanik sistem. Hasil pengujian untuk proses perekaman untuk tiap *point* di sebuah *pattern*, menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 100%. Berdasarkan hasil uji coba tersebut dapat disimpulkan bahwa sistem perekaman gerakan otomatis pada lengan robot manipulator yang telah dibangun dapat digunakan untuk proses pembelajaran bagi mahasiswa.

Kata Kunci: Lengan Robot Manipulator

PENDAHULUAN

Berkembangnya kemajuan teknologi mengharuskan keterlibatan guru dan dosen untuk mewujudkan revolusi industri 4.0, adapun salah satu pilar teknologi di bidang industri 4.0 adalah *robotics and human-robot collaboration*. Peran sekolah dan perguruan tinggi dalam mengajarkan robot kepada siswa dan mahasiswa menjadi salah satu unsur keberhasilan pengembangan SDM dalam membangun revolusi industri 4.0. Namun keterbatasan fasilitas dan mahalanya perangkat keras robot menjadi salah satu hambatan dalam memperkenalkan robot di dunia pendidikan.(Roslinda Alias, Nor Aziah Alias, & Abu Bakar Ibrahim, 2013). Salah satu upaya guru dan dosen untuk mendukung serta mengoptimalkan proses pembelajaran yang menarik adalah 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 telah dilakukan adalah dengan mengembangkan sebuah perangkat media pembelajaran berupa miniatur lengan robot manipulator.(Hoedi Prasetyo & Wahyudi Sutopo, 2018)

Pengembangan miniatur lengan robot di politeknik ATI makasar telah menjadi tugas final

mata kuliah Robotika Industri sejak tahun 2017 dimulai dengan pembuatan lengan robot menggunakan spuit suntikan bekas sebagai aktuatornya, kemudian pada tahun 2018 dengan menggunakan motor servo sebagai aktuatornya dan posisi sudut lengannya dapat diatur menggunakan joystick push button, potensiometer atau kendali smartphone berbasis android. (Lutfi, 2019). Selanjutnya pada tahun 2019, miniatur lengan robot dikembangkan dengan menerapkan konsep *Record and Play* yakni mengajari robot bergerak otomatis dengan menggunakan konsep perekaman pola gerakan lengan robot. Setiap pola gerakan atau *pattern* terdiri atas beberapa titik atau *point*, dan setiap posisi *point* dari lengan robot terdiri atas beberapa sudut motor servo atau *joint*. Nilai-nilai *joint* untuk tiap *point* dan *pattern* akan disimpan ke dalam EEPROM agar data pelatihan tidak hilang saat lengan robot dimatikan. Dengan adanya konsep perekaman gerakan maka mahasiswa tidak perlu lagi dipusingkan dengan konsep matematis seperti *forward kinematics* dan *inverse kinematics*.

Berdasarkan paparan di atas, penulis akan memaparkan bagaimana mengembangkan sebuah sistem perekaman gerakan otomatis pada lengan robot manipulator dengan melihat beberapa penelitian terkait.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Workshop dan Laboratorium Kontrol dan Otomasi Program Studi Otomasi Sistem Permesinan di Gedung Terintegrasi Lantai tiga di politeknik ATI Makassar selama bulan Oktober-Desember 2019. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimental, yang dilakukan melalui dua tahap yaitu tahap rancang bangun alat kemudian tahap ujicoba dan pengukuran..

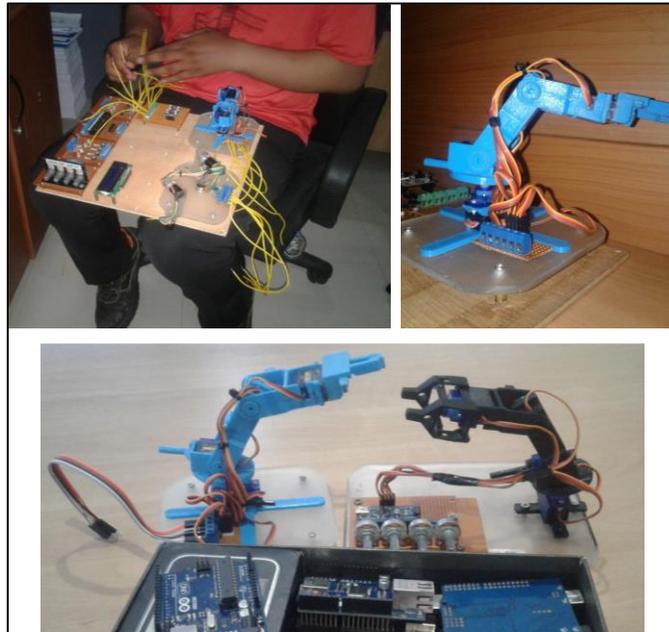
Metode pengumpulan data dilakukan dengan melakukan proses perekaman langsung terhadap data-data dari variabel yang diamati. Proses perekaman langsung menggunakan Serial Monitor yang berfungsi untuk memonitoring variabel yang diamati yakni nilai sudut dari beberapa motor servo sebagai *joint* dari Lengan Robot Manipulator yang telah dimapping terhadap pengaturan potensiometer mono. Data hasil pengukuran akan disimpan ke memori EEPROM melalui Mikrokontroler Arduino nano.

Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain empat buah motor servo SG90, sebuah arduino nano, empat buah potensiometer mono 10 K Ω dan empat buah push button serta beberapa potong acrylic sebagai mekanik sistem dari lengan robot manipulator.

HASIL DAN PEMBAHASAN

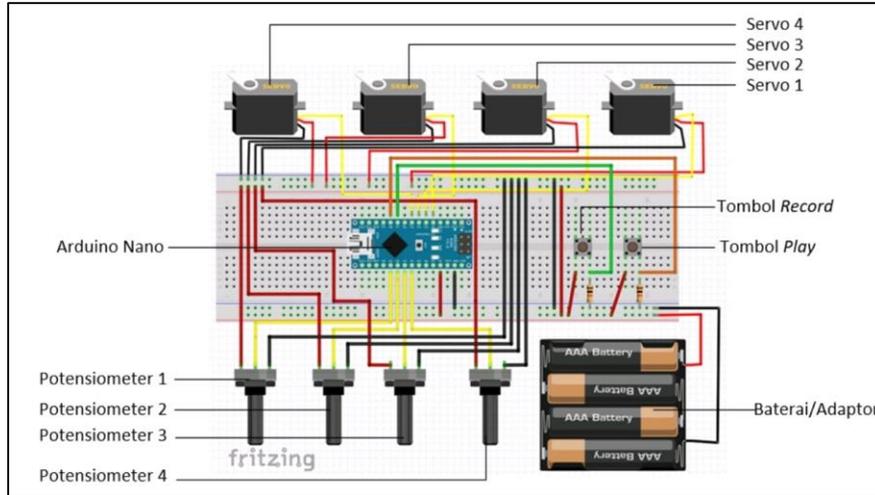
Hasil



Gambar 1 : Bentuk Fisik Miniatur Lengan Robot Manipulator

Dari hasil rancangan yang telah dilakukan maka dihasilkan sebuah prototype atau miniatur lengan robot manipulator sebagai perangkat media pembelajaran untuk mata kuliah robotika industri. Gambar 1 menunjukkan miniatur lengan robot manipulator yang dibangun menggunakan empat buah motor servo type SG90, sebuah papan arduino nano, empat buah potensiometer mono 10 K Ω dan empat buah push button. Fungsi potensiometer pada miniatur lengan robot manipulator adalah sebagai pengatur nilai sudut untuk masing-masing motor servo selaku *joint* pada miniatur lengan robot tersebut. Miniatur dibangun oleh penulis beserta mahasiswa yang mengambil mata kuliah robotika industri.

Untuk tiap tahun jumlah miniatur lengan robot yang dihasilkan berjumlah delapan unit karena dalam satu tahun terdapat dua kelas dan tiap kelas dibagi menjadi empat kelompok. Setiap kelas terdiri atas beberapa mahasiswa sekitar 35-40 orang. Setiap kelompok terdiri atas beberapa mahasiswa sekitar sepuluh orang. Dana pembuatan lengan robot berasal dari dana *Teaching Factory* (TEFA) dan beberapa komponen juga telah disediakan di tool center otomasi sistem permesinan gedung terintegrasi lantai tiga Politeknik ATI Makassar. Selain menggunakan acrylic sebagai mekanik sistem dari miniatur lengan robot, tersedia juga fasilitas 3d printing yang dapat membantu mahasiswa dalam membuat mekanik lengan robot.



Gambar 2. Skema Rangkaian Elektronika dari Miniatur Lengan Robot Manipulator

Untuk skema rangkaian elektronika dari miniatur lengan robot manipulator dapat dilihat pada Gambar 2 yang ada di bagian lampiran. Rangkaian elektronik terdiri atas sebuah papan pcb yang telah dipasang beberapa terminal sehingga arduino nano, potensiometer mono, push button dan kabel koneksi dari motor servo dapat terhubung menjadi sebuah sistem miniatur lengan robot manipulator yang utuh. Gambar skema rangkaian elektronik dibuat menggunakan aplikasi fritzing dan sebelumnya telah disimulasikan dengan aplikasi proteus yakni aplikasi simulator elektronika sejenis *electronic workbench* (EWB).

<pre> #include <Servo.h> Servo myservo[4]; int dataval[4], pinservo[]={4,5,6,7}, pinpot[]={A1,A2,A3,A4}; void setup() { for(int i=0; i<4; i++) {myservo[i].attach(pinservo[i]);} Serial.begin(9600); } void loop() { for(int i=0; i<4; i++) { dataval[i] = analogRead(pinpot[i]); dataval[i] = map(dataval[i], 0, 1023, 0, 180); if(i<3) { Serial.print(dataval[i]); Serial.print(" "); } else { Serial.println(dataval[i]); } myservo[i].write(dataval[i]); } delay(200); } </pre>	<pre> #include <Servo.h> Servo myservo[4]; int pola [6][4] = { {29, 159, 146, 19}, {29, 84, 147, 19}, {29, 89, 147, 75}, {29, 89, 64, 75}, {29, 84, 64, 75}, {178, 89, 65, 75} }; void setup() { for(int i=0; i<4; i++) {myservo[i].attach(pinservo[i]);} } void loop() { for(int i=0; i<6; i++) { for(int j=0; j<4; j++) { myservo[j].write(pola[i][j]); } } delay(2000); } </pre>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Gambar 3 : Program Pengaturan Gerakan Lengan Robot secara Manual dan Otomatis

Listing program arduino diketik menggunakan aplikasi arduino IDE dan dapat diupload ke dalam arduino nanoyang menjadi otak dari miniatur lengan robot manipulator. Listing program

dapat dibagi menjadi tiga bagian penting yakni bagian listing program untuk proses perekaman menggunakan potensiometer mono untuk menentukan posisi sudut motor servo. Bagian listing program untuk proses *running / Play* dimana sudut-sudut motor servo yang telah disimpan akan mengakibatkan lengan robot bergerak otomatis sesuai dengan pola gerakan yang telah direkam. Dan bagian listing program untuk proses penyimpanan dan pembacaan data dari EEPROM arduino nano. Listing program miniatur lengan robot dapat dipelajari pada Gambar 3 dan Gambar 4.

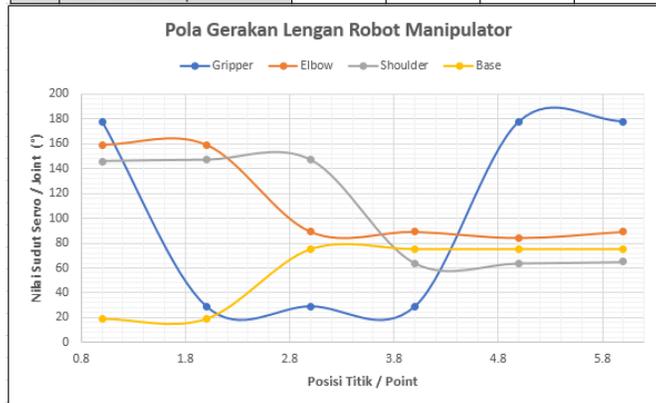
```

void fn_aksesEEPROM(void) {
  unsigned char i,addr; //fn_editEEPROM(2,6000);
  for(i=0; i<=10; i++) {
    addr = 10+i*2;
    byte highByte = EEPROM.read(addr);
    byte lowByte = EEPROM.read(addr+1);
    P[i] = word(highByte, lowByte);
    delay(100);
  }
}

void fn_editEEPROM (unsigned char i, int dataku){
  unsigned char addr;
  addr = 10+i*2;
  byte hiByte = highByte(dataku);
  byte loByte = lowByte(dataku);
  EEPROM.write(addr, hiByte);
  EEPROM.write(addr+1, loByte);
  delay(100);
}
    
```

Gambar 4 : Program Penyimpanan dan Akses Data Sudut ke EEPROM

No.	Posisi Titik / Point	Nilai Sudut Servo / Joint			
		Gripper	Elbow	Shoulder	Base
1	Posisi Mengambil Objek	178	159	146	19
2	Posisi Mencengkeram Objek	29	159	147	19
3	Posisi Mengangkat Objek	29	89	147	75
4	Posisi Memindahkan Objek	29	89	64	75
5	Posisi Melepaskan Objek	178	84	64	75
6	Posisi Kembali Siap	178	89	65	75



Gambar 5 : Pengujian Pola Gerakan Lengan Robot Untuk Enam Posisi Titik (Point)

Hasil pengujian data berupa nilai monitoring sudut dari ke empat motor servo yang didapatkan dari proses mapping dari pembacaan sensor potensiometer mono dapat dilihat pada Gambar 5. Pengukuran dilakukan untuk satu pola dengan enam titik dimana tiap titik terdiri atas empat sudut sehingga didapatkan jumlah data sudut sebanyak enam titik dikali dengan empat titik atau sebanyak 24 alamat. Hasil pengujian untuk proses perekaman untuk tiap titik (*point*) di sebuah pola gerakan (*pattern*), menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 100% dimana data yang telah direkam sebelumnya dapat dijalankan kembali dengan nilai sudut servo yang sama.

Pembahasan

Penelitian ini menunjukkan proses pergerakan manual dan pergerakan otomatis dari miniatur lengan robot manipulator yang telah dibuat sebelumnya. Lengan robot manipulator yang telah dibuat tersebut dapat memberikan gambaran terhadap lengan robot saat ini yang telah banyak diaplikasikan dalam dunia industri, seperti pada robot las (*welding robot*), robot pemegang (*handling robot*), robot pelubang/pemotong (*punching robot*), robot mesin perkakas (*tools machine robot*), dan lain sebagainya. (Sanjaya, 2015).

Lengan robot manipulator tersusun atas serangkaian link, dimana link yang satu dengan link yang lainnya dihubungkan dengan joint. Dengan adanya joint yang menghubungkan dua link dan joint membentuk satu derajat kebebasan. Joint tersebut dapat berupa revolute joint (gerak berputar) atau prismatic joint (gerak bergeser). Sedangkan pada pergelangan tangan, dipasang end effector yang dapat berupa gripper, *welding touch*, *welding gun*, *cutter/pahat* yang bisa dipakai untuk proses *milling* atau peralatan lainnya. (Pitowarno, 2006). Miniatur lengan robot yang telah dibuat menggunakan konfigurasi *articulated robot*. konfigurasi robot mengarah pada bentuk geometri dari manipulator. konfigurasi merujuk pada bagaimana cara tiap sambungan (*link*) manipulator terhubung antara satu dengan yang lain pada setiap sendi (*joint*). Tiap sambungan akan terhubung pada link berikutnya, baik berupa hubungan *linear joint (sliding* atau *prismatic)*, yang dapat disingkat dengan P, atau berupa hubungan *revolute joint (rotation)*, yang dapat disingkat dengan R. Secara umum terdapat lima konfigurasi robot yang dapat digunakan di industri dengan mengkombinasikan konfigurasi P dan R dalam koordinat tiga dimensi (X,Y,Z) yakni *Cartesian robot (PPP)*, *cylindrical robot (RPP)*, *spherical robot (RRP)*, *articulated robot (RRR)* dan *SCARA* atau *Selectively compliant assembly robot arm (PRR)*. (Budiharto, 2010)

KESIMPULAN

Sesuai dengan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa sebuah sistem perekaman gerakan otomatis pada lengan robot manipulator telah berhasil dikembangkan dan digunakan sebagai media pembelajaran untuk mata kuliah robotika industri. serta bisa berfungsi dengan baik saat beroperasi mengumpulkan data hasil monitoring sudut servo. Hasil pengujian untuk proses perekaman untuk tiap point di sebuah pattern, menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 100%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Bapak Direktur, Ketua UPPM, ketua Jurusan/Prodi, para rekan dosen dan pegawai di Politeknik ATI Makassar, serta kepada semua mahasiswa yang telah mengambil mata kuliah Robotika Industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiharto, W. (2010). *Robotika - Teori dan Implementasinya*. Yogyakarta: Andi.
- Hoedi Prasetyo, & Wahyudi Sutopo. (Januari, 2018). INDUSTRI 4.0: Telaah Klasifikasi Aspek Dan Arah Perkembangan Riset. *Jurnal Teknik Industri*, 13.
- Lutfi. (2019). *IbM Pemberian Materi Pengenalan Lengan Robot Manipulator Berbasis IoT Pada Siswa MTS Muhammadiyah Tallo Makassar*. Makassar: UPPM Politeknik ATI Makassar.
- Pitowarno, E. (2006). *Robotika: Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi.
- Roslinda Alias, Nor Aziah Alias, & Abu Bakar Ibrahim. (2013). Proposed Technology Solutions for Special Educational Needs (SEN) Learners: Towards Inclusive Education in Malaysian Universities. *International Journal of Information and Education Technology*, 3, 206–210. doi:<https://doi.org/10.7763/IJiet.2013.V3.265>
- Sanjaya, M. (2015). *Membuat Robot Cerdas Berbasis Vision menggunakan Matlab dan Code Vision AVR*. Yogyakarta: Andi.