

PERANCANGAN KONTROLER LENGAN ROBOT HASTOBOT MENGUNAKAN *ANDROID* DAN *ARDUINO* DENGAN KOMUNIKASI *BLUETOOTH*

Yoel Anggun Wiratama Putra¹, Djoko Untoro²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro – Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Sanata Dharma – Yogyakarta
Email: ¹yoel_awp@yahoo.com, ²djk_untoro@yahoo.com

ABSTRAK

Hastobot adalah miniatur lengan robot industri yang dikembangkan oleh Program Studi Teknik Elektro Universitas Sanata Dharma. Hastobot terbuat dari akrilik dan digerakkan dengan 4 buah motor servo. Hastobot memiliki 4 (empat) derajat kebebasan. Penelitian ini difokuskan terhadap pembuatan kontroler untuk lengan robot Hastobot menggunakan *Arduino* dan *Android* dengan komunikasi *Bluetooth*. *Arduino* terhubung dengan modul *Bluetooth* HC-05 sebagai *slave* untuk menerima data dari aplikasi *Android*. Aplikasi *Android* dibuat dengan *Eclipse Integrated Development Environment*. Motor servo digerakkan melalui mode geser dan nilai koordinat xy *touch screen* pada aplikasi *Android*. Format data yang dikirimkan aplikasi *Android* menggunakan *header* data untuk mengidentifikasi pergerakan masing-masing motor servo. Aplikasi *Android* dirancang mampu menggerakkan lebih dari sebuah motor servo secara bersamaan.

Kata kunci: lengan robot hastobot, *bluetooth*, aplikasi *android*, *arduino*, *eclipse*

ABSTRACT

Hastobot is a miniature industrial robot arm developed by the Electrical Engineering Department of Sanata Dharma University. Hastobot is made of acrylic and powered by 4 servo motors. Hastobot has 4 degrees of freedom. This research focuses on the controller design for Hastobot arm using Arduino and Android with Bluetooth communication protocol. Arduino is connected to a Bluetooth HC-05 module as a slave which receives data from an Android application. The Android application was developed using Eclipse Integrated Development Environment. The servo motor is activated with sliding mode and x-y coordinate values in the Android application. The data sent by the Android application is provided with header to identify the movements of each servo motor. The Android application has been designed to activate more than one servo motor simultaneously.

Keywords: robot arm hastobot, *bluetooth*, *android* application, *arduino*, *eclipse*

PENDAHULUAN

Robot adalah sebuah alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan pengawasan dan kontrol manusia, ataupun program yang sudah tertanam dalam sebuah prosesor. Istilah robot berasal dari bahasa Cheko “*robota*” yang berarti kuli atau pekerja yang tidak mengenal lelah dan bosan [1]. Robot merupakan teknologi yang saat ini dipakai dalam banyak hal, terutama untuk membantu pekerjaan manusia. Robotika berkembang seiring dengan perubahan kebutuhan hidup manusia. Robot dinilai berguna karena dapat mengurangi kesalahan-kesalahan pekerjaan yang umumnya dilakukan oleh manusia. Robot diaplikasikan dalam berbagai hal, misalnya bidang industri, pendidikan, dan kesehatan. Robot industri dan kesehatan umumnya dirancang untuk melakukan pekerjaan yang membutuhkan tingkat akurasi dan tingkat presisi yang tinggi dengan desain yang rumit. Berbeda dengan hal tersebut, robot pendidikan dirancang dengan desain yang sederhana dan mudah digunakan.

Salah satu kontroler yang dapat digunakan adalah *smartphone* berbasis *Android*. *Smartphone Android* digunakan karena kemudahan dalam pengembangan. Karena sistem operasi *Android* dapat diunduh dan dikembangkan secara gratis, produsen *smartphone* banyak yang memakai sistem operasi tersebut.

Saat ini banyak ditemukan aplikasi untuk menggerakkan motor servo yang dapat diunduh di *playstore*. Namun, aplikasi tersebut masih belum efektif jika digunakan untuk mengendalikan lengan robot. Penelitian ini bertujuan untuk membuat kontroler yang dapat digunakan untuk lengan robot. Aplikasi yang akan dibuat, dirancang mampu menggerakkan lengan robot sesuai

dengan daerah kerja lengan robot. Selain dapat menggerakkan lengan robot, aplikasi juga menerapkan protokol komunikasi *Bluetooth* dalam sistem operasi *Android*.

TEORI PENDUKUNG

A. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur dan referensi, yaitu dengan mempelajari buku-buku dan makalah dari pustaka yang berhubungan dengan *Bluetooth*, sistem operasi *Android*, lengan robot, dan *Arduino*.

Penelitian ini terdiri dari perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras meliputi desain lengan robot dan perangkat lunak meliputi aplikasi kontroler lengan robot dalam sistem operasi *Android*.

Pengujian daerah kerja dan kalibrasi lengan robot diperlukan untuk membandingkan kesesuaian gerak lengan robot dengan masukan dari aplikasi kontroler lengan robot. Pengujian daerah kerja dapat mengantisipasi gerak yang berlebihan, yang dapat membuat lengan robot patah maupun motor servo menjadi rusak.

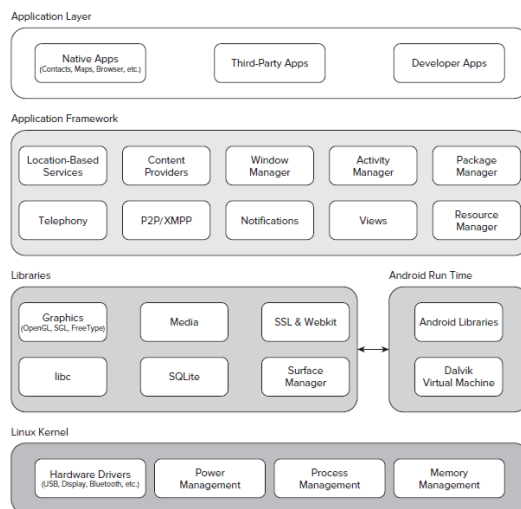
Pengamatan nilai *pointer location* dilakukan terhadap layar *touchscreen smartphone* yang akan digunakan untuk melakukan konversi data. Data hasil konversi akan dikirim untuk menggerakkan lengan robot.

B. Sistem Operasi *Android*

Android adalah sistem operasi yang berbasis *Linux* untuk telepon seluler (ponsel) seperti telepon pintar dan komputer *tablet* [1]. *Android* bersifat *open source*. *Android* menyediakan *platform* terbuka bagi para pengembang untuk menciptakan aplikasi sesuai keinginan mereka sendiri yang

digunakan untuk berbagai macam peranti bergerak. Awalnya, Google Inc. membeli *Android Inc.*, pendatang baru yang membuat peranti lunak untuk ponsel. Kemudian untuk mengembangkan *Android*, dibentuklah *Open Handset Alliance*, konsorsium yang terdiri dari 34 perusahaan peranti keras, peranti lunak, dan telekomunikasi, termasuk Google, HTC, Intel, Motorola, Qualcomm, T-Mobile, dan Nvidia.

Android tersusun dari berbagai *layer* ditunjukkan Gambar 1.



Gambar 1 *Android software stack* [2]

Dalam *Android software stack* terdapat beberapa hal penting, antara lain [2]:

1. *Linux Kernel*

Linux Kernel merupakan sebuah perangkat lunak yang menjadi bagian utama dari sebuah sistem operasi. Di dalam *Linux Kernel* terdapat *hardware driver*, *power management*, keamanan dan jaringan.

2. *Dalvik Virtual Machine*

Salah satu elemen kunci dari *Android* adalah *Dalvik Virtual Machine* (DVM). *Android* berjalan di dalam DVM, bukan di *Java Virtual Machine*. DVM berjalan di

dalam *Kernel* untuk menangani fungsional tingkat rendah.

3. *Application Framework*

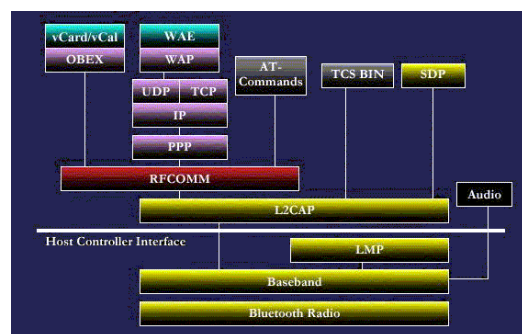
Application Framework menyediakan berbagai kelas yang digunakan untuk membuat aplikasi dan mengatur *user interface*.

4. *Application Layer*

Lapisan ini terdapat fungsi dasar *smartphone* seperti menelepon, menjalankan *browser*, mengirim pesan singkat, dan mengakses daftar kontak.

C. *Bluetooth*

Bluetooth merupakan teknologi *Radio Frequency* dalam pita frekuensi 2.4 Ghz. *Bluetooth* merupakan sebuah jaringan *Personal Area Network* (PAN) yang memiliki jangkauan tidak lebih dari 10 meter, sesuai dengan aturan *Institute for Electrical and Electronic Engineers* (IEEE) 802.15.1. Gambar 2 menjelaskan protokol ataupun standar yang mengatur atau mengijinkan terjadinya hubungan, komunikasi, dan perpindahan data dalam *Bluetooth*.



Gambar 2 *Bluetooth stack protocol* [3]

Keterangan Gambar 2 adalah sebagai berikut:

1. *Bluetooth Radio Layer* merupakan lapisan paling bawah dalam spesifikasi *Bluetooth*. Lapisan ini menentukan operasi dan sistem minimum dalam komunikasi *Bluetooth* termasuk perangkat

penerima, pengiriman dan penerimaan data dan sinyal RF dalam *Industrial, Scientific and Medical (ISM) band*.

2. *Baseband* adalah sebuah *physical layer protocol Bluetooth* yang terletak di atas *Bluetooth Radio Layer* dalam *Bluetooth stack protocol*.
3. *Link Manager Protocol* mengatur sambungan, konfigurasi dan memberikan izin komunikasi *Bluetooth*.
4. *Logical Link Control and Adaptation Protocol (L2CAP)* merupakan *data-link layer* dalam pemodelan *Open System Interconnection (OSI)*. L2CAP memungkinkan *layer* di atasnya dapat menerima dan mengirim paket data sampai 64kb.
5. RFCOMM merupakan *cable replacement protocol* dalam *Bluetooth stack*.
6. *AT Command* adalah berbagai set instruksi untuk memberikan perintah dalam komunikasi *port serial*.

D. Modul Bluetooth HC-05

Modul *Bluetooth* lebih dikenal dengan nama modul BT. Modul ini digunakan untuk mengirimkan data serial *Transistor Transistor Logic (TTL)* melalui *Bluetooth*. Modul *Bluetooth* memiliki dua tipe yakni, tipe *master* dan *slave* [4]. Tipe modul BT dapat diketahui dari nomor seri yang berasal dari pabrik pembuat. Modul BT dengan nomor ganjil dapat digunakan sebagai *master* dan *slave*. Tipe tersebut tidak dapat diubah oleh pengguna. Jadi modul BT *master* tidak bisa berubah menjadi *slave* kecuali untuk modul seri tertentu yang memungkinkan untuk diubah menggunakan *AT Command* yang ada.

Modul BT ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Modul *bluetooth HC-05* [5]

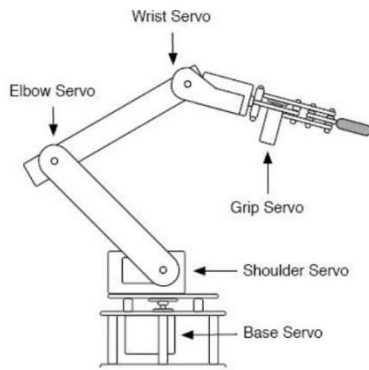
E. Arduino Board

Arduino dikatakan sebagai sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source*. *Arduino* tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment (IDE)* yang canggih. IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner, dan meng-*upload* ke dalam memori mikrokontroler.

Arduino memiliki fasilitas komunikasi serial *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter (UART)* yang memungkinkan *Arduino* berkomunikasi dengan perangkat lain.

F. Lengan Robot

Robot Manipulator adalah nama yang populer untuk lengan mekanik atau lengan robot. Manipulator merupakan gabungan dari beberapa segmen dan *joint* yang secara umum dibagi menjadi 3 (tiga) bagian yaitu *arm*, *wrist*, *end effector*. *Robotic Industries Association (RIA)* mendefinisikan robot sebagai manipulator yang didesain untuk memindahkan material, benda, alat atau peralatan tertentu lewat pergerakan yang terprogram untuk melakukan berbagai tugas [5]. Gambar 4 menunjukkan bagian umum lengan robot.

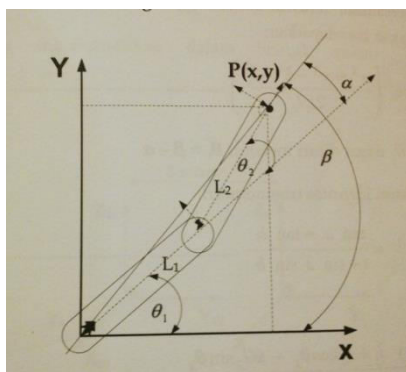


Gambar 4 Bagian umum lengan robot

G. Kinematika Lengan Robot

Kinematika adalah studi yang mempelajari pergerakan robot tanpa memperhatikan gaya yang mempengaruhi pergerakan lengan robot. Terdapat dua buah kinematika yaitu kinematika maju (*forward kinematics*) dan kinematika mundur (*inverse kinematics*). Salah satu cara untuk menghitung kinematika adalah dengan menggunakan metode Trigonometri [5].

Kinematika lengan robot 2 DOF ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5 Kinematika lengan robot 2 DOF [5]

Kedudukan ujung lengan dinyatakan sebagai P(x,y), dengan:

$$Px = L_1 \cos\theta_1 + L_2 \cos\theta_1 + \theta_2 \quad (1)$$

$$Py = L_1 \sin\theta_1 + L_2 \sin\theta_1 + \theta_2 \quad (2)$$

Persamaan (1) dan (2) dapat diperoleh menggunakan analisis kinematika maju dengan hukum identitas trigonometri:

$$\cos a + b = \cos a \cos b - \sin a \sin b \quad (3)$$

$$\sin a + b = \sin a \cos b + \sin b \cos a \quad (4)$$

maka didapatkan:

$$Px = L_1 \cos\theta_1 + L_2 \cos\theta_2 \cos\theta_1 - L_2 \sin\theta_1 \sin\theta_2 \quad (5)$$

$$Py = L_1 \sin\theta_1 + L_2 \sin\theta_2 \cos\theta_1 + L_2 \cos\theta_1 \sin\theta_2 \quad (6)$$

Dari Persamaan (5) dan (6) serta menggunakan analisis kinematika balik, maka akan didapatkan:

$$\theta_2 = \cos^{-1} \left\{ \frac{x^2 + y^2 - L_1^2 - L_2^2}{2L_1 L_2} \right\} \quad (7)$$

sudut θ_1 dapat dicari melalui $\theta_1 = \beta - \alpha$

Dengan hukum identitas trigonometri:

$$\tan a + b = \frac{\tan a - \tan b}{1 + \sin a \sin b} \quad (8)$$

didapatkan:

$$\tan \theta_1 = \frac{y.L_1 + L_2 \cos\theta_2 - x.L_2 \sin\theta_2}{x.L_1 + L_2 \cos\theta_2 - y.L_2 \sin\theta_2} \quad (9)$$

sehingga

$$\theta_1 = \tan^{-1} \frac{y.L_1 + L_2 \cos\theta_2 - x.L_2 \sin\theta_2}{x.L_1 + L_2 \cos\theta_2 - y.L_2 \sin\theta_2} \quad (10)$$

PERANCANGAN

A. Pemodelan Sistem

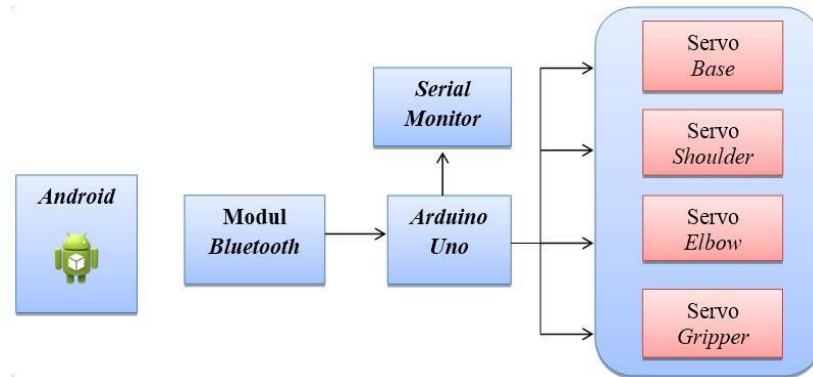
Pemodelan sistem ditunjukkan pada Gambar 6.

B. Konfigurasi Modul Bluetooth HC-05

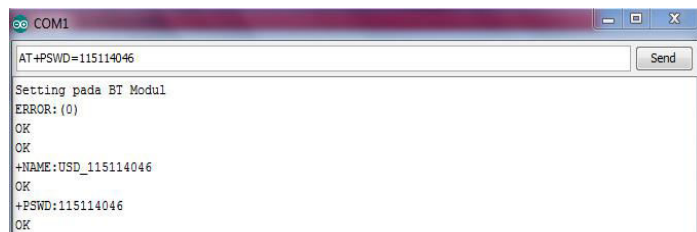
Dengan menggunakan mode *AT Command*, modul *Bluetooth* dikonfigurasi sebagai berikut:

1. Nama perangkat modul *Bluetooth* adalah USD_115114046.
2. *Password* untuk melakukan proses *pairing* adalah 115114046.

3. Modul *Bluetooth* dikonfigurasi sebagai perangkat *slave*.
 4. Menggunakan *baud rate* 38400 dengan 0 *stop bit* dan *no parity*.
- Setting password* ditunjukkan pada Gambar 7, sedangkan *setting nama* modul *Bluetooth* HC-05 ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 6 Pemodelan sistem utama

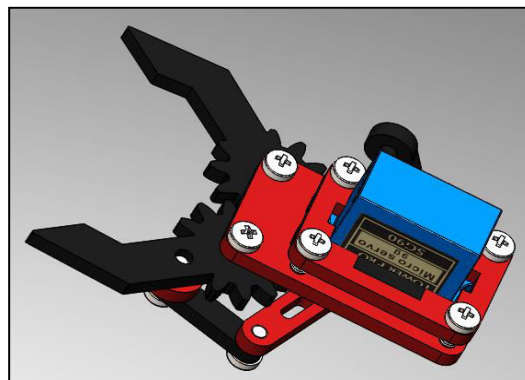


Gambar 7 *Setting password* modul *Bluetooth* HC-05

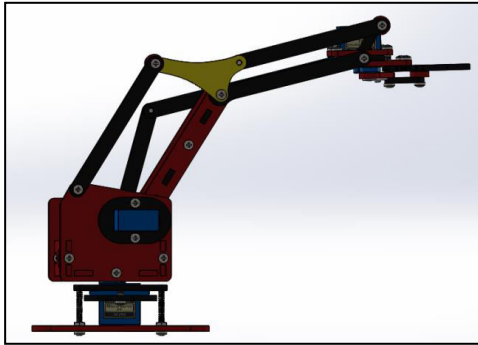


Gambar 8 *Setting nama* modul *Bluetooth* HC-05

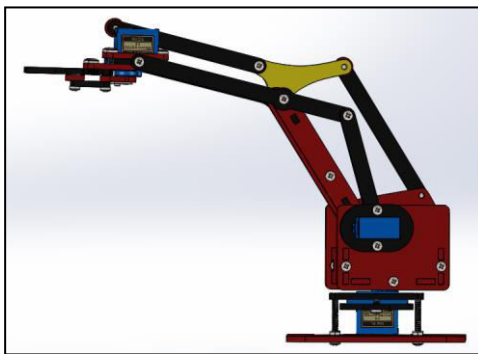
C. Desain Lengan Robot



Gambar 9 Desain *gripper*

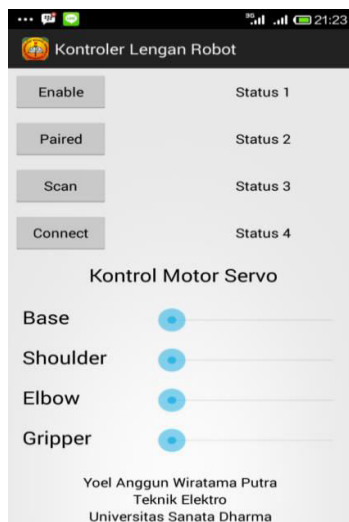


Gambar 10 Lengan robot tampak samping1



Gambar 11 Lengan robot tampak samping2

D. Desain *Interface* Aplikasi Kontroler Lengan Robot dengan *Seek Bar*

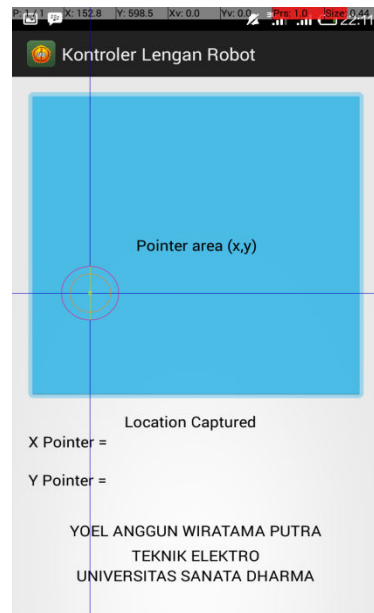


Gambar 12 Desain *interface* aplikasi kontroler lengan robot

Untuk dapat mengaktifkan komunikasi antara aplikasi kontroler lengan robot dengan lengan robot, maka komunikasi *Bluetooth* harus dinyalakan, dengan proses sebagai berikut:

1. Tekan tombol *Enable* untuk menyalakan *Bluetooth*.
2. Tekan tombol *Scan* untuk mencari perangkat *Bluetooth* yang aktif.
3. Tekan tombol *Paired* untuk proses pairing dengan modul *Bluetooth HC-05*.
4. Masukkan *password* dengan nilai 115114046
5. Tekan tombol *Connect* dan mulai menggeser *seek bar* atau *pointer location* pada *interface*.

E. Desain *Interface* Aplikasi Kontroler Lengan Robot dengan *Pointer Location*



Gambar 13 Desain *interface* aplikasi kontroler lengan robot dengan *pointer location*

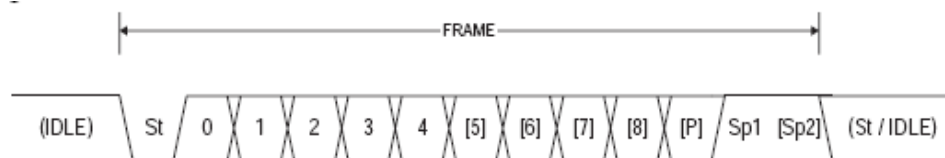
Nilai yang akan ditangkap oleh *pointer location* adalah nilai koordinat *x* dan *y* pada layar *touchscreen smartphone Android*. Nilai tersebut akan

dikonversikan untuk menggerakkan lengan robot.

F. Format Pengiriman Data

Data akan dikirim menggunakan komunikasi serial UART dengan *baud rate* 38400, tanpa *parity* dan 0 *stop bit*. Gambar 14 merupakan format *frame* komunikasi UART secara umum.

Penggunaan data *header* diperlukan untuk membedakan perintah ke setiap motor servo yang ada pada lengan robot. *Delimiter* yang digunakan berupa *endline* karakter atau karakter *enter*. Sehingga modul *Bluetooth* HC-05 dapat mengetahui ketika sebuah paket data selesai dikirim dari aplikasi kontroler lengan robot *smartphone Android*.



Gambar 14 Format *frame* UART

Tabel 1 Format data aplikasi kontroler lengan robot

| Motor | Header | Data | Contoh Hasil Akhir (Header+Data) |
|-----------------|--------|--|-------------------------------------|
| <i>Base</i> | a | Sudut pergerakan lengan robot yang telah ternormalisasi (derajat). | a90 |
| <i>Shoulder</i> | b | Sudut pergerakan lengan robot yang telah ternormalisasi (derajat). | b30 |
| <i>Elbow</i> | c | Sudut pergerakan lengan robot yang telah ternormalisasi (derajat). | c45 |
| <i>Gripper</i> | d | Lebar cengkraman <i>gripper</i> (cm). | d2 |

SIMPULAN

Berdasarkan perancangan yang telah dibuat, maka dapat disimpulkan:

1. Pengujian daerah kerja dan kalibrasi posisi motor servo diperlukan untuk membuat aplikasi kontroler lengan robot dapat berfungsi maksimal.
2. Setelah proses perancangan ini, perangkat keras dan perangkat lunak akan direalisasikan sesuai perancangan yang telah dibuat.

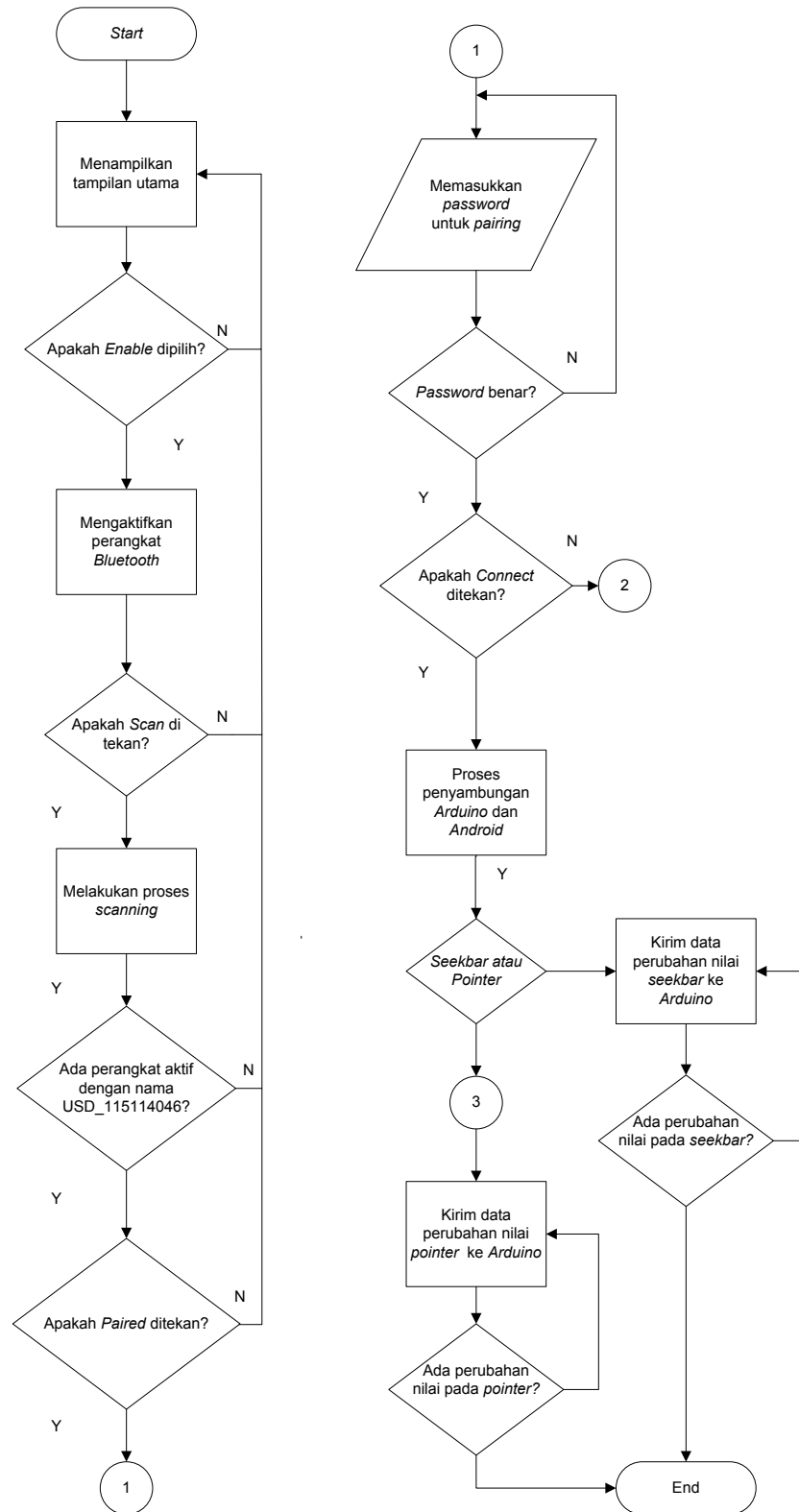
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Juliansah Amar. 2014. *Perancangan Sistem Kontrol Robot Pemindah Barang Menggunakan Aplikasi Android Berbasis Arduino Uno*.

Skripsi. Tangerang: Jurusan Sistem Komputer Universitas Raharja.

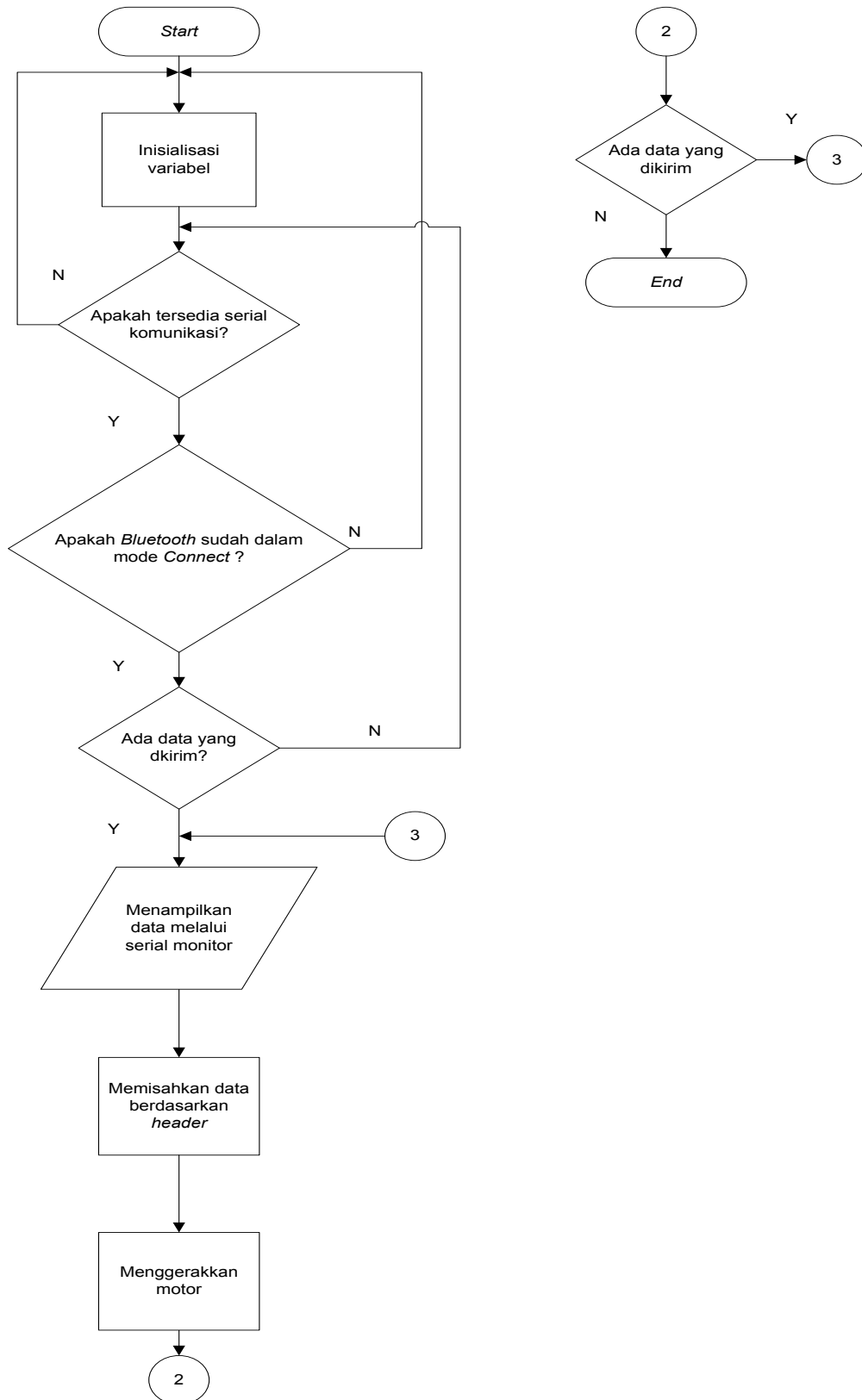
- [2] Meier Roto. 2010. *Professional Android 2 Application*. Indianapolis: John Wiley and Son Inc.
- [3] Price Ron. 2007. *Fundamental of Wireless Networking*. New York: McGraw-Hill Companies Inc.
- [4] Guangzhou HC Information Technology Co. *Datasheet modul Bluetooth HC-05*. Guangzhou: Guangzhou HC Information Technology Co.
- [5] Pitowarno Endra. 2006. *Desain, Kontrol, dan Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta: Andi Offset.

G. Diagram Alir Aplikasi Kontroler Lengan Robot



Gambar 15 Diagram alir aplikasi kontroler lengan robot

H. Diagram Alir Arduino Uno



Gambar 16 Diagram alir *arduino uno*