

PENGENDALIAN Lengan ROBOT PNEUMATIK PEMINDAH PLAT MELALUI BLUETOOTH DENGAN HANDPHONE BERTEKNOLOGI JAVA

Edi Sunardi⁽¹⁾, Sumardi⁽²⁾, Maman Somantri⁽²⁾

Laboratorium Teknik Kontrol Otomatik

Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Abstrak

Bluetooth merupakan teknologi yang berkembang sebagai jawaban atas kebutuhan komunikasi antar perlengkapan elektronik agar dapat saling mempertukarkan data dalam jarak yang terbatas menggunakan gelombang radio dengan frekuensi tertentu. Salah satu implementasi bluetooth yang populer adalah pada peralatan ponsel. Bluetooth adalah teknologi radio jarak pendek yang memberikan kemudahan konektivitas bagi peralatan-peralatan nirkabel. Teleoperasi atau telekontrol merupakan kemampuan untuk melakukan pengendalian dan pengoperasian suatu peralatan dari jarak jauh tanpa operator manusia. Sistem seperti ini sangat diperlukan untuk keperluan sistem pengendalian yang mengandung resiko besar bagi operator manusia, seperti operasi dalam reaktor nuklir. Sistem teleoperasi dibangun sebagai solusi yang dapat digunakan untuk menjamin keselamatan bagi operator manusia tanpa mengurangi keberhasilan dari proses yang berlangsung. Dengan memanfaatkan handphone yang mempunyai fasilitas Bluetooth dimungkinkan membuat suatu jaringan lokal untuk membangun suatu sistem teleoperasi dengan biaya murah dan efisien.

Java yang merupakan bahasa pemrograman yang berorientasi objek mempunyai 3 lingkungan kerja baik untuk aplikasi Desktop (Java 2 Standard Edition), aplikasi Enterprise (Java 2 Enterprise Edition) maupun aplikasi untuk device dengan memori minimal (Java 2 Micro Edition). Serta API java yaitu JSR-82 yang mendukung pemrograman dengan Bluetooth dapat dikembangkan untuk membangun suatu sistem teleoperasi dengan media perantara bluetooth. Aplikasi dapat dibuat dengan midlet Java yang diinstal pada handphone yang mendukung teknologi Java serta adanya perangkat bluetooth.

Sistem teleoperasi yang dibuat dapat berfungsi dengan baik untuk melakukan pengendalian robot pneumatik menggunakan PLC dengan keberhasilan mengirimkan perintah – perintah ke server dan meneruskannya ke PLC dan dapat mengolah data umpan balik dari PLC menjadi tampilan visualisasi animasi gerakan robot sebagai antarmuka untuk klien. Agar proses pengendalian dapat berjalan dengan baik maka posisi penempatan plat harus tepat pada posisi peghisapan. Komputasi pada sisi klien dibuat seminimal mungkin karena keterbatasan memori dan prosesor di handphone. Jarak koneksi antara klien dengan server adalah maksimal 35,73 meter untuk tanpa halangan dan 14,7 meter untuk koneksi dengan adanya halangan.

Kata Kunci : Teleoperasi, Bluetooth, Java, PLC, Lengan Robot Pneumatik

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam industri yang memiliki plant – plant dengan tingkat resiko bahaya yang cukup tinggi telah melakukan implementasi teknik pengendalian dan pemantauan melalui jarak jauh (teleoperasi).

Perkembangan teknologi *bluetooth* sebagai komunikasi *wireless* yang biasa digunakan untuk transfer data antar perangkat seperti pada *handphone*.

Dalam tugas akhir ini dilakukan implementasi suatu sistem teleoperasi melalui *bluetooth* terhadap plant Lengan Robot Pneumatik Pemindah Plat yang digerakkan menggunakan PLC. Sistem teleoperasi yang dibangun memanfaatkan teknologi Java yang memungkinkan pengendalian terhadap plant dapat dilakukan melalui *handphone*.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah mengimplementasikan sistem teleoperasi melalui *bluetooth* pada pengendalian plant Lengan Robot Pneumatik Pemindah Plat menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*). Pengendalian dilakukan melalui *handphone* yang dibangun dengan menggunakan teknologi Java 2 Micro Edition yang didukung dengan teknologi *bluetooth*.

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam tugas akhir ini dilakukan pembuatan perangkat lunak teleoperasi melalui *bluetooth* pada pengendalian lengan robot pneumatik menggunakan PLC (*Programmable Logic Controller*) dengan menggunakan bahasa pemrograman Java.

Adapun yang menjadi batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Plant yang dikendalikan adalah plant Lengan Robot Pneumatik Pemindah Plat menggunakan PLC.
2. PLC yang digunakan adalah LG Master - K30H
3. Antarmuka komunikasi dengan plant dilakukan melalui RS232.
4. Sistem mekanik dan pneumatik yang terdapat pada plant tidak dibahas secara mendalam.
5. Perangkat lunak dibuat dengan menggunakan bahasa pemrograman *Java 2* dengan versi SDK 1.5.0 update 9.
6. Aplikasi server dibuat menggunakan Java pada sistem operasi *Windows XP Professional Service Pack 2*.

(1) Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro UNDIP Semarang

(2) Staf Pengajar Jurusan Teknik Elektro UNDIP Semarang

7. Protokol komunikasi *bluetooth* dengan menggunakan *Serial Port Profil*.
8. Antarmuka perangkat lunak disisi klien berupa *Midlet Java* yang diakses melalui *handphone*.
9. *Handphone* yang digunakan adalah *handphone* yang telah mendukung *Java* dan *bluetooth*.

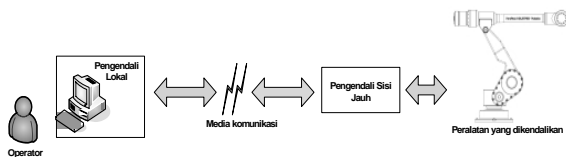
II. DASAR TEORI

2.1 Pengendalian Jarak Jauh dan Teleoperasi^[9]

Teknologi teleoperasi merupakan teknologi yang berhubungan dengan interaksi antara manusia dengan sistem secara otomatis dari jarak yang jauh.

Ide awal penerapan sistem teleoperasi ini bertujuan untuk digunakan pada kondisi lingkungan yang sangat berbahaya dan tidak terstruktur sehingga situasi lingkungannya tidak dapat diperkirakan secara tepat, misalnya daerah pertambangan, pembuangan limbah bom, dasar laut dan lain sebagainya. Untuk itu diperlukan suatu sistem yang mampu menjamin keselamatan dan kenyamanan operator selama bekerja dalam lingkungan tersebut.

Secara umum komponen dasar dari sebuah sistem teleoperasi diperlihatkan pada gambar 1.



Gambar 1 Komponen dasar sistem teleoperasi

Dalam sistem teleoperasi, secara garis besar terdapat dua buah komponen utama yaitu bagian pengendali lokal (*Local Site*) dan bagian pengendali sisi jauh (*Remote Site*).

Pengendali lokal merupakan bagian pengendali oleh operator, sedangkan bagian pengendali sisi jauh (*Remote Site*) adalah bagian yang berhubungan langsung dengan peralatan yang dikendalikan

2.2 Bluetooth^[4]

Bluetooth adalah sebuah teknologi komunikasi *wireless* (tanpa kabel) yang beroperasi dalam pita frekuensi 2,4 GHz *unlicensed ISM (Industrial, Scientific and Medical)* dengan menggunakan sebuah *frequency hopping tranceiver* yang mampu menyediakan layanan komunikasi data dan suara secara *real-time* antara *host-host bluetooth* dengan jarak jangkauan layanan yang terbatas. *Bluetooth* sendiri dapat berupa *card* yang bentuk dan fungsinya hampir sama dengan *card* yang digunakan untuk *wireless local area network (WLAN)* yang menggunakan frekuensi radio standar IEEE 802.11, hanya saja pada *bluetooth* mempunyai jangkauan jarak layanan yang lebih pendek dan kemampuan *transfer* data yang lebih rendah.

2.2.1 Sejarah Bluetooth^[4]

Nama *bluetooth* berawal dari proyek prestisius yang dipromotori oleh perusahaan-perusahaan raksasa internasional yang bergerak di bidang telekomunikasi dan komputer, di antaranya *Ericsson, IBM, Intel, Nokia, dan Toshiba*. Proyek ini di awal tahun 1998 dengan kode nama *bluetooth*, karena terinspirasi oleh seorang raja Viking (Denmark) yang bernama Harald Blatand. Raja Harald Blatand ini berkuasa pada abad ke-10 dengan menguasai sebagian besar daerah Denmark dan daerah Skandinavia pada masa itu. Dikarenakan daerah kekuasaannya yang luas, raja Harald Blatand ini membiayai para ilmuwan dan insinyur untuk membangun sebuah proyek berteknologi metamorfosis yang bertujuan untuk mengontrol pasukan dari suku-suku di daerah Skandinavia tersebut dari jarak jauh. Maka untuk menghormati ide raja Viking tersebut, yaitu Blatand yang berarti *bluetooth* (dalam bahasa Inggris) proyek ini diberi nama.

2.2.2 Memulai Komunikasi Dengan Bluetooth

Pada Tugas Akhir ini komunikasi *Bluetooth* digunakan oleh dua buah perangkat, yaitu komputer (PC) dan telepon genggam. Penggunaan komunikasi *Bluetooth* untuk kedua perangkat ini kurang lebih sama. Pada telepon genggam untuk memulai suatu koneksi, maka pertama yang harus dilakukan adalah mengaktifkan fasilitas *bluetooth* terlebih dahulu. Kemudian dilanjutkan dengan pencarian (*inquiry*) sinyal *bluetooth* dari perangkat lain. Apabila telepon genggam berada dalam jangkauan pancaran sinyal *bluetooth* oleh perangkat lain dan perangkat tersebut memiliki layanan (*service*) yang diinginkan, maka dapat dibangun koneksi ke perangkat tersebut.

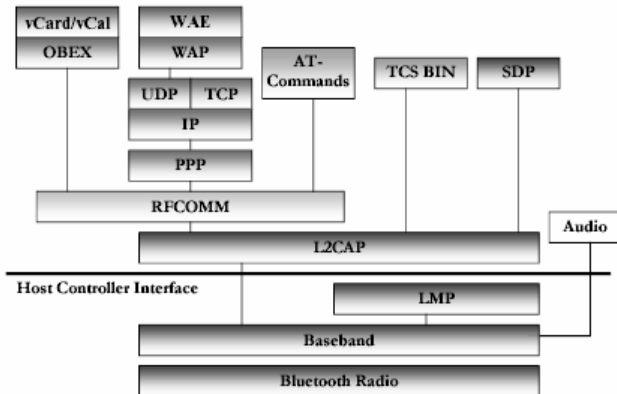
Komunikasi *Bluetooth* PC pada tugas akhir ini memiliki persyaratan-persyaratan khusus. PC pada umumnya tidak memiliki komunikasi *Bluetooth*, jadi untuk dapat menggunakannya PC harus dihubungkan dengan perangkat *bluetooth* tambahan (*bluetooth dongle*), seperti *USB Bluetooth Adapter*. Untuk merek-merek *Bluetooth Adapter* tertentu, ada yang sudah dapat langsung dikenali oleh sistem operasi seperti Microsoft Windows XP Service Pack 2, sehingga tidak perlu menggunakan *driver* lagi. Setelah *Bluetooth Adapter* terinstalasi di PC, maka untuk memulai komunikasi perangkat ini harus dapat ditemukan oleh perangkat lain (*discovery on*).

2.2.3 Protokol Bluetooth^[4]

Protokol-protokol *bluetooth* dimaksudkan untuk mempercepat pengembangan aplikasi-aplikasi dengan menggunakan teknologi *bluetooth*. *Layer-layer* bawah pada *stack protokol bluetooth* dirancang untuk menyediakan suatu dasar yang fleksibel untuk pengembangan protokol yang lebih lanjut.

Tabel 1 Protokol-Protokol Dan Layer-Layer pada Stack
Protokol *Bluetooth*

PROTOCOL LAYER	PROTOCOL IN THE STACK
Bluetooth Core Protocols	Baseband, LMP, L2CAP, SDP
Cable Replacement Protocol	RFCOMM
Telephony Control Protocols	TCS Binary, AT-commands
Adopted Protocols	PPP, UDP/TCP/IP, OBEX, WAP, vCard, vCal, IrMC, WAE



Gambar 2 Bluetooth protocol stack

Tiga buah lapisan fisik yang sangat penting dalam protokol arsitektur *Bluetooth* ini adalah :

1. **Bluetooth radio**, adalah lapis terendah dari spesifikasi *Bluetooth*. Lapis ini mendefinisikan persyaratan yang harus dipenuhi oleh perangkat *tranceiver* yang beroperasi pada frekuensi 2,4 GHz ISM.
2. **Baseband**, lapis yang memungkinkan hubungan RF terjadi antara beberapa unit *Bluetooth* membentuk *piconet*. Sistem RF dari *bluetooth* ini menggunakan frekuensi-*hopping-spread spectrum* yang mengirimkan data dalam bentuk paket pada time slot dan frekuensi yang telah ditentukan, lapis ini melakukan prosedur pemeriksaan dan paging untuk sinkronisasi transmisi frekuensi *hopping* dan *clock* dari perangkat *bluetooth* yang berbeda.
3. **LMP, Link Manager Protocol**, bertanggung jawab terhadap link set-up antar perangkat *Bluetooth*. Hal ini termasuk aspek securiti seperti autentifikasi dan enkripsi dengan pembangkitan, penukaran dan pemeriksaan ukuran paket dari lapis *baseband*.

2.3 Bahasa Pemrograman *Java*TM 2

Java adalah bahasa pemrograman komputer berbasis pada *Object Oriented Programming*. Aplikasi yang dihasilkan dengan bahasa *Java* dapat berupa aplikasi mandiri yang dijalankan dengan *Java*

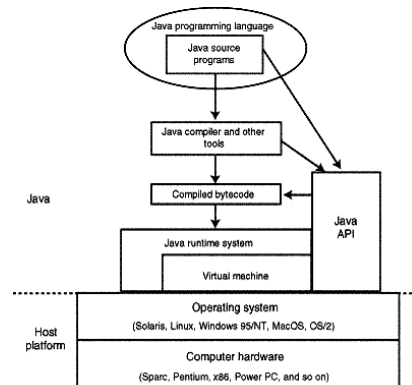
interpreter maupun berupa *applet* (aplikasi kecil yang berjalan diatas *web browser*).

Java menyediakan beberapa kelengkapan dan keunggulan yaitu antara lain :

- *Java* bersifat *simple*
- *Java* bersifat *Object Oriented*.
- *Java* bersifat *interpreted*.
- *Java* bersifat *portable*
- *Java* bersifat *robust*
- *Java* bersifat *multithreading*.
- *Java* bersifat *distributed*
- *Java* bersifat *high performance*
- *Java* bersifat *secure*

Dalam lingkungan pengembangan *java*, terdiri atas dua bagian yaitu *Java Compiler* dan *Java Interpreter*. *Java Compiler* menterjemahkan kode sumber program ke dalam *bytecode*. Hasil kompilasi, yaitu program *java* akan bisa dijalankan dengan bantuan *Java Interpreter*.

Java berjalan diatas *Java Virtual Machine* yang *platform specific*, sehingga setiap sistem akan berlaku sama bagi *Java*. Hal ini menghasilkan kelebihan dalam portabilitas namun juga menghilangkan kemampuan untuk mengakses perangkat keras secara langsung dalam sistem tersebut.



Gambar 3 Mekanisme eksekusi dan kompilasi bahasa *Java*

2.3.1 Pemrograman *Bluetooth* dengan *Java*

Java menyediakan dukungan yang luas untuk penggunaannya dalam pemrograman *bluetooth*. Dengan API *jsr-082 java* menyediakan library untuk pemrograman dengan *bluetooth*.

2.3.2 Pemrograman Perangkat Keras dengan *Java*

Pengaksesan perangkat keras masih mungkin dilakukan dengan adanya mekanisme dalam bahasa *Java* yang disebut *Java Native Interface* dimana memungkinkan bahasa *Java* dapat memanggil fungsi atau metode *native* yang ditulis dalam bahasa pemrograman lain yang *platform specific* (misalnya C/C++) yang kemudian dapat dieksekusi oleh *Java*.

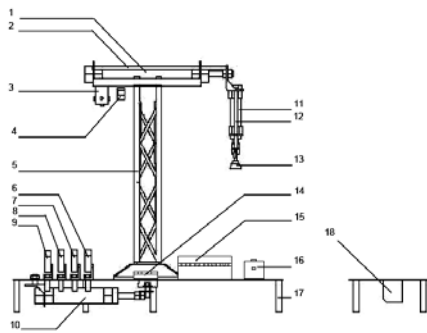
Khusus untuk pengaksesan port serial (RS232/434, COM, tty) dan port paralel (printer, LPT) *Java* telah menyediakan pustaka khusus yang

machine-independent melalui Java Communications API dengan menggunakan package `javax.comm`.

2.4 Lengan Robot Pneumatik Pemindah Plat Menggunakan PLC^{[2][3]}

Plant lengan robot pneumatik pemindah plat merupakan lengan robot yang memiliki 3 derajat kebebasan dengan penggerak sistem pneumatik dan menggunakan PLC sebagai pengendali proses.

Perangkat keras lengan robot pneumatik menggunakan 3 buah silinder kerja ganda dan sebuah generator vakum sebagai aktuaternya. Komponen – komponen yang terdapat pada plant lengan robot pneumatik pemindah plat diperlihatkan pada gambar 3.

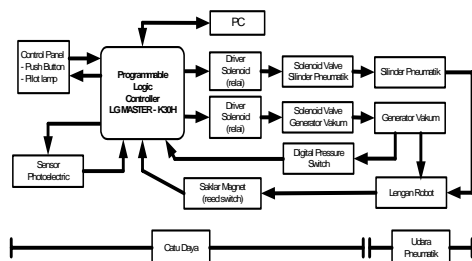


Gambar 4 Model lengan robot pneumatik (tampak samping)

Keterangan Gambar :

1. Silinder Pneumatik A
2. Poros Pengarah Silinder A
3. Generator Vakum
4. *Digital Pressure Switch*
5. Tiang penyangga
6. Katup Solenoid Generator Vakum
7. Katup Solenoid Silinder B
8. Katup Solenoid Silinder A
9. Katup Solenoid Silinder C
10. Silinder Pneumatik C
11. Silinder Pneumatik B
12. Poros Pengarah Silinder B
13. Mangkuk hisap (*suction cup*)
14. Relai
15. *Programmable Logic Controller*
16. Panel kendali
17. Penyangga meja
18. *Sensor Photoelectric*

Diagram blok fungsional sistem lengan robot pneumatik pemindah plat ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5 Diagram blok fungsional sistem lengan robot pneumatik.

Blok fungsional dari sistem yang terdapat pada gambar 5 dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. *Programmable Logic Controller* LG MASTER – K30H, digunakan untuk pengolahan data *input, output* dan pengendali proses.
2. Silinder pneumatik, digunakan sebagai alat yang akan dikontrol proses operasinya (*final control element*).
3. Generator vakum, digunakan sebagai pembangkit udara hisap untuk menghisap benda kerja.
4. Saklar magnet (*reed switch*) dan *limit switch*, digunakan untuk mendeteksi atau mengetahui posisi silinder pneumatik.
5. *Push button*, digunakan untuk tombol operasi pada PLC LG MASTER-K30H.
6. Katup solenoida (*Solenoid valve*), berfungsi sebagai aktuator silinder pneumatik dan generator vakum.
7. *Sensor Photoelectric*, sebagai pendeteksi benda kerja. (plat) yang akan dipindahkan.
8. *Digital Pressure switch*, digunakan sebagai sensor yang mengindikasikan adanya benda kerja menempel pada mangkuk hisap.
9. Relai, berfungsi sebagai *driver* katup solenoida.
10. Lampu pilot (*pilot lamp*), digunakan untuk mengetahui kondisi proses.
11. Komputer (PC), digunakan untuk *download* program ke PLC.

2.5 Komunikasi Serial RS232

Komunikasi serial adalah proses pengiriman data atau informasi per bit pada setiap waktunya. Proses pengiriman data dilakukan secara berurutan setiap bit-nya hingga seluruh data terkirimkan.

RS232 adalah sebuah standar antarmuka untuk komunikasi serial yang didefinisikan oleh EIA (*Electronic Industries Association*).

Dalam komunikasi serial terdapat dua mode komunikasi yang dapat digunakan yaitu komunikasi sinkron dan asinkron. Dalam mode komunikasi asinkron proses pengiriman data dilakukan dengan menggunakan *start* bit dan *stop* bit yang menunjukkan awal dan akhir data. Dalam mode komunikasi asinkron data dapat dikirimkan setiap saat berdasarkan adanya *start* bit dan *stop* bit.

Dalam mode komunikasi sinkron data dikirimkan dengan kecepatan tetap yang disinkronkan dengan sinyal pewaktuan ataupun alat kontrol untuk memberikan tanda awal adanya proses pengiriman data.

2.6 Programmable Logic Controller LG MASTER –K30H

2.6.1 Spesifikasi Perangkat Keras

PLC MASTER-K30H termasuk dalam tipe *compact* yang memiliki 16 *input* dan 16 *output* dan *input High Speed Counter* (counter kecepatan tinggi) yang dapat digunakan dengan tanpa slot *input - output* tambahan ataupun slot tambahan lainnya.

Daftar alamat memori dan alokasi-nya yang terdapat pada PLC^[27] ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2 Peta memori PLC MASTER-K30H

Alamat memori	Alokasi	Fungsi baca/tulis
[8C000H – 8CFFH]	<i>High Speed Counter</i>	Baca/Tulis
9000H – 900FH	Daerah M [M00 – M15]	Baca/Tulis
9100H – 910FH	Daerah M [M16 – M31]	Baca/Tulis
9200H – 920FH	Daerah M [M32 – M47]	Baca/Tulis
9300H – 930FH	Daerah M [M48 – M63]	Baca/Tulis
9400H – 940FH	Daerah K [K00 – K15]	Baca/Tulis
9500H – 950FH	Daerah K [K16 – K31]	Baca/Tulis
9600H – 960FH	Daerah <i>Timer [Contact]</i>	Baca/Tulis
9700H – 970FH	Daerah <i>Counter [Contact]</i>	Baca/Tulis
9800H – 980FH	Daerah F	Hanya baca
9900H – 990FH	Daerah P	Baca/Tulis
9A00H – 9AFFH	Daerah D	Baca/Tulis
9B00H – 9BFFH	<i>Timer [Current area]</i>	Baca/Tulis
9C00H – 9CFFH	<i>Counter [Current area]</i>	Baca/Tulis
9D00H – 9DFFH	<i>Step controller [S00 – D31]</i>	Baca/Tulis
9E00H – 9EFFH	<i>Timer [Setting area]</i>	Hanya baca
9F00H – 9FFFH	<i>Counter [Setting area]</i>	Hanya baca

Spesifikasi saluran komunikasi melalui port serial RS232C yang didukung oleh PLC MASTER-K30H^[27] diperlihatkan pada tabel 3.

Tabel 3 Spesifikasi komunikasi PLC MASTER-K30H

Item	Spesifikasi
Antarmuka komunikasi	RS232C
Port komunikasi	Port RS232C
Metode komunikasi	<i>Half-Duplex</i>
Metode Sinkronisasi	Asinkron (Sistem start, stop)
Karakter	Bit data : 8 bits
	Bit paritas : tidak ada
	Bit stop : 1 bit
<i>Error Check</i>	BCC <i>Check (Block Check Character)</i>
Sinyal Kontrol	Kode ASCII
<i>Baud Rate</i>	9600 <i>Baud</i>
Jarak	Maksimum 15 meter

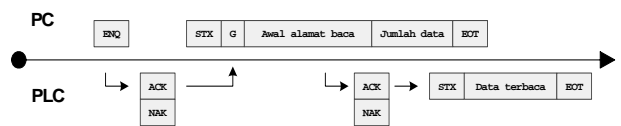
2.6.2 Protokol Komunikasi PLC

Perintah yang didukung dalam proses komunikasi PLC^[8] ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Perintah yang didukung pada komunikasi PLC MASTER-K30H

Perintah	Fungsi	Daerah yang didukung
G(g)	Membaca <i>byte</i>	P, M, L, K, F
H(h)	Menulis <i>byte</i>	P, M, L, K
M(m)	Mengubah mode	-

Dalam proses pembacaan data pada PLC digunakan format urutan *frame* khusus yang ditunjukkan pada gambar 6.



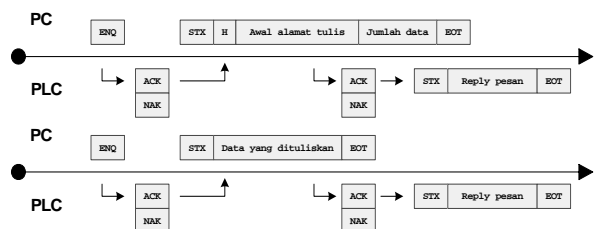
Gambar 6 Format *frame* protokol pembacaan data dari PLC

Format protokol pada gambar 5 menggunakan menggunakan kode kontrol berupa kode ASCII yang diperlihatkan pada tabel 5.

Tabel 5. Kode kontrol ASCII

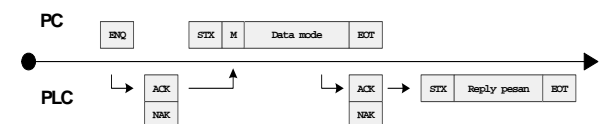
Kode kontrol	Kode Heksadesimal	Keterangan
ENQ	05H	<i>Enquiry</i>
ACK	06H	<i>Acknowledge</i>
NAK	21H	<i>Negative Acknowledge</i>
STX	02H	<i>Start of Text</i>
EOT	04H	<i>End of Text</i>

Untuk proses penulisan data pada PLC menggunakan format *frame* khusus yang ditunjukkan pada gambar 7.



Gambar 7. Format *frame* protokol penulisan data ke PLC

Sedangkan untuk proses pengubahan mode PLC digunakan format *frame* khusus yang ditunjukkan pada gambar 8



Gambar 8 Format *frame* protokol pengubahan mode PLC

Data mode yang digunakan pada perintah pengubahan mode PLC ditunjukkan pada tabel 6.

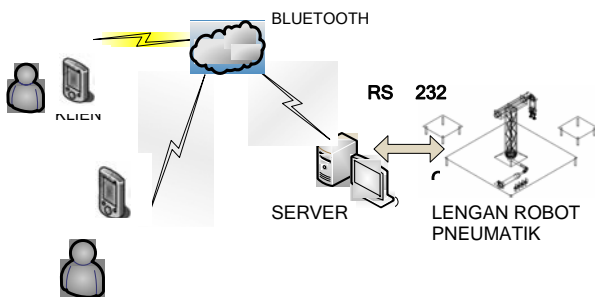
Tabel 6. Data mode PLC

Mode	Data
RUN	01
STOP	02
PAUSE	04

III. PERANCANGAN SISTEM

3.1 Konfigurasi dan Perencanaan Sistem

Sistem pengendalian melalui bluetooth atau teleoperasi yang dibangun terdiri atas komponen klien (handphone) sebagai antarmuka kepada pengguna, bluetooth server (PC) dan antarmuka ke robot yang dikendalikan. Konfigurasi dari komponen yang ada pada sistem teleoperasi yang dibangun diperlihatkan pada gambar 9.



Gambar 9 Konfigurasi sistem teleoperasi

Dari gambar 3.1 dapat dibuat perancangan yang dilakukan dalam 3 sistem utama teleoperasi dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sub sistem PLC

Dalam bagian ini dilakukan modifikasi dan penambahan program *ladder* PLC untuk mendukung pengoperasian mode manual. Dilakukan penyesuaian terhadap jalur *input – output* yang digunakan pada PLC. Perintah pengendalian yang diberikan ke PLC adalah dengan membuat perubahan kondisi jalur *input-output* PLC secara langsung melalui PC dengan komunikasi serial RS232 sesuai dengan perintah yang diinginkan.

2. Sub sistem Server

Sub sistem server akan menjembatani proses komunikasi antara klien dengan plant. Server akan menerima perintah yang diberikan oleh klien dan mengolah perintah tersebut menjadi format yang dimengerti oleh PLC dan kemudian mengirimkannya ke PLC.

3. Sub sistem Klien

Merupakan bagian yang menyediakan antarmuka program pengendalian pada pengguna atau user. Antarmuka pengendalian yang digunakan adalah berupa *Midlet* Java yang dapat dijalankan melalui handphone. Dalam bagian ini dilakukan perancangan antarmuka grafis untuk pengiriman

perintah pengendalian terhadap plant dan juga visualisasi grafis yang menunjukkan kondisi sebenarnya dari plant dan saluran *input –output* PLC.

Dalam *Midlet* juga dilakukan proses pengolahan data terhadap perintah yang diberikan oleh user untuk dikirimkan ke PLC dan data yang dikirimkan oleh server yang berasal dari *reply* PLC yang akan ditampilkan pada sisi pengguna.

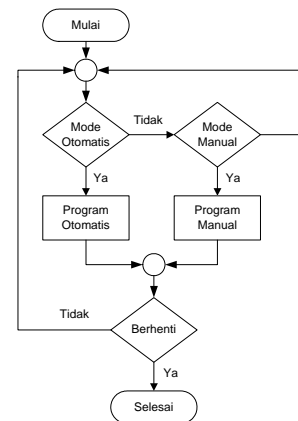
3.2 Perancangan Perangkat Lunak

3.2.1 Sub sistem PLC

Pembuatan program *ladder* dilakukan dengan program aplikasi KGL_WIN, yang juga berfungsi untuk men-*transfer* dari program *ladder* ke bahasa mesin dan men-*download* program dari komputer ke memori PLC melalui port serial RS232.

3.2.1.1 Program Utama *Ladder* PLC

Diagram alir dari program utama *ladder* PLC yang mendukung kedua mode tersebut diperlihatkan pada gambar 10.



Gambar 10 Diagram alir program utama PLC

3.2.1.2 Program *Ladder* Mode Otomatis

Perubahan yang dilakukan pada *ladder* program otomatis adalah adanya proses bersyarat yaitu bahwa setiap solenoida dapat ON (aktif) hanya bila mode manual dalam keadaan tidak aktif.

Algoritma dari program *ladder* proses pemindahan plat pada mode otomatis ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7 Algoritma tahapan kerja proses pemindahan plat otomatis^[21]

Tahap Kerja	Silinder A	Silinder B	Silinder C	Vakum
1	Keluar	Masuk	Masuk	OFF
2	Keluar	Keluar	Masuk	OFF
3	Keluar	Keluar	Masuk	ON
4	Keluar	Masuk	Masuk	ON
5	Masuk	Masuk	Masuk	ON
6	Masuk	Masuk	Keluar	ON
7	Keluar	Masuk	Keluar	ON
8	Keluar	Keluar	Keluar	ON
9	Keluar	Keluar	Keluar	OFF
10	Keluar	Masuk	Keluar	OFF
11	Masuk	Masuk	Keluar	OFF
12	Masuk	Masuk	Masuk	OFF

3.2.1.3 Program Ladder Mode Manual

Dalam mode manual setiap *solenoid valve* yang terdapat pada plant lengan robot pneumatik dapat diaktifkan atau dinonaktifkan secara tersendiri.

Untuk mengimplementasikan mode manual digunakan satu jalur *input* tersendiri untuk mengaktifkan setiap solenoida yang ada. Sedangkan untuk menonaktifkan solenoida digunakan sebuah relai internal untuk setiap solenoida.

Saluran *input* dan relai internal yang digunakan dalam mode manual diperlihatkan pada tabel 8.

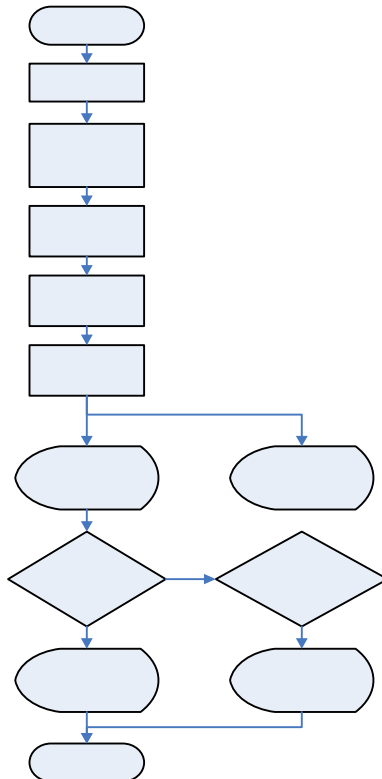
Tabel 8. Saluran *input* dan *internal relay* pada mode manual

Alamat	Fungsi
P0013	Mengaktifkan solenoida vakum
P0015	Mengaktifkan solenoida A
P0016	Mengaktifkan solenoida B
P0017	Mengaktifkan solenoida C
M0030	Menon-aktifkan solenoida A
M0031	Menon-aktifkan solenoida B
M0032	Menon-aktifkan solenoida C
M0033	Menon-aktifkan solenoida vakum
M0041	Mengaktifkan dan non-aktifkan mode manual

3.2.2 Sub Sistem Server

Pada sistem pengendalian melalui *bluetooth*, bagian server merupakan sub sistem yang menyediakan layanan dalam proses pertukaran data antara lengan robot pneumatik sebagai peralatan yang dikendalikan dengan perlatan pengendali yaitu handphone.

Diagram alir dari program server diperlihatkan pada gambar 11.



Gambar 11 Diagram alir server

Dalam Sub Sistem Server terdapat 10 buah class dengan fungsi berbeda yang terdiri dari :

1. *LoginFrame.java*, merupakan main *class* yang berupa Frame tampilan GUI untuk memulai aplikasi pengendalian. *Class* ini berfungsi sebagai tampilan awal.
2. *SerialConf.java*, merupakan *class* yang menangani proses setting parameter pada port serial yang akan digunakan.
3. *SerialCom.java* merupakan *class* yang menangani proses inialisasi dan komunikasi melalui port serial dengan PLC.
4. *ControlBox.java*, merupakan *class* yang berfungsi untuk menentukan model pengendalian (pengendalian langsung dari komputer atau melalui *bluetooth*).
5. *Server.java*, merupakan *class* yang menangani koneksi *bluetooth* dengan membuat suatu *Thread* yang menunggu koneksi dari klien.
6. *PLCHandler.java* merupakan *class* yang menangani pertukaran data yang terjadi server dengan plant Lengan Robot Pneumatik.
7. *GambarRobot.java*, merupakan *class* yang berfungsi untuk menggambarkan kondisi plant robot pada monitor server.
8. *ClientStateChange.java*, merupakan *class* yang berfungsi untuk mengatur pergerakan animasi (state) robot.
9. *ClientHandler.java*, merupakan *class* yang berfungsi untuk mengolah data kembalian dari serial (plant) yang nantinya menghasilkan state – state yang dikirimkan ke *class ClientStateChange.java* untuk memperbarui tampilan monitoring robot pada server.
10. *ClientHandling.java*, merupakan *class* yang mengatur pertukaran data antara klien dan server dalam pengendalian melalui *bluetooth*.

3.2.3 Sub Sistem Klien

Sub Sistem Klien berfungsi untuk membangun sistem antarmuka dengan Sub Sistem Server dalam rangka pengendalian lengan robot sekaligus monitoring.

Pada Sub Sistem Klien terdapat 16 *class* yang mempunyai fungsi berbeda seperti sebagai berikut :

1. *ClientBox.java*, merupakan main *class* yang mengatur tampilan dan dieksekusi pertama kali pada saat aplikasi dijalankan.
2. *Intro.java*, *class* yang berfungsi untuk membuat tampilan awal pada saat aplikasi dijalankan.
3. *ClientAntri.java*, *class* yang berfungsi untuk membuat tampilan pada saat pengguna berada pada antrian.
4. *ClientConnection.java*, *class* yang berfungsi untuk mengatur koneksi klien dengan server.

yang bergerak sesuai dengan kondisi plant sebenarnya.

2. Penanganan perintah dari klien

Pengiriman perintah dilakukan juga dengan menambahkan *header* dengan karakter '\$' untuk perintah pengendalian robot yang selanjutnya perintah dari klien dengan tambahan *header* tersebut akan ditangani oleh ClientHandler untuk dikirimkan perintah yang sesuai ke PLC.

IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS

Pengujian dilakukan dengan mengamati data dari Klien - Server, Server - PLC, kesesuaian kondisi robot sesungguhnya dengan antarmuka robot pada handphone, pengujian jarak maksimal koneksi, Pengujian komparabilitas dengan handphone berbeda.

4.1 Pengujian Jarak

Pengujian jarak dilakukan dengan mengatur jarak posisi antara klien dengan server. Data pengujian ditunjukkan pada tabel 9.

Tabel 9 Pengujian Jarak Maksimal Jangkauan Koneksi Bluetooth Klien - Server

No	Jarak Uji (m)	Pengujian Tanpa Halangan			Pengujian Dengan Halangan		
		1	2	3	1	2	3
1.	5	OK	OK	OK	OK	OK	OK
2.	10	OK	OK	OK	OK	OK	OK
3	15	OK	OK	OK	OK	OK	OK
4	17,6	OK	OK	OK	OK	OK	OK
5	18	OK	OK	OK	OK	-	OK
6	18,2	OK	OK	OK	OK	-	-
7	20	OK	OK	OK	-	-	-
8	25	OK	OK	OK	-	-	-
9	30	OK	OK	OK	-	-	-
10	35	OK	OK	OK	-	-	-
11	35,4	OK	OK	OK	-	-	-
12	35,8	-	OK	OK	-	-	-
13	36	-	OK	-	-	-	-
14	36,5	-	-	-	-	-	-
15	37	-	-	-	-	-	-
Rata - rata		35,73 m			14,6 m		

4.2 Pengujian Antrian

Pengujian tampilan pada klien sesuai dengan data antrian yang dikirim oleh server. Hasil pengujian antrian ditunjukkan pada tabel 10.

Tabel 10 Pengujian Antrian

No.	Status Antrian	Tampilan	Keterangan
1.	1	Sesuai	Sesuai
2.	2	Sesuai	Sesuai
3.	3	Sesuai	Sesuai
4.	4	Sesuai	Sesuai

4.3 Pengujian komparabilitas perangkat klien

Pengujian dilakukan dengan cara menjalankan aplikasi pengendalian dengan mengganti perangkat klien (*handphone*) yang digunakan.

Tabel 11 Pengujian Komparabilitas Perangkat Klien

No.	Handphone	Pengujian Tampilan	Pengujian Perintah
1	Nokia 6600	Sesuai	Sesuai
2.	Nokia 6630	Sesuai	Sesuai
3.	Nokia 3230	Sesuai	Sesuai

4.4 Pengujian Antarmuka Monitoring

Pengujian monitoring dengan mengamati tampilan animasi sebagai respon pengiriman perintah klien

Tabel 12 Pengujian Antarmuka Monitoring Mode Otomatis

No.	Pengiriman Perintah	Tampilan Antarmuka	Kondisi Sensor
1.	START	Sesuai	Sesuai
2.	STOP	Sesuai	Sesuai
3.	RESET	Sesuai	Sesuai

Tabel 13 Pengujian Antarmuka Monitoring Mode Manual

No.	Pengiriman Perintah	Tampilan Antarmuka	Kondisi Sensor
1.	Maju (sil A On)	Sesuai	Sesuai
2.	Turun (sil B On)	Sesuai	Sesuai
3.	Hisap Plat (vak On)	Sesuai	Sesuai
4.	Naik (sil B Off)	Sesuai	Sesuai
5.	Mundur (sil A Off)	Sesuai	Sesuai
6.	Putar (sil C On)	Sesuai	Sesuai
7.	Maju (sil A On)	Sesuai	Sesuai
8.	Turun (sil B On)	Sesuai	Sesuai
9.	Lepas Plat (Vak Off)	Sesuai	Sesuai
10.	Naik (sil B Off)	Sesuai	Sesuai
11.	Mundur (sil A Off)	Sesuai	Sesuai
12.	Balik (sil C Off)	Sesuai	Sesuai

4.5 Pengujian Server

Pengujian pada aplikasi server dilakukan dengan menjalankan semua urutan pengoperasian serta melakukan uji coba untuk menerima koneksi dari klien.

Tabel 14 Hasil uji aplikasi server.

No	Urutan proses	Hasil Pengujian		
		1	2	3
1	Memulai server	Berhasil	Berhasil	Berhasil
2	Setting parameter serial	Berhasil	Berhasil	Berhasil
3	Inisialisasi port serial	Berhasil	Berhasil	Berhasil
4	Membuka koneksi Bluetooth	Berhasil	Berhasil	Berhasil
5	Menerima koneksi dari klien	Berhasil	Berhasil	Berhasil
6	Klien meninggalkan server	Berhasil	Berhasil	Berhasil

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan proses perancangan, pembuatan dan pengujian serta analisa pada tugas akhir ini, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Jarak koneksi *bluetooth* yang dapat dilakukan adalah rata – rata 35,73 meter untuk koneksi tanpa halangan dan 14,6 meter dengan adanya halangan.
2. Operating System yang digunakan harus Windows XP Service Pack 2, hal ini dikarenakan *driver* untuk *bluetooth adapter* untuk aplikasi Java hanya dapat didukung oleh *Operating System* tersebut.
3. Pemanggilan objek pada aplikasi klien dengan teknologi J2ME dapat dilakukan di *class* utama yaitu *ClientBox.java* dengan tujuan untuk penghematan penggunaan memory pada saat aplikasi dijalankan.
4. Untuk banyaknya klien yang terkoneksi pada sistem dibangun sebuah sistem antrian yang hanya memberikan akses kepada salah satu klien yang terkoneksi terlebih dahulu dan yang lain masih bisa terkoneksi tetapi harus menunggu klien sebelumnya sampai selesai mengendalikan.
5. Untuk kompatibilitas penggunaan handphone nokia dengan seri 6600, 6630 dan 3230 tampilan dan pengiriman perintah dapat berjalan dengan baik hanya saja semakin besar prosesor yang ada pada handphone sangat berpengaruh pada komputasi yang berlangsung.
6. Tampilan robot (*plant*) pada klien sama dengan kondisi robot sesungguhnya, tampilan dibangun dari data reply dari server yang berasal dari PLC.
7. Pembukaan server *bluetooth* dapat berjalan dengan baik, diawali dari setting port serial, inialisasi port serial, membuka koneksi, pengendalian hingga klien memutuskan koneksi dengan server.

5.2 Saran

Setelah dilakukan proses implementasi dan pengujian sistem pengendalian melalui *bluetooth* pada *plant* Lengan Robot Pneumatik menggunakan PLC dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Aplikasi dapat dikembangkan dengan pengendalian melalui GPRS atau 3G.
2. Pengembangan dengan teknologi jaringan internet dapat menggunakan model Enterprise Java Beans (EJB).
3. Untuk pengendalian dengan jaringan lokal dapat menggunakan model Remote Method Invocation (RMI).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hermawan, Benny, *Menguasa Java 2 & Object Oriented Programming*, Penerbit Andi, Yogyakarta, 2004.
- [2] Ilham, Dony. Pengendalian Lengan Robot Pneumatik Pemindah Plat Melalui Internet Berbasis Teknologi Java. Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, 2005.
- [3] Setiawan, Ari, “Perancangan Lengan Robot Pneumatik Pemindah Plat Menggunakan Programmable Logic Controller”, Tugas Akhir Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponegoro, 2004.
- [4] Siyamta, Pengantar Teknologi Bluetooth, www.ilmukomputer.com, 2005.
- [5]<http://www.java-tips.org>
- [6]<http://www.benhui.net>
- [7]<http://eclipse.org>
- [8]*LG Master-K30H RS232C Communication Manuals*
- [9]<http://www.java.sun.com>

Biodata Penulis



Edi Sunardi, lahir di kota Karawang, 6 Januari 1983. Telah menjalani pendidikan Sekolah Dasar Negeri Pajaten II, Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama Negeri 1 Rengasdengklok, Sekolah Menengah Umum Negeri 1 Karawang. Dan sekarang tengah menyelesaikan pendidikan Strata Satu di Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia.

Semarang, Mei 2007
Mengetahui/Mengesahkan,

Pembimbing I

Pembimbing II

Sumardi, ST. MT
NIP. 132 125 670

Maman Somantri, ST. MT.
NIP. 132 231 133