

Sistem Interlocking Persinyalan Berbasis PLC Dengan Metode HSB (*Hot Standby*) *Vital Safety Critical System*

Fuad Baridin Faisal¹ Edi Rakhman², Peni Handayani³,

¹Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail : fuad.baridin.tecs13@polban.ac.id

² Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail : edr@polban.ac.id

ediman27@gmail.com

³ Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail : penihan@polban.ac.id

penihandayani@ymail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah simulator *interlocking* dengan menggunakan metode redundansi dan HSB (*HOT STANDBY*). Metode tersebut akan menghasilkan pembandingan data dari dua buah sensor dan dua buah saluran transmisi dengan objek data yang sama, sehingga data yang dibutuhkan akan lebih akurat. Hasil uji sistem menunjukkan saat terjadi gangguan pada salah satu CPU PLC maka sistem akan tetap aktif karena PLC cadangan selalu standby untuk menggantikan peran CPU yang mengalami gangguan dan kerusakan, selain itu jika input data yang dikirimkan dari dua sensor di lapangan berbeda, maka data tersebut tidak akan dieksekusi, karena menandakan bahwa ada kerusakan komponen atau kesalahan pembacaan pada sensor yang akan membahayakan lalu lintas kereta api di stasiun. Untuk itu hasil Penelitian ini akan meningkatkan keselamatan lalu lintas kereta api pada sebuah stasiun.

Kata Kunci

Hot Standby, Interlocking, Safety, redundansi, PLC, Persinyalan

1. PENDAHULUAN

Sistem interlocking merupakan sebuah sistem yang berfungsi sebagai monitoring kondisi teknis di lapangan, pengamanan jalur, dan pengatur perangkat yang menunjang keluar masuknya kereta pada sebuah stasiun, sistem interlocking terdiri dari dua bagian yaitu vital dan non vital. Perangkat yang termasuk bagian vital diantaranya adalah motor wesel, lampu sinyal dan pendeteksi kereta pada sebuah track. Semua perangkat yang termasuk dalam bagian vital tersebut terhubung langsung dengan *room control* yang berada di stasiun, pada *room control* terdapat bagian non vital seperti LCP dan HMI sebagai perangkat yang memonitoring keadaan di lapangan. Untuk menghubungkan antara bagian vital dan non vital dibutuhkan suatu sistem transmisi atau sebuah sistem komunikasi yang handal agar tidak terjadi kesalahan yang bisa menyebabkan kecelakaan pada lalu lintas kereta api di sebuah stasiun.

Berdasarkan pada latar belakang dan uraian diatas, maka penulis mengangkat judul "Sistem Interlocking Persinyalan Berbasis Plc Dengan Metode Hsb (*Hot Standby*) *Vital Safety Critical System*" sebagai penelitian.

Dalam sebuah stasiun kereta api, sistem transmisi data dari lapangan ke *room control* sangat diperhatikan dan sistem yang digunakan saat ini pada pengiriman datanya hanya menggunakan satu media transmisi bisa disebut media transmisi tunggal, sehingga dengan hanya menggunakan media transmisi tunggal sistem redundansi yang diterapkan menjadi kurang maksimal atau tidak tepat penggunaannya, oleh karena itu untuk membuat sistem transmisi data lapangan ke ruang pengontrol lebih terjamin dari kegagalan, maka akan ditambahkan media transmisi yang mengirimkan data dari perangkat yang sama dilapangan, sehingga akan ada dua buah data yang bisa dijadikan pembandingan dan dengan adanya dua media tersebut maka sistem tersebut bisa menggunakan sistem redundansi dengan maksimal tanpa khawatir terjadi kegagalan pengiriman data dan dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi.

2. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Untuk merancang Sistem Interlocking Persinyalan Berbasis Plc Dengan Metode HSB (*Hot Standby*) diperlukan data awal berupa gangguan persinyalan yang terjadi di seluruh stasiun yang menggunakan sistem interlocking, jumlah gangguan yang telah

terjadi pada persinyalan ditunjukkan pada tabel dibawah ini

Table 2.0 Data Gangguan 2014-2015

NO	DAERAH	JUMLAH GANGGUAN
1	DAOP 1 JKT	10
2	DAOP 2 BDG	10
3	DAOP 3 CN	24
4	DAOP 4 SM	30
5	DAOP 5 PWT	5
6	DAOP 6 YK	8
7	DAOP 7 MN	4
8	DAOP 8 SB	15
9	DAOP 9 JB	5

Dari data tersebut menunjukkan bahwa gangguan terjadi dalam rentang waktu satu tahun. Dari data Jumlah gangguan yang terjadi dalam rentang waktu satu tahun, cukup mendapatkan perhatian dalam mengatasinya.

Selain dari data tersebut, Sistem Interlocking Persinyalan Berbasis Plc Dengan Metode HSB (Hot Standby) mengacu pada Pada Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia khususnya pada bidang persinyalan interlocking pada pasal 13 yang berbunyi:

persinyalan elektrik sebagaimana dimaksud ayat (1) huruf b harus memenuhi persyaratan yang meliputi:
 b. Menggunakan teknologi yang sudah teruji aman atau sudah tersertifikasi;

2.2 DASAR TEORI

Untuk menunjang penelitian yang dilakukan, perlu pengetahuan dan teori tentang jenis – jenis sistem *interlocking*, PLC, dan bahasa pemrograman. Berikut adalah landasan teori yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian tersebut:

2.2.1 Jenis Jenis *Interlocking*

Ada beberapa jenis *interlocking* yaitu :

1. *Mechanical Interlocking*

Pada peralatan *mechanical interlocking*, dibuat *locking bed*, yang terdiri dari palang baja membentuk jaringan. Tuas yang mngoperasikan switch, pemindah rel, sinyal atau peralatan lainnya dhubungkan ke palang yang bergerak dalam satu arah.

2. *Electro – Mechanical Interlocking*

Electro-Mechanical Interlocking juga menggunakan penguncian mekanik untuk memastikan urutan yang tepat dari tuas, tapi tuas yang digunakan jauh lebih kecil dibanding pada *mechanical interlocking*, karena mereka tidak secara langsung mengontrol perangkat lapangan

3. *Relay Interlocking*

Interlocking dilakukan secara full elektrik (kadang-kadang disebut sebagai "*all-electric*") terdiri dari sirkuit kompleks yang tersusun atas relay - relay dalam suatu pengaturan logika

relay yang memastikan state atau posisi masing-masing sinyal peralatan.

4. *Entrance-Exit Interlocking (NX)*

Sistem *interlocking* yang digunakan pada PT KAI DAOP IV SEMARANG ialah *Entrance-Exit Interlocking (NX)* tepatnya jenis MIS 801 yang termasuk jenis relay *interlocking*, tujuan dari perancangan sistem NX ini antara lain :

- Menyederhanakan pengarahan rute kereta api
- Mempercepat pengoperasian sistem
- Meminimalisir kemungkinan error yang terjadi selama pembuatan rute kereta api

2.2.2 Pengertian PLC

PLC (Programmable Logic Controller) ialah rangkaian elektronik berbasis mikroprosesor yang beroperasi secara digital, menggunakan *programmable memory* untuk menyimpan instruksi yang berorientasi kepada pengguna, untuk melakukan fungsi khusus seperti logika, sequencing, timing, arithmetic, melalui input baik analog maupun discrete / digital, untuk berbagai proses permesinan [4]

2.2.3 Pemrograman PLC

Berkaitan dengan pemrograman PLC, ada lima model atau metode yang telah distandardisasi penggunaannya oleh IEC (International Electrotechnical Commission) 1131-3 adalah sebagai berikut:

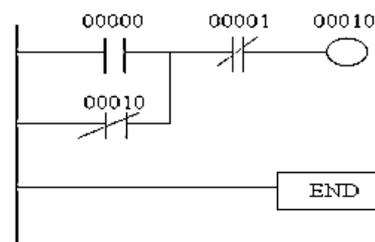
- List Instruksi (Instruction List) -

Pemrograman dengan menggunakan instruksi-instruksi bahasa level rendah (Mnemonic), seperti LD, AND, OR dan lain sebagainya. [1]

Table 2.1 Contoh list instruksi

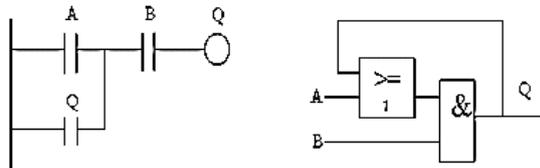
ALAMAT	INSTRUKSI	OPERAN
0	LD	00000
1	AND NOT	00001
2	OUT	00002
3	END	

- Diagram Tangga (Ladder Diagram)



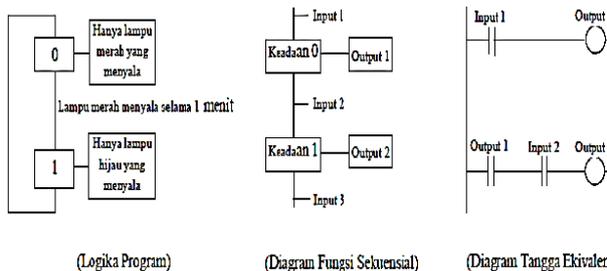
Gambar 2.0 Diagram Tangga (Ladder Diagram)

Pemrograman berbasis logika relai, cocok digunakan untuk persoalan persoalan kontrol diskret yang input/output hanya memiliki dua kondisi on atau off seperti pada sistem kontrol konveyor, lift, dan motor-motor industri. [1]



Gambar 2.1 (a) Diagram tangga (b) Diagram blok fungsional ekuivalennya[4]

Diagram Blok Fungsi (Function Blok Diagram) Pemrograman berbasis aliran data Secara grafis. Banyak digunakan untuk tujuan kontrol proses yang melibatkan Perhitungan-perhitungan kompleks dan akuisisi data analog. [1]



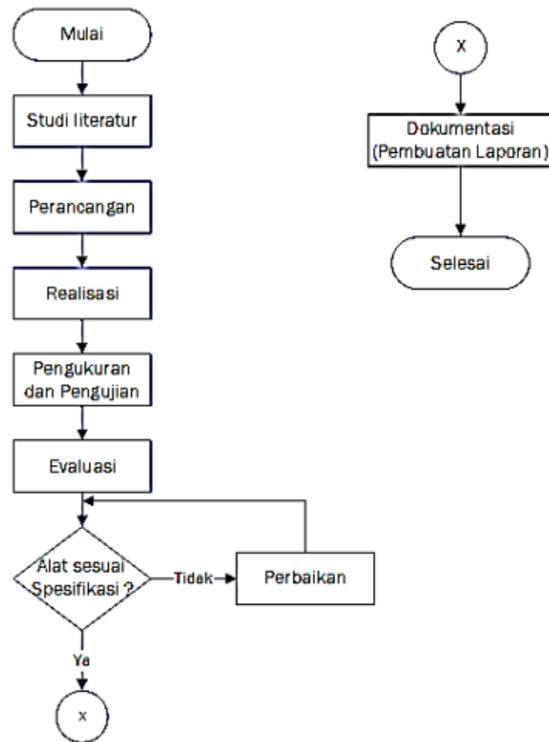
Gambar 2.2 Diagram Fungsi Sekuensial

• Diagram Fungsi Sekuensial (*Sequential Function/Flow Charts*) - Metode grafis untuk pemrograman terstruktur yang banyak melibatkan langkah-langkah rumit, seperti pada bidang robotika, perakitan kendaraan, *Batch Control*, dan lain sebagainya. [1]

3. METODOLOGI PERANCANGAN

3.1. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Untuk melakukan penelitian ini dilakukan beberapa tahapan sebagai berikut :

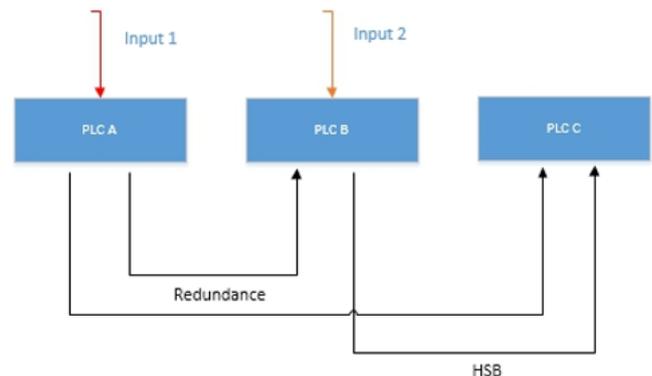


Gambar 3.1 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

3.2 Metode Pengujian

Pengujian hasil rancangan dilakukan dengan metode eksperimen di lab

3.3 Diagram Blok Sistem



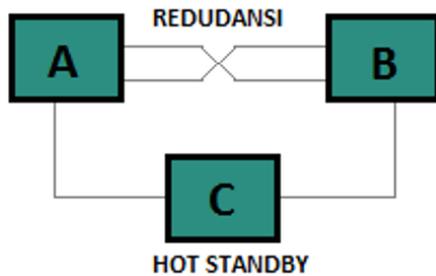
Gambar 3.2 Diagram Blok Sistem

Gambar 3.2 merupakan rancangan blok diagram dari alat yang akan dibuat. Secara garis besar data yang dikirim dari PLC A akan memiliki data pembanding karena di PLC A terpasang dua buah sensor yang keduanya mengirimkan data dari objek yang sama, sehingga saat data tersebut dikirimkan ke PLC B akan dibandingkan, apakah data yang diterima sama dengan data pembanding, jika sama maka data akan dieksekusi, akan tetapi apabila data dari kedua sensor tersebut berbeda, maka data tidak akan dieksekusi karena terjadi kesalahan, sedangkan PLC

C akan terus standby dan bekerja seperti PLC A dan B, sehingga saat salah satu PLC A atau B rusak maka secara otomatis PLC C akan menggantikan peran dari salah satu PLC A atau B.

3.3 Perancangan Sistem

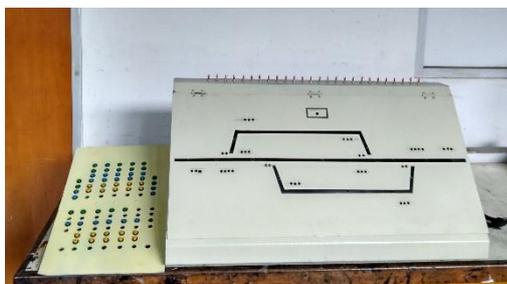
3.3.1. Desain program



Gambar 3.3 Desain konfigurasi Program

Program yang dibuat berupa program pembandingan data yang melakukan pembacaan dalam waktu tertentu, satu *device* memiliki dua buah sensor dan dua buah saluran transmisi, sehingga data yang dihasilkan oleh *device* dilapangan akan selalu memiliki dua buah data yang bisa dibandingkan, jika data yang dihasilkan dari pembacaan sensor tidak sama, maka program tersebut akan memberikan peringatan, dan tidak akan mengeksekusi perintah, kemudian saat salah satu PLC mati maka secara otomatis PLC cadangan yang telah diprogram sesuai dengan plc utama akan menggantikan fungsi dari PLC yang mengalami kerusakan tersebut

3.3.2. Realisasi Mekanik



Gambar 3.4 Realisasi mekanik

Gambar diatas merupakan realisasi dari perncangan mekanik, yang terdiri dari panel utama dengan panel input track dan sensor

4. DATA DAN PEMBAHASAN

Data yang di ambil pada penelitian ini dilakukan pada komunikasi PLC, dengan rute kereta api masuk lurus dari jalur 10 menuju jalur 12B dengan keadaan normal atau jalur yang akan dilalui kereta api *clear*, data yang dilihat adalah data untuk sinyal muka (MJ) dan wessel 11A 11B dan 13 A 13B

Tabel 4.0 Data rute lurus

10-12B(T) [MJ]		
SENSOR A	SENSOR B	OUT
X	X	fail
V	V	success
X	V	fail
V	X	fail
10-12B(T) [W11A]		
SENSOR A	SENSOR B	OUT
X	X	fail
X	V	fail
V	V	success
V	X	fail
10-12B(T) [W11B]		
SENSOR A	SENSOR B	OUT
V	X	fail
X	X	fail
X	V	fail
V	V	success
10-12B(T) [W13A]		
SENSOR A	SENSOR B	OUT
V	X	fail
X	X	fail
X	V	fail
V	V	success
10-12B(T) [W13B]		
SENSOR A	SENSOR B	OUT
V	X	fail
V	V	success
X	V	fail
X	X	fail

Analisis Data :

Berdasarkan Tabel 4.0 dapat diketahui bahwa jika salah satu data yang dikirimkan berbeda, maka output tidak akan dieksekusi, atau fail sebaliknya, jika data yang dikirimkan sama antara PLC A dan PLC B maka output akan dieksekusi atau success, data tersebut memperlihatkan sistem redundansi yang ada pada komunikasi antar PLC di sebuah sistem *interlocking*.

Analisis Metode Hot Standby pada Sistem Interlocking

Tabel 4.1 Metode Hot Standby

CPU A	CPU B	CPU C	SISTEM INTERLOCKING
WORK	WORK	STANDBY	SYSTEM ON
OFF	WORK	WORK	SYSTEM ON
WORK	OFF	WORK	SYSTEM ON
OFF	OFF	STANDBY	SYSTEM OFF

Pada tabel 4.1 menunjukkan kinerja metode *hot standby* dari sistem *interlocking* saat diberikan gangguan, gangguan yang diberikan yaitu dengan meng-off kan CPU yang bekerja pada sistem interlocking dalam keadaan sistem interlocking sedang digunakan, pada tabel IV.8 ditunjukkan jika salah satu CPU dimatikan atau mengalami gangguan maka sistem interlocking akan terus aktif, hal tersebut dikarenakan CPU C berperan dalam menggantikan kinerja salah satu CPU yang off atau mengalami gangguan, akan tetapi jika kedua CPU yaitu CPU A dan CPU B *off* maka sistem interlocking akan padam atau keseluruhan sistem akan *off*, karena CPU C tidak bisa bekerja sendiri tanpa adanya salah satu CPU utama yang aktif. saat salah satu CPU off maka data dari CPU lawan tidak akan di proses di CPU yang off tersebut, melainkan akan di proses di CPU cadangan, sehingga saat CPU yang mengalami gangguan aktif kembali, petugas harus segera mengupdate CPU yang baru aktif tersebut sesuai CPU lawan, agar sistem *interlocking* memiliki data yang sama untuk diolah kembali.

5. KESIMPULAN

Setelah melakukan perancangan, pengujian dan analisa, kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut

1. Dengan menggunakan dua buah sensor dan dua buah saluran transmisi sistem ini memiliki pembandingan data yang bisa dijadikan acuan dalam melakukan eksekusi pembentukan route.
2. Dari data tabel 4.1 Adanya PLC cadangan yang selalu standby menggantikan PLC utama yang mengalami kerusakan, membuat sistem interlocking ini mampu bekerja secara maksimal tanpa adanya gangguan sistem secara keseluruhan, sehingga interlocking pada sebuah stasiun mampu bekerja secara terus menerus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Bapak Ahmad Kadafi selaku teknisi PT Kereta Api (Persero) yang telah banyak membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] William, Programmable Logic Controller (PLC) sebuah pengantar, jakarta: erlangga, 2004.
- [2] Y. Rachman. [Online]. Available: http://www.academia.edu/5743266/4._Dasar_Dasar_Pemrograman_PLC [Diakses 22 05 2017].
- [3] “<https://kai.id/>” [Online]. [Diakses Kamis 05 2017].
- [4] T. Yan, “Simulator PLC (Software),” johor, 1998.