

## **MODIFIKASI SISTEM KENDALI RABBIT**

Sujarwono, Djunaidi, Rohidi

### **ABSTRAK**

**PERANCANGAN SISTEM KENDALI RABBIT**, Sistem rabbit adalah salah satu perangkat *handling* yang digunakan untuk kegiatan iradiasi sampel yang terpasang di reaktor RSG –GAS. Pengoperasian sistem rabbit sangat bergantung kepada unjuk kerja instrumentasi kendali yang mengatur proses kerja sistem Rabbit. Saat ini instrumentasi sistem rabbit telah mengalami kerusakan dan tidak dapat diperbaiki kembali. Untuk melanjutkan operasi sistem rabbit, telah dilakukan perancangan sistem kendali rabbit dengan cara modifikasi sistem instrumentasi kendali berbasis PLC digital Simatic S-5 130 W ke sistem analog berbasis relays dan timer. Sistem kendali berbasis relays dibuat dengan disain yang sederhana, misalnya tidak menggunakan tampilan parameter-parameter operasi, namun telah dapat memenuhi kebutuhan dasar operasi sistem Rabbit. Sistem Instrumentasi analog ini telah diuji dan dioperasikan untuk mengendalikan 4 kanal sistem iradiasi dan semuanya telah berhasil dengan baik.

Kata kunci : Sistem Rabbit

### **ABSTRACT**

**THE SCHEME OF RABBIT CONTROL SYSTEM**, Rabbit System is one of handling tools are used for the sample irradiation activity in reactor RSG - GAS. The operation of rabbit system is depend on the performance of instrumentation which conduct arranging process work Rabbit system. In this time system instrumentation of rabbit is not function. To continue system operation of rabbit, have been conducted by scheme of control system of rabbit by instrumentation system modification conduct to base on digital PLC of Simatic S-5 130 W to analog system base on and relays of timer. Control system base on relays made designed simple, for example don't use operation parameters appearance, but have earned to fulfill requirement of base operate for system of Rabbit. this analogous System Instrumentation have been tested and operated to control 4 system canal of irradiation and altogether have succeeded better.

Key Woods : Rabbit System

## PENDAHULUAN

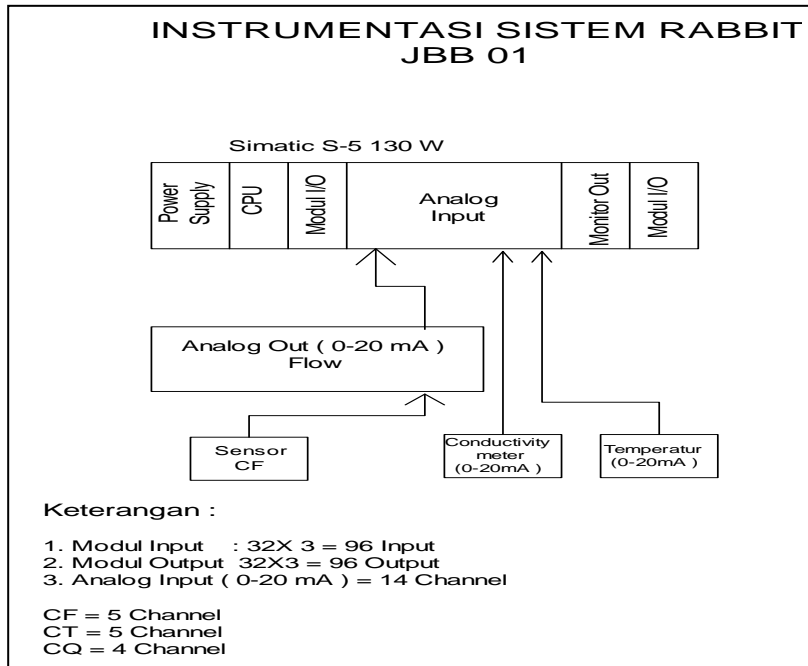
Fasilitas iradiasi yang terdapat pada elemen reflektor beryllium berjumlah 14 buah, lima diantaranya dilengkapi dengan *handel* rabbit sistem. Rabbit sistem yang digunakan di RSG-GAS terbagi menjadi dua jenis yaitu normal rabbit sistem dan *fast* rabbit sistem. Rabbit sistem yang normal biasanya disebut dengan sistem hidrolik karena menggunakan air sebagai media pemindah sampel /cuplikan, jumlahnya ada 4 buah dan kecepatan pemindahan 0,6 m/detik. Karakteristik yang lain adalah ukuran cuplikan diameter 25 mm, panjang 80 mm dan berat cuplikan maksimum 70 gram. *Fast* rabbit transfer sistem biasa disebut dengan sistem pneumatik karena menggunakan media pemindah gas Nitrogen atau gas CO<sub>2</sub>, jumlahnya 1 buah dengan kecepatan pemindahan 10 m/detik, sampel /cuplikan berbentuk bola dengan garis tengah sampai dengan 2 mm dan berat cuplikan dari 0,01 sampai dengan 0,05 gram. Disamping sebagai media pengangkut, air dan gas ini berfungsi sebagai pendingin kapsul selama iradiasi berlangsung. Terminal pengoperasian untuk pengiriman dan penerimaan terletak pada isotop cell lantai + 8 m gedung reaktor<sup>1)</sup>. Sebenarnya alat ini tergolong jarang dioperasikan dan saat ini tidak dapat berfungsi karena faktor umur bukan karena faktor pembebanan. Kemudian setelah dilakukan pengecekan dilapangan ternyata sistem kendalinya yang mengalami *mall function*. Oleh karena itu perlu dilakukan modifikasi sistem kendali rabbit dengan cara disain/perancangan sistem kendali rabbit yang baru, kemudian memasang dan dilakukan uji fungsi. Kegiatan modifikasi sistem instrumentasi Rabbit dilakukan dengan merancang dan membangun

instrumentasi kendali baru berbasis pada relays dan timer. Sirkit modul elektronik dibuat berdasarkan pada program kendali yang ada di dalam PLC, sehingga sistem yang baru memiliki karakteristik unjuk kerja yang sama dengan PLC sebelumnya. Untuk melayani operasi 4 kanal sistem rabbit (dari KKS : JBB01 s/d JBB04), maka perlu dibuat 4 buah sistem instrumentasi kendali yang similar. Setelah dilakukan pengujian baik secara parsial terhadap komponen-komponennya, kemudian dilanjutkan dengan pengujian terhadap sistemnya dengan cara memasukkan sampel kapsul ke dalam Be reflektor. Hasil pengujian menunjukkan unjuk kerja yang baik dari sistem instrumentasi yang baru dengan berbagai variasi rentang waktu iradiasi di dalam Be reflektor.

## METODOLOGI

### Perancangan Sistem

Sistem pengendali Rabbit menggunakan perangkat keras PLC Simatic tipe S-5 130 W, dengan penambahan masukan analog. PLC Simatic tipe S-5 130 W merupakan computer digital yang memiliki konfigurasi seperti ditunjukkan oleh Gambar 1. Perangkat keras ini menggunakan proses analog sebagai parameter yang ditampilkan pada monitor, juga berfungsi sebagai pengendali dan *interlock* pada proses pengendali sistem rabbit. Perangkat lunak yang digunakan adalah bahasa program S-5 Simatic. PLC dengan usia yang sudah tua sering mengalami gangguan dan kerusakan, bahkan terakhir telah mengalami kelangkaan suku cadang di pasar. Kondisi ini telah mendorong perancangan dan pembuatan perangkat baru dalam rangka memodifikasi PLC yang ada.



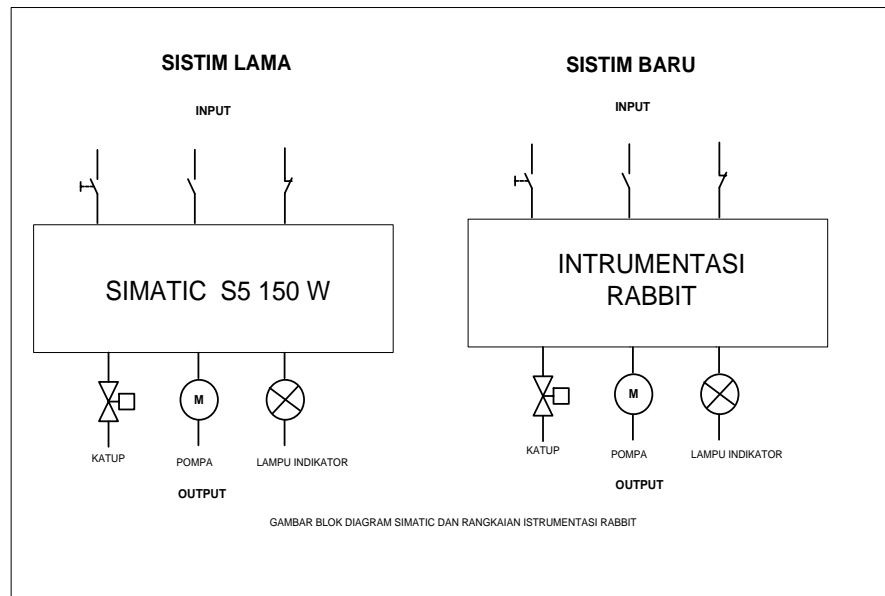
Gambar 1. Instrumentasi Rabbit dengan PLC.

Kegiatan modifikasi system instrumentasi sistem Rabbit, adalah kegiatan penggantian blok fungsi pengatur dan pengendali proses seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2. Sistem baru akan mengambil prakarsa seluruh perintah pengaturan dan pengendalian yang ada di dalam sistem.

Berdasarkan prinsip kerja (lihat Tabel 1) seperti yang digunakan dalam program PLC untuk mengoperasikan kanal sistem Rabbit, dibuat rangkaian proses dan dituangkan

dalam disain sirkit elektronik seperti diperlihatkan oleh Gambar Lampiran 1.

Pada setiap kanal mempunyai proses tersendiri yang tidak ada hubungannya dengan kanal yang lain. Untuk memindahkan posisi drum menggunakan tangan manipulator seperti pada sistem HOTCELL, dengan setiap putaran 90° posisi drum akan berubah 4 kali posisi. Setiap posisi drum indikator pada panel akan menyala, untuk memberi tahu posisi drum.



Gambar 2. Blok diagram Modifikasi sistem instrumentasi rabbit

Tabel 1. Prinsip kerja sistem rabbit

NO	POSISI	URAIAN
1	CHARGE/ DISCHARGE	Katup CG 004 membuka ,untuk memasukan dan mengeluarkan sampel / kapsul yang akan di iradiasi .Pada posisi ini pompa PA 001 akan mati karena jalur sirkulasi air tertutup.
2	FLOODING	Katup CG 005 membuka, untuk mengisi drum dengan air selama 10 detik kemudian menutup kembali.
3	SENDING/ RECEIVING	Katup CG 002 membuka bersamaan dengan hidupnya pompa sirkulasi AP 001 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kondisi RECIEVE adalah katup AA 001 &amp; AA 003 pada posisi membuka dan sebaliknya katupAA 002 &amp; AA 004 pada posisi menutup.</li> <li>• Kondisi SENDING adalah dimana katup AA 001 dan AA 003 pada posisi menutup dan sebaliknya AA 002 &amp; AA 004 pada posisi membuka.</li> </ul>
4	DRIYING	Katup CG 00 3 membuka untuk melakukan proses pengeringan sampel dengan gas nitrogen selama 10 detik setelah itu katup akan menutup kembali. Kembali ke posisi awal drum yaitu CHARGE/DISCHARGE

**Deskripsi Perangkat Keras**

Komponen dan bagian system yang menyusun sistem kendali Rabbit terdiri dari

komponen-komponen *relays dan timer* yang memiliki spesifikasi seperti yang dijelaskan dalam Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Daftar komponen yang digunakan instrumentasi rabbit.

NO	JENIS BAHAN	JUMLAH
1	Relay 24 Vdc, 2 pin( besar ) OMRON	12 buah
2	Relay 24 Vdc, 2 pin ( kecil ) OMRON	28 buah
3	Digital Timer 24 Vdc Model CTS 4S Autonic	4 buah
4	RangkaianTimer 10 detik	4 buah
5	PCB	4 buah
6	Soket 25 pin	2 buah
7	Soket 32 pin	1 buah
8	Saklar Push Botton + lampu24 V	4 buah
9	Terminal Kabel tipe	120 buah
10	Box 25x 40 cm	1 buah
11	Kabel Sinyal $\theta$ 0,1X 60	5 m
12	Lampu LED warna merah	24 buah
13	Sablon hurup dan angka	10 lembar
14	Acrylic 25X 40 cm	1 buah
15	Terminal PCB	50 buah

Tabel 3.Data Speksifikasi Timer Digital Model CT 4 S

MODEL	TIPE CT 4S	
TIMER	Time range	4 Digit indication model : 0,01 s- 99,99s
	Up/Down mode	Up
	Out Mode	OND ( on delay )
	Out time	Hold
	Input signal mode	20 ms
Input methode	No -voltage input ( NPN )	
Lock key	L.off ( lock OFF )	
SUPLY VOLTAGE	24 – 60 VDC	

**TATA KERJA**

Instalasi sistem kendali terletak di dalam kabinet sistim rabbit JBB, di gedung reaktor lantai 8. Kegiatan pembangunan dan instalasi sistem terdiri dari:

Pembuatan Sirkuit Kendali

1. Menentukan jenis dan karakteristik komponen yang akan digunakan dalam instalasi, seperti yang tertera dalam Tabel 2 dan Tabel 3.

2. Melakukan fabrikasi di Laboratorium terhadap rancangan (disain) yang dibuat dalam Gambar Lampiran 1.
3. Melakukan uji fungsi terhadap komponen dan sistem yang telah dirangkai. Setelah diperoleh hasil pengujian yang memuaskan, maka sistem siap dipasang di instalasi sistem Rabbit.

Pemasangan terminal kabel.

1. Mematikan seluruh supply 220 V dan supply 24 V pada kabinet , dipastikan

- bahwa seluruh supply 220 V dan supply 24 V dalam keadaan posisi OFF.
2. Memasang label kabel sesuai dengan yang tertera pada Tabel 4 dan Tabel 5, untuk memudahkan dalam dokumentasi.
  3. Memberi label pada kabel sesuai dengan urutan nomor kabel pada pada Tabel 4 dan Tabel 5 .
  4. Melepas dan memotong kabel dari box PLC Simatic yang sudah terlabel dan memasang sepatu kabel .
  5. Memasang kabel pada terminal kabel yang sudah disiapkan sebelumnya Pastikan bahwa kabel sudah sudah terhubung pada terminal kabel.
  6. Melakukan pengukuran dengan AVO meter, apakah jalur kabel sudah sesuai dengan data dokumentasi.

Tabel 4. Konfigurasi pada soket 32 pin INPUT yang akan diproses di dalam rangkaian instrumentasi rabbit.

NO	INPUT	POSISI	KOMPONEN	KET
1	I 4.0	Sending / Receiving	JBB01 CG 002	Kanal 1
2	I 4.1	Driying	JBB01 CG 003	
3	I 4.2	Charging / Discharging	JBB 01 CG 004	
4	I 4.3	Flooding / venting	JBB01 CG 005	
5	I 4.4	Ligth Barrier	JBB01 CG 001	
6	I 4.5	Saklar tekanan	JBB 01 CP001	Kanal 2
7	I 6.0	Sending / Receiving	JBB01 CG 002	
8	I 6.1	Driying	JBB01 CG 003	
9	I 6.2	Charging / Discharging	JBB 01 CG 004	
10	I 6.3	Flooding / venting	JBB01 CG 005	
11	I 6.4	Ligth Barrier	JBB01 CG 001	Kanal 3
12	I 6.5	Saklar tekanan	JBB 01 CP001	
13	I 8.0	Sending / Receiving	JBB01 CG 002	
14	I 8.1	Driying	JBB01 CG 003	
15	I 8.2	Charging / Discharging	JBB 01 CG 004	
16	I 8.3	Flooding / venting	JBB01 CG 005	Kanal 4
17	I 8.4	Ligth Barrier	JBB01 CG 001	
18	I 8.5	Saklar tekanan	JBB 01 CP001	
19	I 10.0	Sending / Receiving	JBB01 CG 002	
20	I 10.1	Driying	JBB01 CG 003	
21	I 10.2	Charging / Discharging	JBB 01 CG 004	Kanal 4
22	I 10.3	Flooding / venting	JBB01 CG 005	
23	I 10.4	Ligth Barrier	JBB01 CG 001	
24	I 10.5	Saklar tekanan	JBB 01 CP001	

Tabel 5. Konfigurasi pada soket 25 pin untuk *OUTPUT* di bebaskan pada komponen

NO	OUTPUT	URAIAN	KOMPONEN	KET
1	Q 4.0	Solenoid Katup 1	JBB01 AA 001	Kanal 1
2	Q 4.1	Solenoid Katup 2	JBB01 AA 002	
3	Q 4.2	Solenoid Katup 3	JBB 01 AA 003	
4	Q 4.3	Solenoid Katup 4	JBB01 AA 004	
5	Q 4.4	Solenoid Katup 5	JBB01 AA 005	
6	Q 0.0	Pompa	JBB01 AP 001	
1	Q 4.0	Solenoid Katup 1	JBB01 AA 001	Kanal 2
2	Q 4.1	Solenoid Katup 2	JBB01 AA 002	
3	Q 4.2	Solenoid Katup 3	JBB 01 AA 003	
4	Q 4.3	Solenoid Katup 4	JBB01 AA 004	
5	Q 4.4	Solenoid Katup 5	JBB01 AA 005	
6	Q 0.0	Pompa	JBB01 AP 001	
1	Q 4.0	Solenoid Katup 1	JBB01 AA 001	Kanal 3
2	Q 4.1	Solenoid Katup 2	JBB01 AA 002	
3	Q 4.2	Solenoid Katup 3	JBB 01 AA 003	
4	Q 4.3	Solenoid Katup 4	JBB01 AA 004	
5	Q 4.4	Solenoid Katup 5	JBB01 AA 005	
6	Q 0.0	Pompa	JBB01 AP 001	
1	Q 4.0	Solenoid Katup 1	JBB01 AA 001	Kanal 4
2	Q 4.1	Solenoid Katup 2	JBB01 AA 002	
3	Q 4.2	Solenoid Katup 3	JBB 01 AA 003	
4	Q 4.3	Solenoid Katup 4	JBB01 AA 004	
5	Q 4.4	Solenoid Katup 5	JBB01 AA 005	
6	Q 0.0	Pompa	JBB01 AP 001	

**Prinsip kerja rangkaian**

Rangkaian sistem kendali Rabbit akan melakukan tahapan proses sebagai berikut :

1. Posisi *CHARGE/ DISCHARGE* drum pada saklar I 4.2 menggerakkan relay K1 mengakibatkan lampu indikator menyala . Pompa AP 001 (lihat Gambar Lampiran 2) sesaat posisi *OFF* , Pada posisi ini drum terbuka ,sehingga dapat di masukan atau di keluarkan sampel yang diirradiasi.
2. Dengan memutar drum pada posisi *FLOODING* , saklar I 4.3 akan mengerjakan relay K 4 sehingga lampu indikator hidup untuk mengetahui posisi *FLOODING* dan mengerjakan timer T 1 selama 10 detik. Katup GC 005

membuka untuk mengisi air kedalam drum.

3. Memutar drum pada posisi *SENDING / RECIVE* sehingga saklar I 4.0 akan mensupply tegangan ke relay K 9 dan K 10, dan katup solenoid AA 001 dan AA 003 membuka dan katup solenoid AA 002 dan AA 004 menutup. Pada posisi ini akan menghidupkan pompa AP 001 sirkulasi akan terjadi pada arah *RECIEVE* . Pada kondisi ini akan terjadi 2 perintah yaitu sbb:
  - Kondisi *RECIEVE* adalah katup AA 001 & AA 003 pada posisi membuka dan sebaliknya katupAA 002 & AA 004 pada posisi menutup.
  - Kondisi *SENDING* adalah dimana katup AA 001 dan AA 003 pada

posisi menutup dan sebaliknya AA 002 & AA 004 pada posisi membuka.

Pada posisi *SENDING/ RECIEVE* pengaturan waktu dilakukan untuk menentukan berapa, lama waktu yang diperlukan untuk mengirradiasi sampel. Bila pengaturan waktu sudah dilakukan maka sampel siap untuk di transfer kedalam teras dengan menekan tombol *START* .Selama lampu indikator *SENDING /RECIEVE* menyala berkedip menunjukkan bahwa timer masih bekerja dan sampel masih didalam teras dan bila indikator mati memberi tahu bahwa proses irradiasi telah selesai, keadaan ini akan mengembalikan pada kondisi *RECIVE*yaitu mengembalikan sampel yang akan dibaca oleh sensor atau saklar I 4.4 yang mensupply relay K 3 ,indikator *RABBIT IN DRUM* akan menyala bila sampel telah pada posisi drum. Saklar I 4.5 sebagai sensor CP 001 akan mengirimkan informasi bahwa sampel telah keluar dari dalam teras .

4. Memutar drum pada posisi *DRYING* akan menggerakkan saklar I 4.1 untuk mentrigger T1 (Timer) dan bekerja 10 detik untuk mensupply K4 dan

memgerakkan katup selenoid AA 005 agar membuka katup gas nitrogen dan mengeringkan drum.sampel.selama 10 detik. Dengan memutar kembali pada posisi *CHARGE / DISCHARGE* untuk mengeluarkan sampel yang telah di irradiasi.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem kendali dilakukan melalui beberapa tahap ,diantaranya sebagai berikut :

1. Pengujian dengan alat simulator rabbit. Pengujian ini dimaksudkan untuk menguji sirkit instrumentasi kendali secara terpisah dari instalasi. Pengujiannya menunjukkan hasil yang memuaskan
2. Pengujian dengan sistem terpasang pada beban pada panel JBB ,untuk menguji katup – katup selenoid AA001,AA002, AA03, AA004, AA 005 dan pompa AP 001 (lihat Gambar Lampiran 2). Hasil pengujian
3. Pengujian sistem rabbit dengan sampel /kapsul dan pada daya operasi reactor 15 MW. Hasil pengujian tahap pembebanan ini seperti ditunjukkan oleh Tabel 6.

Tabel 6. Hasil uji fungsi KANAL JBB001/JBB002/JBB003/JBB004 Pengujian dilakukan dengan Daya reaktor 15 MW

KANAL	WAKTU		PAPARAN mR/h
	MULAI	SELESAI	
JBB001	10.50	24.00	3,2
JBB002	14.53	23.00	1,5
JBB003	14.21	14.23	61
JBB004	10.10	10.30	2,5

### KESIMPULAN

Sistem kendali Rabbit baru berbasis relays dan timer adalah bentuk sederhana dari system kendali yang masih perlu dikembangkan pada sistem keselamatan

(*interlocking*) dan sistem penampil. Kekurangan ini membuka kesempatan untuk mengembangkan sistem lebih baik lagi kelak di kemudian hari. Dari hasil dari pengujian terhadap peralatan ini dapat disimpulkan

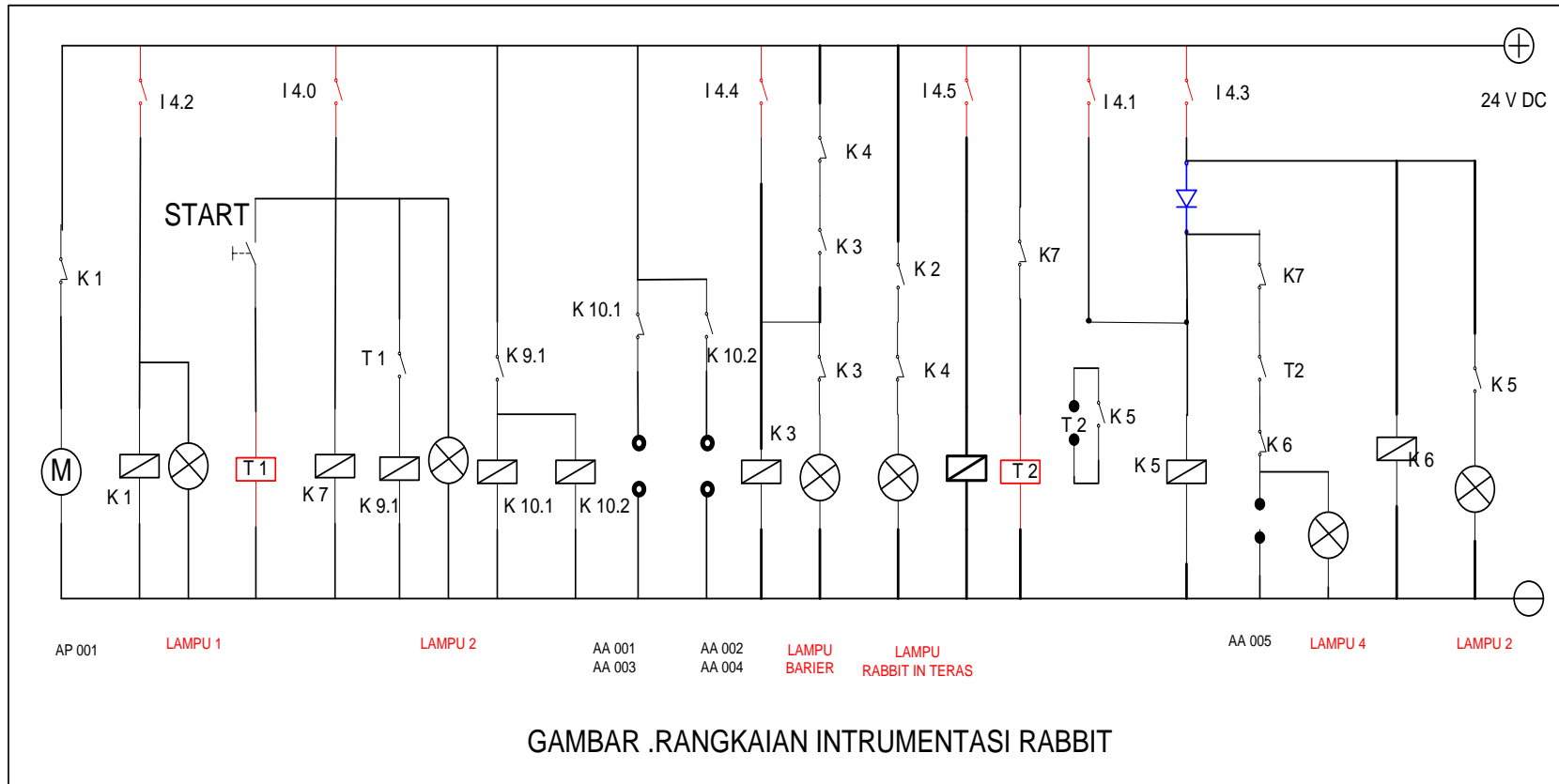


bahwa system kendali Rabbit dapat dioperasikan dengan baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. *Safety Analysis Report RSG-GAS*, Volume 8, Badan Tenaga Nuklir Nasional..
2. Interatom GmbH, *Technical description of Rabbit System*, 1986
3. Interatom GmbH, *Operating Manual System Rabbit (JBB01/02/03)*, 1987
4. Siemens, *Simatic S 130W, Wiring diagram JBB01/02/03*.
5. Sarwani, *Buletin RSG-GAS*, Volume 4 Nomor : 3 ,September 1995 ISSN. 08534-3631.





Gambar Lampiran 1. Modul Rangkaian Instrumentasi Sistem Rabbit .