

PERAWATAN DAN REFUNGSIONALISASI SISTEM INSTRUMENTASI DAN KENDALI RSG-GAS

Yusi Eko Yulianto

ABSTRAK

Selama tahun 2006 telah dilakukan kegiatan perawatan dan refungsionalisasi sistem instrumentasi dan kendali reaktor RSG-GAS yang bertujuan untuk meningkatkan pemanfaatan reaktor RSG-GAS dalam berbagai bidang seperti kedokteran/kesehatan, industri, lingkungan dan penelitian bahan baru. Disamping itu kegiatan perawatan dan refungsionalisasi ini dilakukan untuk mengantisipasi kinerja komponen dan sistem instrumentasi yang telah beroperasi sejak tahun 1987 mengalami penurunan karena penuaan. Sehingga secara bertahap sistem instrumentasi dan kendali reaktor RSG-GAS dapat berfungsi kembali sesuai spesifikasi awal (back fitting). Di tahun 2006 telah dilakukan perawatan berkala dan perbaikan dari sistem yang rusak dengan hasil yang baik dan memungkinkan reaktor dapat beroperasi pada jadualnya. Disamping itu juga telah dilaksanakan refungsionalisasi 3 set PLC dari basis Simatic S5 110 S ke Simatic S7 300 pada kabinet-kabinet CQA06, CQB01 dan CGK02. Dengan berlandaskan program kegiatan yang telah dipersiapkan dengan matang maka refungsionalisasi dapat diselesaikan dengan baik pada jadual yang sesuai tanpa harus mengganggu jadual operasi reaktor.

Kata Kunci : Perawatan, Refungsionalisasi SIK RSG-GAS

ABSTRACT

In the year 2006 has been carried out the maintenance and refurbishing program of reactor instrumentation and control (I&C) in RSG-GAS reactor. This program is dedicated to enhance the RSG-GAS reactor utilization in many sectors, such as medical/health, industry, environment and new material research. The refurbishing is purposed to anticipate the ageing effect on component and system after their long life operation since 20 years ago. The maintenance and refurbishing program is suggested to get the back fitting of reactor I&C. In maintenance has been conducted the regular preventive monthly, 3-monthly, 6-monthly and yearly maintenance and also repairing the failed component and system. Refurbishing program has changed the old type Simatic S5 110 S to the new Simatic S7 300 on the CQA06, CQB01 and CGK02 cabinets. This Program has finished good on their schedule without to shift the reactor operation schedule.

Key words : maintenance, refurbishing I&C RSG-GAS

PENDAHULUAN

Pusat Reaktor Serbaguna (PRSG) mempunyai tugas utama mengoperasikan reaktor RSG-GAS dengan selamat, andal dan efisien guna memenuhi kebutuhan pengguna dalam rangka penelitian dan pengembangan teknologi nuklir serta produksi radioisotop untuk keperluan kesehatan dan industri. Baik dalam bidang kesehatan dan industri yang memanfaatkan jasa iradiasi radioisotop juga dalam bidang litbang struktur material dan teknologi nuklir lainnya, fungsi pengoperasian reaktor semakin penting.

Namun demikian umur reaktor yang telah memasuki paruh kedua dari umur desainnya, akan mengalami penurunan unjuk kerja komponen dan sistem pendukungnya.

Oleh karena itu diperlukan kegiatan perawatan dan refungsionalisasi sistem dan komponen reaktor RSG-GAS dalam upaya meningkatkan keselamatan dan keandalan operasi reaktor.

Untuk dapat memenuhi hal tersebut di atas maka dalam tahun kegiatan 2006 disusunlah usulan kegiatan Perawatan dan Refungsionalisasi PLC tahap IV. Keberhasilan dari rencana kegiatan tersebut sangat didukung oleh SDM yang berpengalaman dalam pengoperasian dan pemeliharaan reaktor.

Dalam pelaksanaan kegiatan perawatan dilakukan evaluasi data hasil perawatan yang telah dilaksanakan. Data perawatan tersebut memberikan informasi yang berguna bagi petugas perawatan, seperti data terkini yang mendeskripsikan kinerja setiap komponen dan setiap sistem. Apabila ternyata unjuk kerja komponen telah menurun, maka komponen tersebut harus segera diganti, walaupun belum sampai mengalami kegagalan.

Kemampuan petugas perawatan dalam menginterpretasikan data perawatan merupakan pengalaman penting yang dapat meningkatkan kemampuan petugas perawatan dalam mengatur jadwal dan prioritas pekerjaan perawatan. Sehingga perawatan dapat dilaksanakan lebih baik dan lebih cepat.

Tujuan kegiatan ini adalah meningkatkan keandalan sistem instrumentasi dan kendali reaktor melalui perawatan dan refungsionalisasi komponen/sistem. Sedangkan kegiatan ini memiliki sasaran akhir untuk dapat dipenuhi jadwal operasi reaktor dengan selamat dan andal karena keberhasilan perawatan dan kegiatan refungsionalisasi sistem instrumentasi proses untuk menghasilkan kondisi sesuai dengan spesifikasi awal. Hasil yang telah dicapai sampai dengan tahun 2006 telah dilakukan antara lain:

- a. Refungsionalisasi *Computer Process*
- b. Refungsionalisasi PLC Simatic (Tahap III)
- c. Refungsionalisasi Stack Monitor dan Beta aerosol Monitor

Diharapkan dengan diselesaikan secara bertahap kegiatan refungsionalisasi PLC tahap IV ini akan menyelesaikan program refungsionalisasi PLC seluruhnya di tahun 2006 ini. Kegiatan refungsionalisasi selanjutnya dialihkan untuk mengganti sistem instrumentasi elektronik lainnya seperti instrumentasi sistem analog yang sudah tua sesuai dengan prioritasnya.

PROGRAM PERAWATAN DAN REFUNGSIONALISASI

Program kegiatan perawatan sistem instrumentasi dan refungsionalisasi instrumentasi proses yang menggunakan dana anggaran tahun 2006 dilakukan sebagai berikut :

- a. Perawatan sistem instrumentasi dan kendali reaktor sesuai dengan program perawatan yang telah dibuat.
- b. Mengevaluasi kinerja sistem dan komponen serta spesifikasi teknis PLC yang akan diganti dan Studi banding terhadap spesifikasi komponen yang akan digunakan
- c. Menentukan spesifikasi komponen dan PLC yang akan digunakan dan Pengadaan komponen yang akan digunakan
- d. Instalasi PLC.
- e. Uji fungsi dan evaluasi kinerja PLC dan sistem instrumentasi proses

Kegiatan perawatan sistem instrumentasi dan kendali secara berkala dari 1-bulanan, 3-bulanan, 6 –bulanan dan 1-tahunan yang dilakukan mulai dari awal tahun 2006 sampai dengan akhir tahun 2006 seperti diperlihatkan dalam **Tabel 1**, tentang jadwal kegiatan perawatan sistem instrumentasi RSG-GAS.

Tabel 1. Jadwal perawatan SIK RSG-GAS.

| Interval Perawatan | Bulan | Tanggal Pemeliharaan | | Lama | Keterangan |
|--------------------|-------------------|----------------------|------------------|---------|---|
| | | Mulai | Berakhir | | |
| W, 1-M | Setiap Awal Bulan | | | 24 Hari | Kalibrasi daya reactor |
| 3-M | APRIL | 12 April 2006 | 28 Mei 2006 | 14 | CNJ(CNJ01 measuring cabinet) RPS(limit signal transducer and comparator, trip signal) |
| | JULI | 12 juli 2006 | 28 Juli 2006 | 14 | |
| | SEPTEMBER | 1 Sept 2006 | 15 Sept 2006 | 12 | |
| | DESEMBER | 15 Des 2006 | 22 Des 2006 | 5 | |
| 6-M | MEI | 10 Mei 2006 | 19 Mei 2006 | 9 | CNJ(CNJ01 CY001/004/007/009), RPS(KLA60 CR, ...JKT02, JAC01) |
| | NOVEMBER | 22 Nov 2006 | 30 November 2006 | 7 | |
| 1-Y | JANUARI | 1 Jan 2006 | 27 Jan 2006 | 21 | CP/CF/CL, JDA, KLA60 CR..) |
| 3-Y | OKTOBER | 18 Okt 2006 | 31 Okt 2006 | 9 | CNJ... |
| | DESEMBER | 1 Des 2006 | 10 Des 2006 | 8 | |

Jenis kegiatan perawatan sistem instrumenatasi dan kendali antara lain :

- a. Pengujian dan pengetesan fungsi komponen dan sistem.
- b. Kalibrasi.
- c. Pengukuran waktu tanggap (*respons time*).
- d. Pengukuran output komponen atau sistem.
- e. Penggantian komponen sistem yang rusak.

Dengan ditetapkannya jadwal perawatan, maka manajemen perawatan melaksanakan tugas sebagai berikut :

1. Mendistribusikan jadwal perawatan tahunan yang telah disyahkan oleh pengusaha reaktor.

2. Mendistribusikan *form/isian* kegiatan perawatan sesuai dengan jadwal kegiatan perawatan. Isian kegiatan harus diisi sesuai dengan kegiatan perawatan oleh petugas perawat dan setelah selesai akan dikumpulkan dalam sebuah bundel dokumen perawatan SIK selama setahun.

Bagian lain dari kegiatan perawatan adalah perbaikan terhadap komponen dan sistem instrumentasi yang rusak atau mengalami kegagalan. Kegiatan perbaikan dicatat dan didokumentasikan dalam isian **Permintaan Perbaikan dan Ijin Kerja** atau disebut dengan PPIK. Lembar PPIK menyimpan data secara lengkap tentang kejadian kerusakan dan tindakan-tindakan perbaikan yang dilakukan. PPIK dibuat oleh petugas yang berwenang dan diketahui oleh supervisor operasi reaktor.

Kegiatan refungsionalisasi adalah kegiatan perubahan atau penggantian sistem instrumentasi dengan sistem yang baru karena sistem lama yang ada dianggap mempunyai masalah yang tidak dapat diselesaikan. Dengan cara mengganti dengan komponen atau sistem yang baru maka fungsi komponen atau sistem masih dapat dipertahankan.

Di tahun 2006 telah dilaksanakan program refungsionalisasi PLC Simatic S5 tipe 110S dengan generasi terbaru dari Simatic S7 tipe 300. Tiga unit PLC tersebut digunakan untuk mengganti PLC model lama Simatic S5 di kabinet instrumentasi CQA06, CQB01 dan CGK02.

KEGIATAN PERAWATAN

A. Perawatan Rutin

Kegiatan perawatan rutin yang dilakukan antara lain melaksanakan

1. Uji Fungsi Kanal Pengukuran

Setiap instrumen sistem pengukuran harus diuji kemampuan pengukurannya dengan tepat. Instalasi RSG-GAS memiliki 242 kanal pengukuran. Uji fungsi kanal pengukuran dilakukan dengan cara memberikan input sinyal dari generator arus 0-20 mA atau peralatan uji lainnya, seperti simulator tekanan, resisten, level dsb. Hasil pengujian diharapkan memiliki kemampuan pengukuran yang proporsional dan linear sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan dalam operasi reaktor.

2. Kalibrasi Kanal Pengukuran

Kegiatan kalibrasi dilakukan untuk tetap menjaga unjuk kerja sistem pengukuran pada seluruh kanal pengukuran yang ada di instalasi RSG-GAS. Kalibrasi dilakukan pada komponen-komponen atau sistem seperti:

- a. Transduser
- b. Kanal pengukuran
- c. Alat penampil
- d. Alat ukur daya reaktor

3. Perawatan Sistem Proteksi Reaktor

Sistem proteksi reaktor atau disebut juga dengan RPS, merupakan bagian penting dalam sistem instrumentasi reaktor yang terkait langsung dengan keselamatan. Unjuk kerja RPS akan menentukan kesiapan reaktor untuk beroperasi, sehingga sistem RPS harus dirawat agar selalu dalam kondisi sedia di setiap saat.

Perawatan sistem RPS terdiri dari :

- a. Uji fungsi kanal pengukuran
- b. Uji fungsi sesi logika dan komparator
- c. Uji fungsi waktu tanggap
- d. Uji fungsi kanal penghitung
- e. Uji fungsi sistem catu daya

4. Perawatan Sistem Proses

Sistem proses seperti halnya sistem pendinginan reaktor, sistem pengelolaan limbah sistem purifikasi air pendingin bekerja sesuai dengan sistem pengaturan dan pengendalian yang diprogram dalam komputer *Programmable Logic Controller (PLC) Simatic*. Proses pengaturan dan pengendalian ini harus selalu dijaga dan dirawat agar fungsi pengaturan dan pengendalian di setiap bagian dan seluruh sistem tidak menyimpang.

Instalasi RSG-GAS memiliki 10 buah CPU yang bekerja secara terintegrasi antara CPU yang satu dengan yang lainnya. Kegiatan perawatan dilakukan antara lain dengan melakukan uji fungsi pengaturan, pengendalian, sistem *interlock*, sistem peringatan dini dan penanda kegagalan. Disamping itu terdapat uji fungsi pembangkitan sinyal biner untuk meyakinkan bahwa batas-batas operasi dari alat ukur masih sesuai dengan yang ditentukan sebelumnya.

Penggantian lampu indikator yang rusak baik secara berkala maupun insidensial merupakan bagian dari perawatan rutin sistem proses.

Disamping kegiatan perawatan pada sistem-sistem utama, Sub Bidang Sistem Instrumentasi dan Kendali harus bertanggungjawab terhadap perawatan sistem-sistem lain yang terkait dengan pekerjaan bidang Instrumentasi dan Elektronika, seperti halnya sistem

fire alarm, sistem proteksi radiasi, sistem komunikasi dan sistem utilisasi reaktor.

B. Perawatan Non Rutin

Kegiatan perawatan non rutin adalah kegiatan perbaikan di lapangan dan di bengkel elektronika terhadap semua peralatan, komponen dan sistem instrumentasi yang gagal atau mengalami kerusakan. Kegiatan perbaikan antara lain seperti penggantian komponen (modul) yang rusak dengan yang baru dan mengfungsikan kembali komponen (modul) yang rusak tersebut dengan cara memperbaikinya.

Kegiatan perbaikan sangat bergantung dengan sistem penyediaan suku cadang atau komponen dari gudang instrumentasi. Sehingga sistem pergudangan yang baik dengan aliran suku cadang yang benar perlu dijaga.

KEGIATAN REFUNGSIONALISASI

Kegiatan refungsionalisasi di RSG-GAS telah dimulai sejak tahun 2003 sampai saat ini telah menyelesaikan secara bertahap 70% penggantian PLC dari tipe lama Simatic S5 110S dengan tipe terbaru di kelasnya yakni Simatic S7 300. Simatic S5 telah jauh tertinggal secara teknologi sehingga ketidaktersediaan suku cadang di pasar menjadi persoalan yang sulit dicari jalan keluarnya. Dengan menggunakan teknologi terkini pada Simatic S7, persoalan perawatan tidak lagi menjadi kendala dan menjadikan basis teknologi Simatic S7 menjadi tantangan bagi SDM instrumentasi untuk mempelajari teknologi baru.

PLC Simatic S7 memiliki memiliki CPU dengan tipe 315-2 DP dengan spesifikasi teknis seperti ditunjukkan oleh **Tabel 2**. Simatic S7 kelebihan-kelebihan dari tipe lama Simatic S5 110S dengan memperhatikan perbedaan diantara keduanya.

| No | SIMATIC S5 S-110 | SIMATIC S7-300 |
|----|---|--|
| 1. | Dimensinya lebih besar | Dimensinya lebih kecil |
| 2. | Setiap modul I/O hanya terdapat 8 bit | Setiap modul I/O hanya terdapat 32 bit |
| 3. | Kapasitas memorinya kecil | Kapasitas memorinya lebih besar |
| 4. | Untuk komunikasi pemrograman menggunakan harus PG 675 | Untuk komunikasi pemrograman tidak harus menggunakan PG khusus ,tapi dapat menggunakan PC biasa minimal Win 97 dengan software driver Step 7 |
| 5. | Untuk penyimpanan data back up program menggunakan Modul EPROM | Untuk penyimpanan data back up program menggunakan MMC |
| 6. | Modul Output menggunakan proteksi Fuse bila terjadi short circuit tidak merusak modul | Modul Output tidak menggunakan proteks Fuse bila terjadi short circuit dapat merusak modul. |
| 7. | Tidak dapat menampilkan dan mengolah sinyal analog | Dapat menampilkan mengolah sinyal analog |
| 8. | Tidak dapat mengakses program dari CPU lain | Dapat mengakses Program beberapa CPU dari jarak jauh dengan menggunakan jaringan network untuk |

memudahkan pengamatan dan perawatan.

- 9 Komponen sudah tidak di produksi lagi sehingga kesulitan mendapatkan spare part di pasaran. Komponen tersedia di pasaran

Tabel 2. Spesifikasi teknis Simatic S7

| Feature | CPU 312 IFM | CPU 313 | CPU 314 | CPU 314 IFM | CPU 315 | CPU 315-2 DP |
|--|--|--|------------------|---|---|--------------|
| Work memory (integrated) | 6 Kbytes | 12 Kbytes | 24 Kbytes | 24 Kbytes | 48 Kbytes | |
| Load memory | 20 Kbytes RAM; 20 Kbytes EEPROM | 20 Kbytes RAM | 40 Kbytes RAM | 40 Kbytes RAM; 40 Kbytes EEPROM | 80 Kbytes RAM | |
| • expandable with memory card | – | up to 512 Kbytes | up to 512 Kbytes | – | up to 512 Kbytes (in CPU programmable up to 256 Kbytes) | |
| Process image size, inputs and outputs | 32 bytes + 4 on-board | 128 bytes | 128 bytes | 124 bytes + 4 on-board | 128 bytes | |
| I/O address area | Inputs: 128 + 10 on-board Outputs: 128 + 6 on-board | 128 | 512 | Inputs: 496 + 20 on-board Outputs: 496 + 16 on-board | 1024 | |
| • digital inputs/outputs | 32 | | 64 | Inputs: 64 + 4 on-board Outputs: 64 + 1 on-board | 128 | |
| • analog inputs/outputs | | | | | | |
| Bit memory | 1024 | 2048 | | | | |
| Counters | 32 | 64 | | | | |
| Timers | 64 | 128 | | | | |
| Max. sum of all retentive data | 72 bytes | | 4736 bytes | 144 bytes | 4736 bytes | |
| Local data | 512 bytes in total; 256 bytes per priority class | 1536 bytes in total; 256 bytes per priority class | | | | |
| Blocks: | | | | | | |
| OBs | 3 | 13 | 13 | 13 | 13 | 14 |
| FBs | 32 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 |
| FCs | 32 | 128 | 128 | 128 | 128 | 128 |
| DBs | 63 | 127 | 127 | 127 | 127 | 127 |
| SFCs | 25 | 44 | 48 | 48 | 48 | 53 |
| SFBs | 2 | 7 | 7 | 14 | 7 | 7 |

Penggantian tiga unit PLC yang dilaksanakan pada bulan Februari 2006 berada pada sistem kabinet instrumentasi CQA06, CGK02 dan CQB01 telah memperhitungkan resiko pemadaman sistem yang dikendalikan oleh kedua PLC tersebut. Sistem yang dikendalikan oleh kabinet instrumentasi kendali adalah :

KABINET CQA06 : JKT01/02/04, KLE, BRV10/20/30, CWJ02, CNE, CLE/F/G/N

JRE/F/Z, NEUTRON FLUX MEASURING RANGE

KABINET CGK02 : Adalah Kabinet khusus pengatur batang kendali reaktor

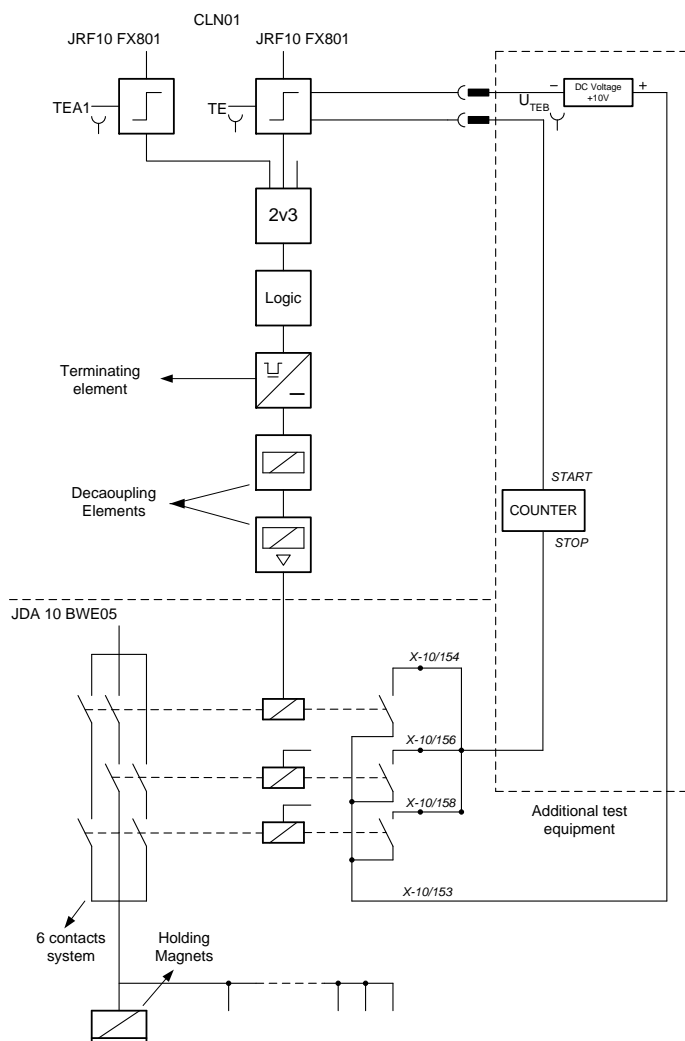
KABINET CQB01 : CWL01/2/3 CDI, CQA02 CDL, CQA03 CDK CQA04

CFA/B/C/D/E, CQA05 CCC, CQA06 CRA02, CGK01 CRA03,

CKB CRA04, CCA JAA01/02, CCB JE01.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Contoh hasil perawatan kanal pengukuran RPS seperti diperlihatkan pada **Gambar 1**. Uji fungsi kanal pengukuran ini minimal dilakukan sekali dalam setahun. Pelaksanaan kegiatan pengujian untuk seluruh kanal pengukuran dapat berlangsung selama dua minggu. Dengan keterbatasan jumlah tenaga kerja yang trampil dalam kegiatan perawatan maka perlu ditambahkan peralatan-peralatan pendukung yang lebih modern dan lebih praktis.



Test Result:

| Test | O-Value of the respons time | Test | Measured Value respons time |
|------|-----------------------------|----------|-----------------------------|
| | ms | 1 | 41 |
| | | 2 | 40 |
| | | 3 | 40 |

Gambar 1. Hasil uji fungsi waktu tanggap sistem proteksi reaktor

Contoh hasil kegiatan kalibrasi daya thermal reaktor seperti diperlihatkan pada **Tabel 4**. Kegiatan kalibrasi ini dilakukan secara berkala setiap awal pembentukan teras baru. Sebagai acuan di dalam pelaksanaan operasi reaktor dalam menentukan level daya operasi reaktor dan sekaligus menera ketepatan sistem instrumentasi pengukuran yang digunakan dalam operasi reaktor tersebut..

Tabel 4.

Thermal Power Calibration

| | Date: 01-05-06 Time: 10.30 Measurement | | Date: 05-05-06 Time: 15.00 Measurement | | Date: 08-05-06 Time: 14.30 Measurement | |
|------------------------------------|--|------------------------|--|------------------------|--|------------------------|
| | Value Measured | Value Calculated | Value Measured | Value Calculated | Value Measured | Value Calculated |
| JE01 CT001 | 13,97 mA | T1=41,91 °C | 13,74 mA | T1=41,91 °C | 13,90 mA | T1=38,7 °C |
| JE01 CT006 | 12,52 mA | T2=37,56 °C | 12,28 mA | T2=36,85 °C | 12,28 mA | T2=34,02 °C |
| $\Delta T=T1-T2$ | | | | | | |
| JE01 CF811 | 18 mA | 3150 m ³ /h | 18 mA | 3150 m ³ /h | 18 mA | 3150 m ³ /h |
| thermal reactor power (calculated) | 15,03 MW | | 15,027 MW | | 16,329 MW | |

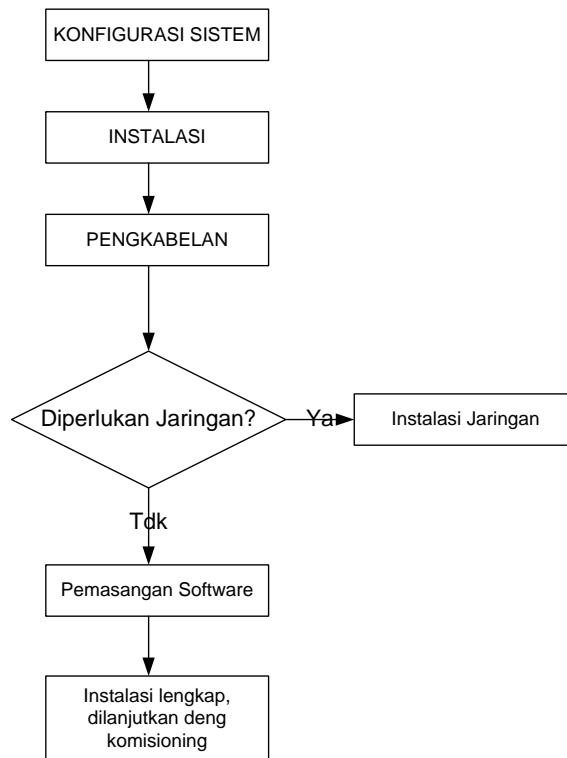
Sistem proses adalah tulang punggung instalasi reaktor, sehingga diharapkan sistem instrumentasi dan kendali proses merupakan sistem yang handal. Dalam kegiatan perawatan sistem proses SDM SIK telah dilatih sehingga terampil dalam memahami prosedur kerja perawatannya. Dalam melaksanakan kegiatan perawatan tidak banyak mengalami hambatan kecuali dalam menghadapi keterbatasan peralatan pendukung yang mereka miliki.

Kegiatan perbaikan sistem instrumentasi selama tahun 2006 seperti ditunjukkan dalam **Lampiran 1**. Kegiatan perbaikan SIK selama satu tahun ada 34 kejadian, sehingga rata-rata kejadian dalam satu bulan hampir dua kali. Jumlah tersebut ternyata meningkat dari jumlah tahun 2005 yang nilainya sama dengan 25 atau 2 kejadian setiap bulannya. Hal ini dapat disebabkan oleh kondisi instalasi yang semakin tua, dengan tingkat kegagalan yang meningkat, sehingga kemampuan SDM juga harus ditingkatkan agar mampu mengatasi masalah di waktu berikutnya.

Kegiatan refungsionalisasi PLC Simatic di kabinet CQA06, CQB01 dan CGK02 dilaksanakan dengan tahapan sebagai berikut :

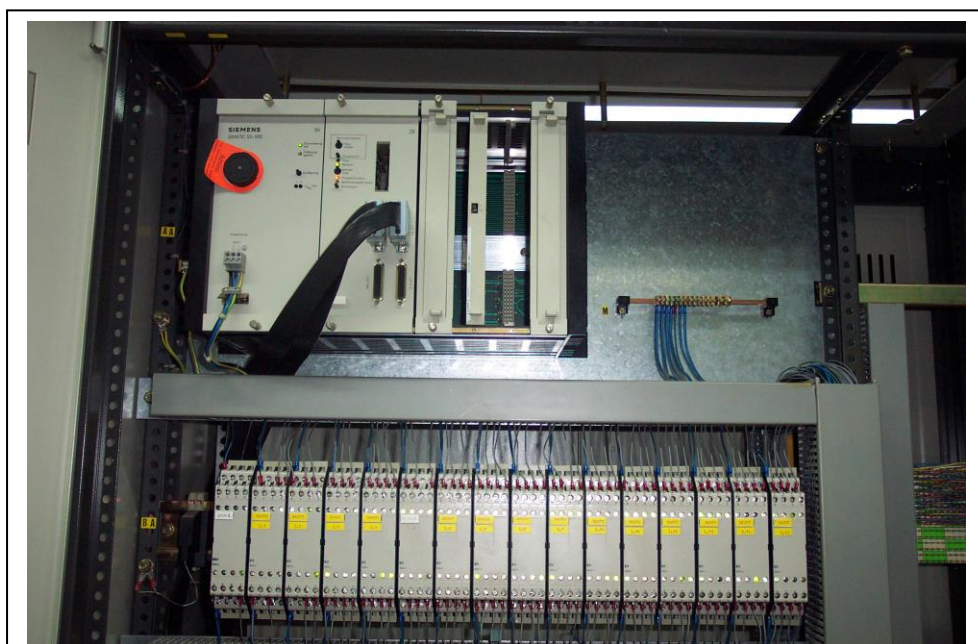
1. Pembongkaran PLC Simatic S5
2. Pemasangan/instalasi perangkat keras PLC Simatic S7 dengan prosedur seperti diperlihatkan oleh Gambar 2.

3. Penyambungan kabel input dan output
4. Transfer program dari Simatic S5 ke Simatic S7
5. Uji fungsi parsial dan keseluruhan sistem
6. Pembuatan dokumen teknis



Gambar 2. Tahapan instalasi Simatic S7

Gambar 3 dan Gambar 4 memperlihatkan bentuk PLC Simatic S5 dan Simatic S7.



Gambar 3. Komputer Simatic S5



Gambar 4. Komputer Simatic S7

Kelengkapan dokumen PLC Simatic S7 300 seperti diperlihatkan dalam **Lampiran 2.** yang disiapkan terdiri dari :

- a. Gambar konfigurasi modul dalam kabinet
- b. Gambar wiring diagram modul PLC
- c. Gambar konfigurasi modul I/O

KESIMPULAN

Kegiatan perawatan pada sistem instrumentasi dan kendali RSG-GAS telah dilaksanakan dengan baik pada jadwal yang ditentukan. Penggantian transduser-transduser lama dengan tipe yang baru dapat meregenerasi komponen yang sudah tua dan menjamin penyediaan suku cadang yang cukup. Refungsionalisasi 3 unit PLC pada sistem CQA06, CQB01 dan CGK02 yakni dari Simatic S5 S110 ke tipe baru Simatic S7 300 telah dilaksanakan dengan baik dan dinyatakan berhasil setelah melalui tahapan uji fungsi untuk menggantikan PLC tipe lama tersebut.

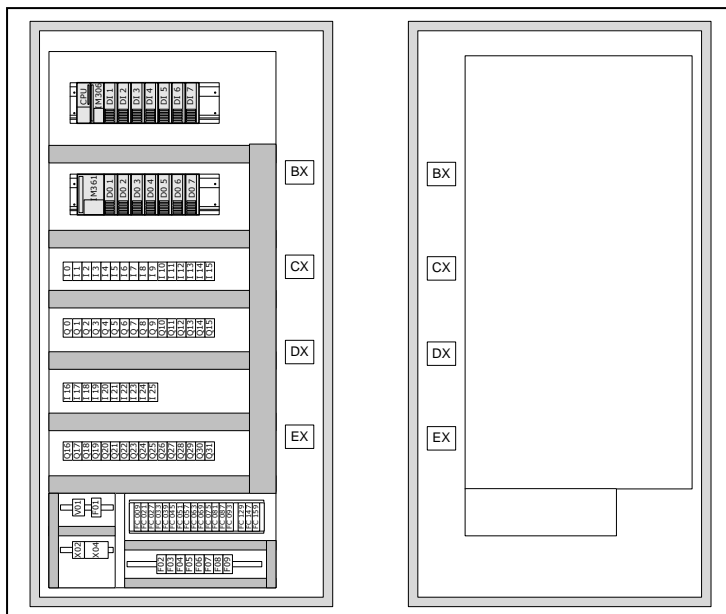
DAFTAR PUSTAKA

- 1) SIEMENS, STEP 5 Manual, Simatic S5, Nuenberg, Germany, 1993
- 2) SIEMENS, SIMATIC S5-110, Programmable Controllers, Catalog ST51, Nuenberg, Germany, 1984.

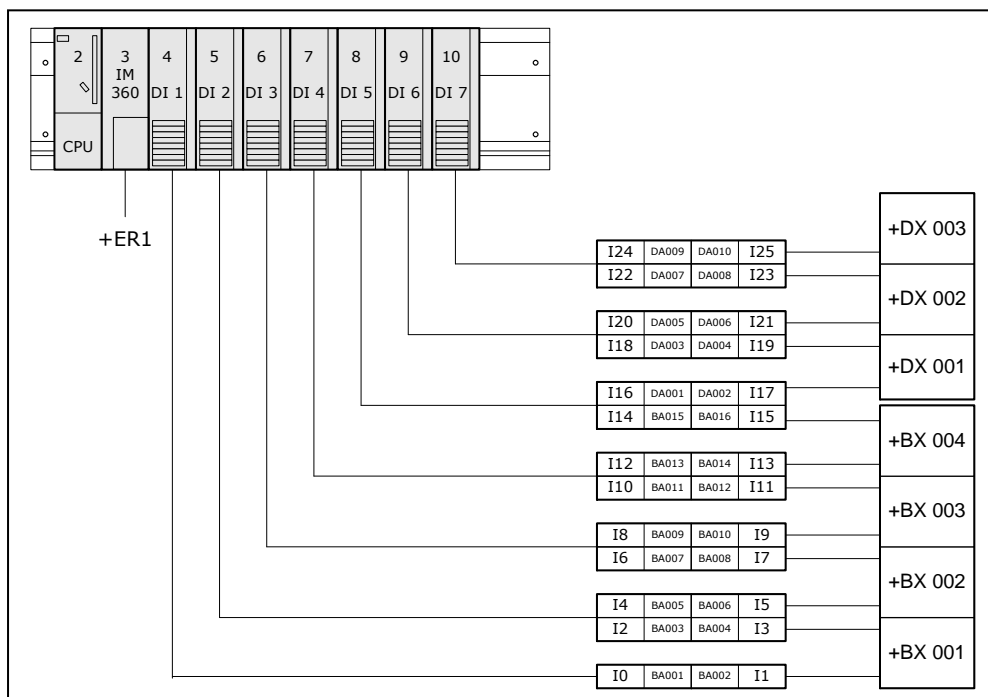
- 3) SIEMENS, SIMATIC S7-300, Programmable Controllers, Catalog, Jakarta.
- 4) INTERATOM, Maintenance and Repair Manual for Instrumentation and Control in MPR-30, Dokumen teknis, Batan, Jakarta.

Lampiran 1

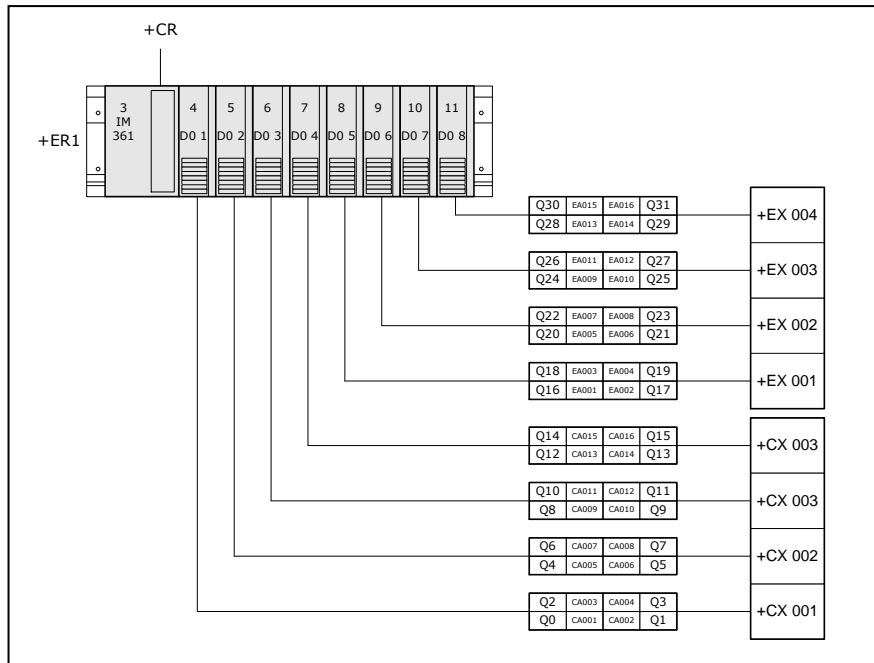
Lampiran 2



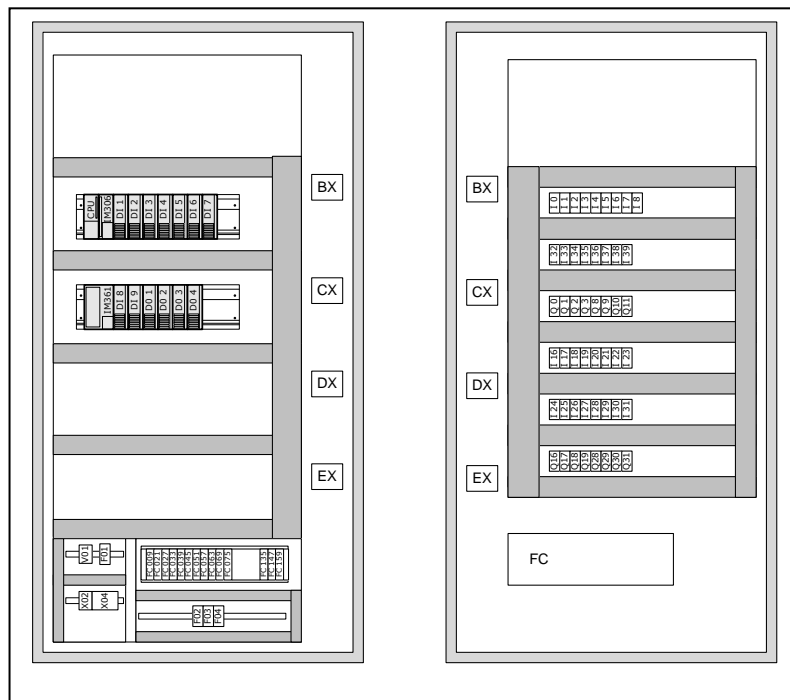
Gambar Kabinet CQA06 dengan susunan PLC Simatic S7



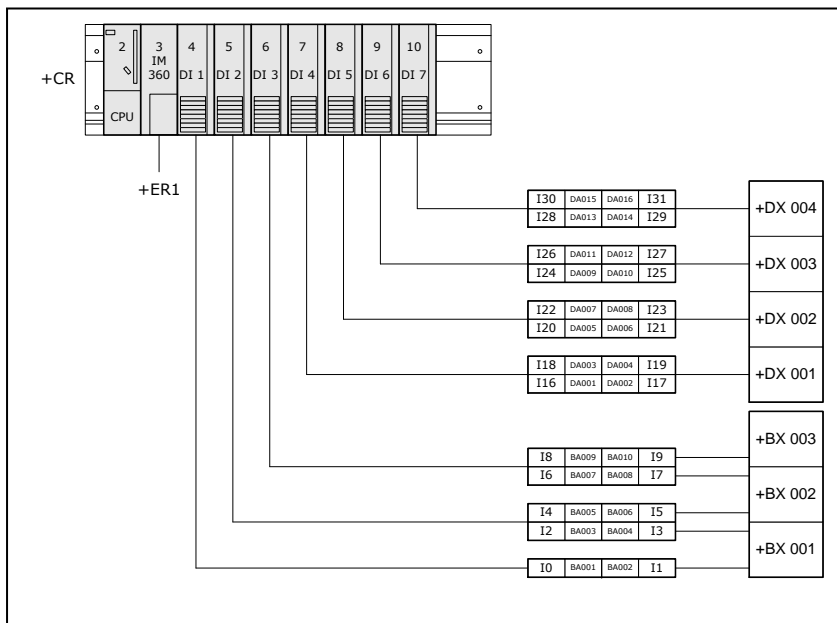
Gambar Konfigurasi Modul PLC Kabinet CQA06



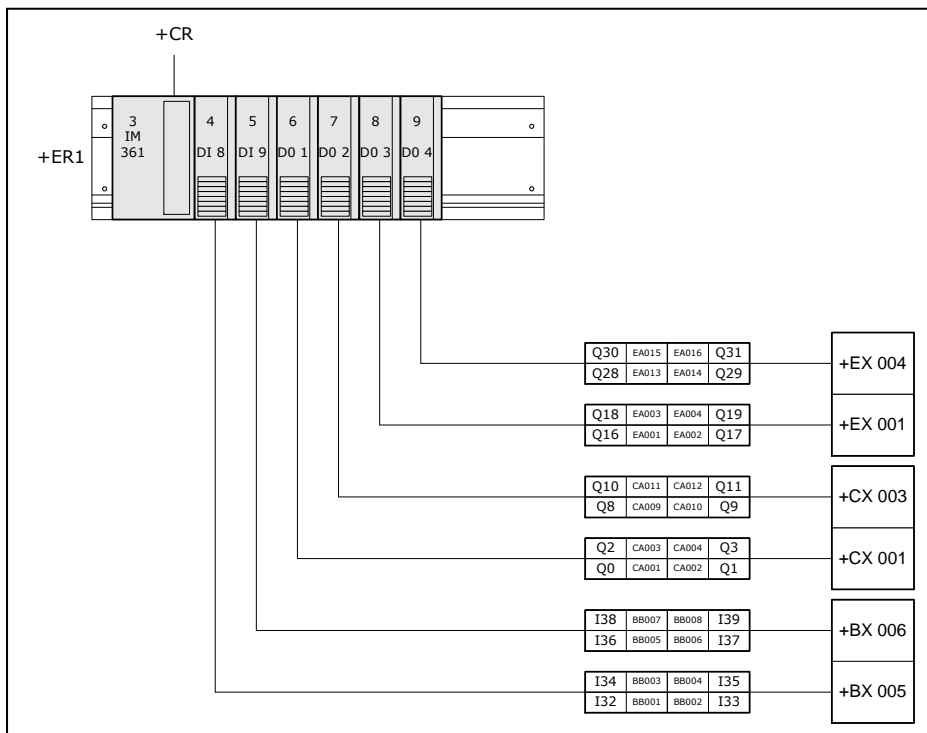
Gambar Konfigurasi Modul PLC Kabinet CQA06



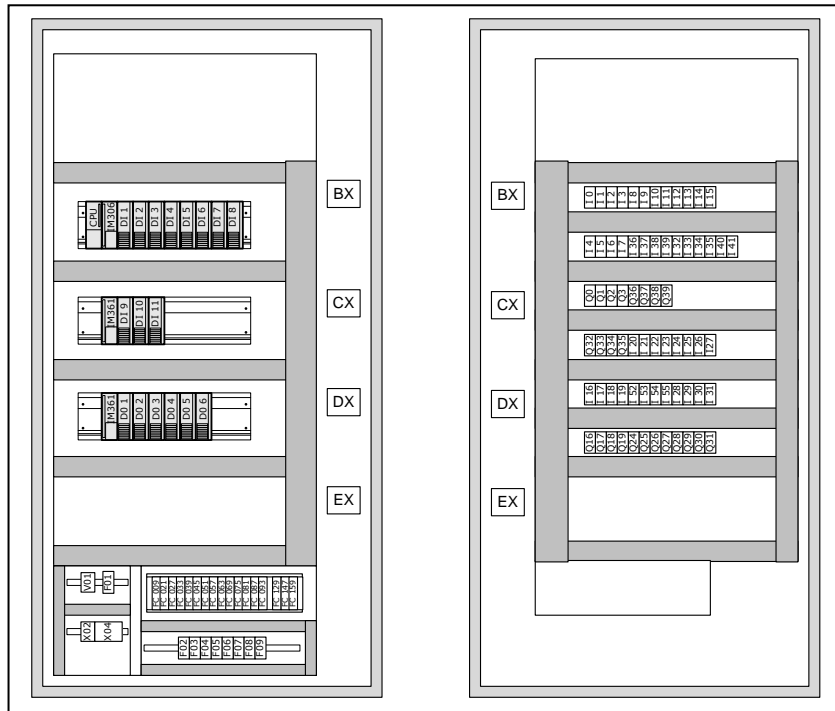
Gambar Kabinet CQB01 dengan susunan PLC Simatic S7



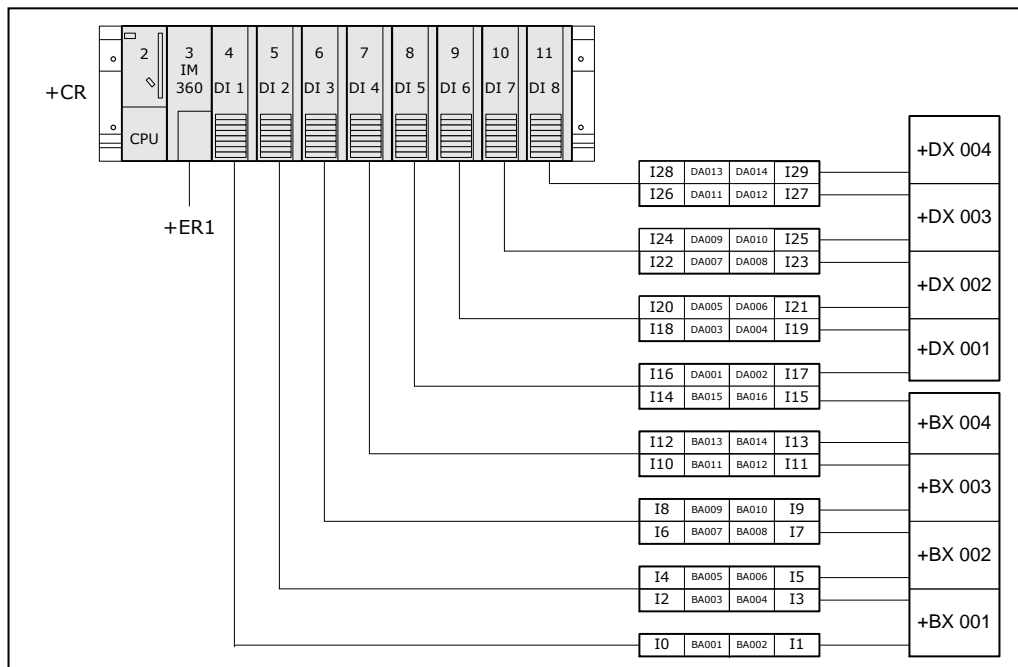
Gambar Konfigurasi Modul PLC Kabinet CQB01



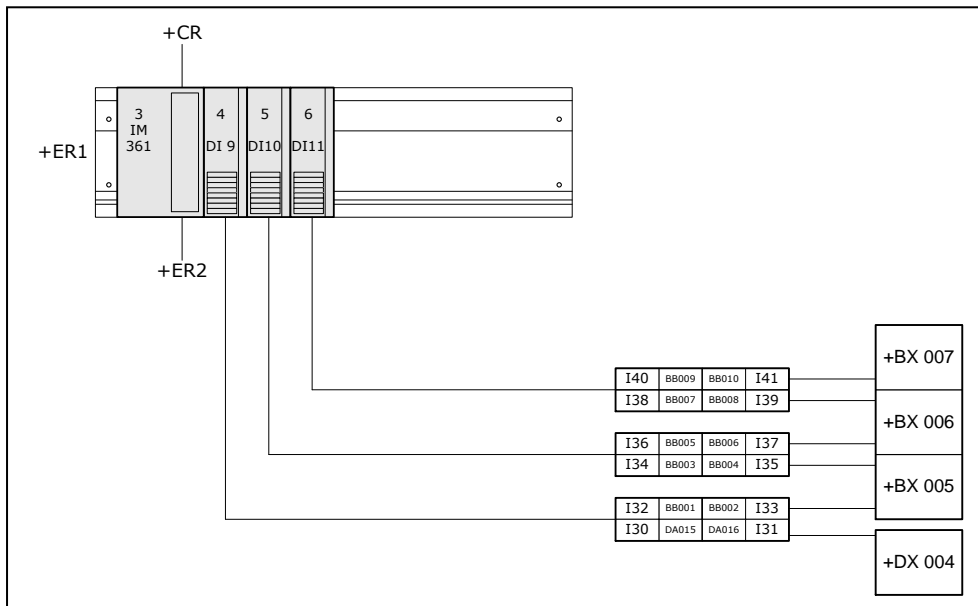
Gambar Konfigurasi Modul PLC Kabinet CQB01



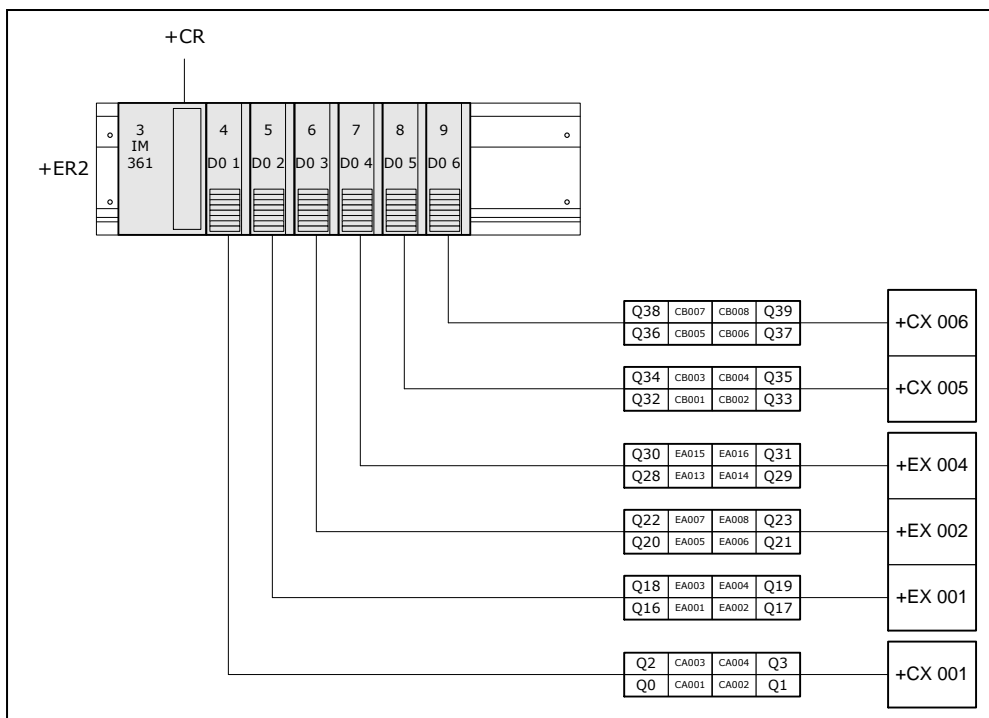
Gambar Kabinet CGK02 dengan susunan PLC Simatic S7



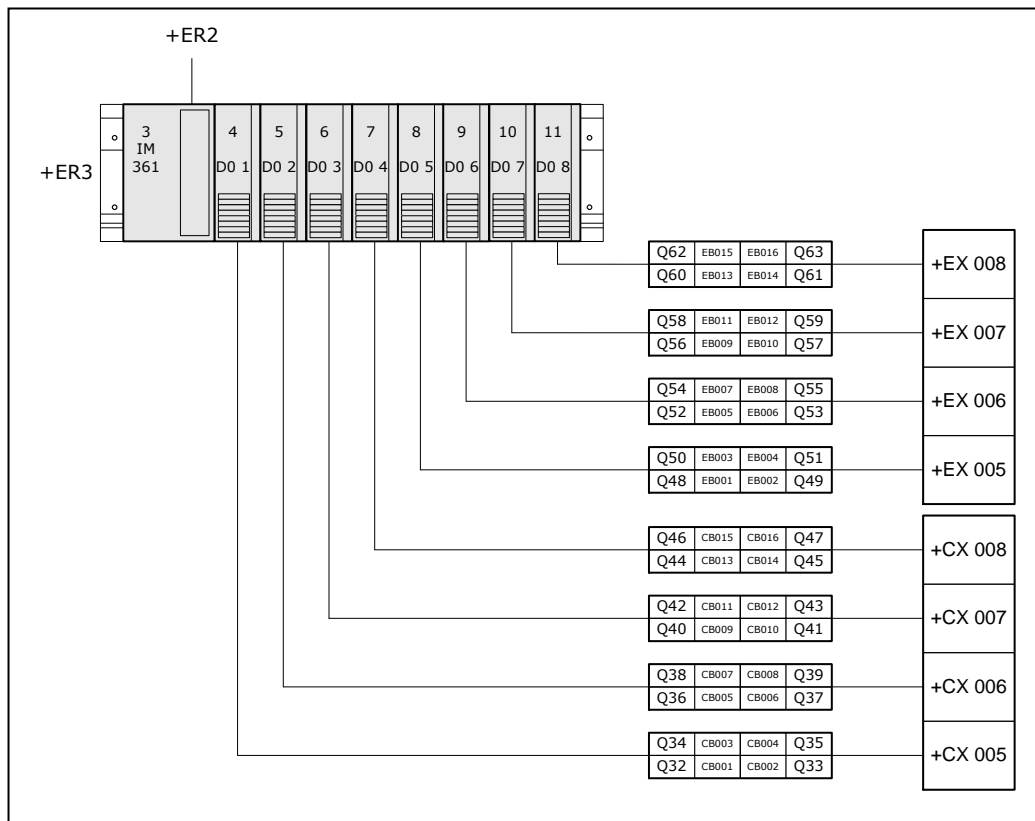
Gambar Konfigurasi Modul PLC Kabinet CGK02



Gambar Konfigurasi Modul PLC Kabinet CGK02



Gambar Konfigurasi Modul PLC Kabinet CGK02



Gambar Konfigurasi Modul PLC Kabinet CGK02