

BAB IV

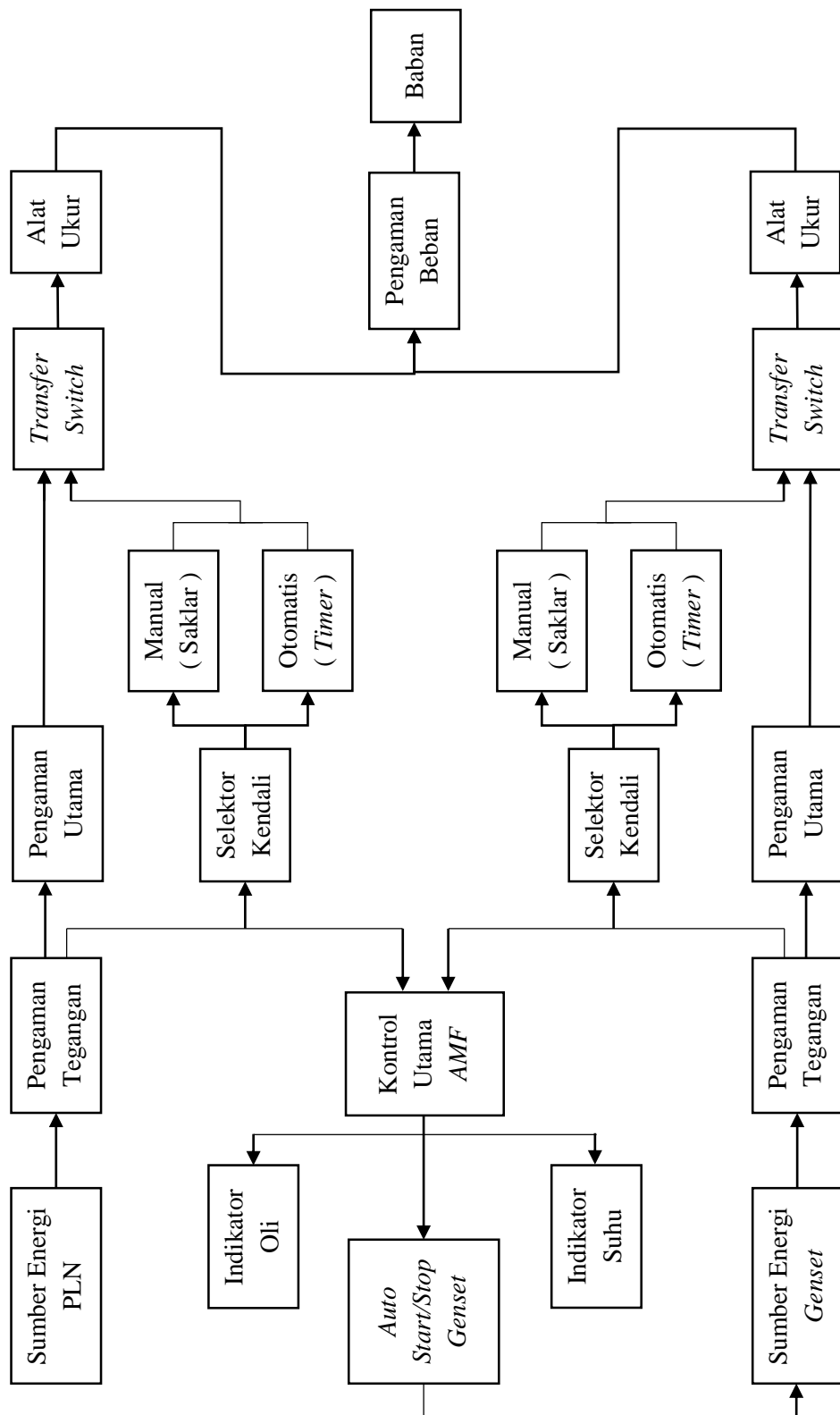
ANALISIS RANCANGAN PANEL *ATS-AMF*

A. Blok Diagram Panel *ATS-AMF*

Blok diagram digunakan sebagai gambaran alur kerja sistem yang akan dirancang, hal ini dapat mempermudah pemahaman sistem kerja panel secara sederhana, penyusunan blok diagram didasarkan pada analisa data teknis yang telah ditentukan. Dari data teknis yang sudah ada dapat dianalisis menjadi sebuah kerangka gambaran awal panel yang akan dirancang. Gambaran awal pada perancangan panel ini dituangkan dalam sebuah blok diagram seperti pada gambar 4.1. Blok diagram ini terdiri atas beberapa bagian yang saling terhubung sehingga dapat membentuk sebuah gambaran sistem yang diinginkan. Bagian blok diagram ini terdiri atas beberapa bagian, antara lain:

1. Sumber energi listrik yang terdiri dari sumber energi listrik PLN dan sumber energi listrik *genset*
2. Pengaman tegangan rangkaian utama dengan kontrol kondisi tegangan setiap fasanya
3. Sistem *auto start*, kontrol oli dan kontrol suhu *genset*
4. Sistem pengendali sumber energi listrik yang terdiri dari kendali manual dan otomatis
5. Pengaman rangkaian utama dengan sistem pengaman arus lebih
6. *Transfer switch* sebagai penghubung sumber energi listrik
7. Alat ukur sebagai media *monitoring* besaran listrik dalam panel
8. Pengaman beban dengan sistem pengaman arus bocor atau hubung singkat yang akan diteruskan ke *grounding*.

Dibawah ini merupakan blok diagram rancangan panel *ATS-AMF* pada penyusunan tugas akhir ini, sebagai berikut :



Gambar 4.1 Blok Diagram Rancangan Panel ATS-AMF

Dengan adanya blok diagram yang dirancang berdasarkan data teknis yang ada, maka dapat diketahui secara sederhana bagaimana rancangan panel *Automatic Transfer Switch-Automatic Main Falure (ATS-AMF)* yang akan dihasilkan. Berdasarkan data teknis yang telah ditentukan di butuhkan sebuah detektor sumber energi listrik yang akan mensuplai beban, detektor ini berupa sistem *Automatic Main Falure (AMF)*. Sistem ini akan mengolah data masukan sumber energi listrik dari sumber energi listrik PLN dan sumber energi listrik *genset*, sehingga keluaran sumber energi yang digunakan dapat mempresentasikan sumber energi listrik mana yang akan bekerja untuk mensuplai beban secara penuh sesuai dengan kondisi sumber energi listrik yang bekerja.

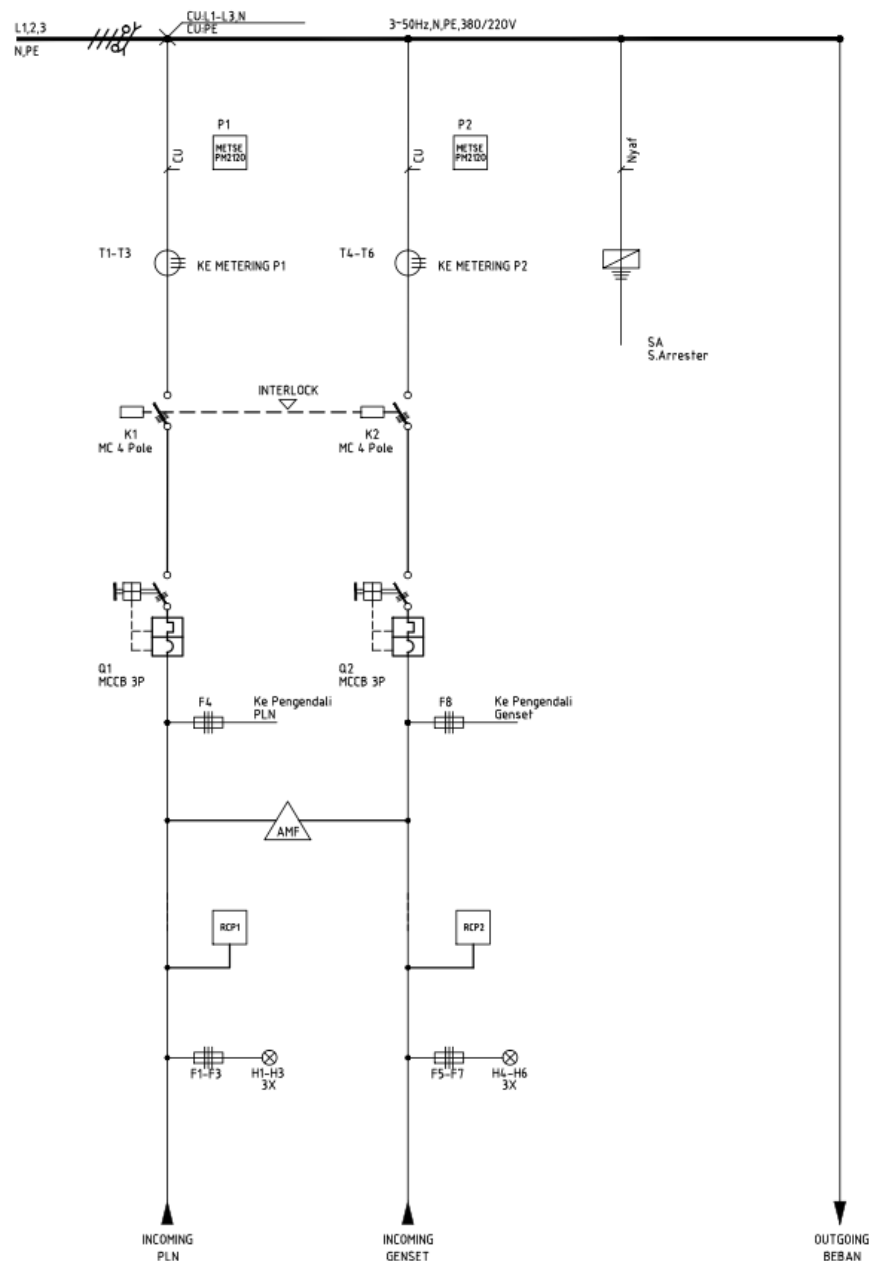
Sumber energi listrik PLN berfungsi sebagai *supply* energi listrik utama dan sumber energi listrik *genset* sebagai *supply* energi listrik cadangan. Sistem *AMF* dapat menghidpkan secara otomatis sumber energi listrik *genset* saat sumber energi listrik PLN tidak bekerja atau saat terjadi gangguan dan sebaliknya saat sumber energi listrik PLN kembali bekerja maka sistem ini akan memadamkan sumber energi listrik *genset* secara otomatis. Sedangkan sistem kedua yaitu *Automatic Transfer Switch (ATS)*, sistem ini akan menghubungkan *supply* tegangan dari sumber energi listrik menuju beban sesuai dengan sumber energi listrik yang bekerja. Sistem *ATS* ini memiliki dua buah kendali, pertama kendali otomatis dengan bantuan *timer* dan kendali manual dengan bantuan saklar tekan.

Untuk sistem pengaman terbagi atas tiga bagian, pertama pengaman tegangan yang dapat mengontrol kondisi tegangan masukan dari sumber energi listrik PLN dan sumber enenrgi listrik *genset*. Kedua pengaman utama yang dapat mengamankan rangkaian utama dari arus lebih atau hubungan pendek dan yang terakhir pengaman beban yang dapat mengontrol kerja beban dengan sistem saluran pertanahan. Panel *Automatic Transfer Switch-Automatic Main Falure (ATS-AMF)* ini juga di lengkapi dengan alat ukur sebagai media kontrol besaran-besaran listrik yang ada pada rangkaian panel ini.

B. Gambar Rangkaian Panel *ATS-AMF* serta Penentuan Komponennya

Gambar rangkaian suatu sistem kelistrikan terdiri atas beberapa bagian, dimana setiap bagiannya memiliki fungsi tersendiri untuk mempermudah penjelasan rangkaian yang telah dirancang. Pada perancangan panel *ATS-AMF* ini menggunakan 2 cara dalam penggambaran rangkaiannya, antara lain :

1. *Single Line Diagram*



Gambar 4.2 *Single Line Diagram* Panel *ATS-AMF* 53 KVA

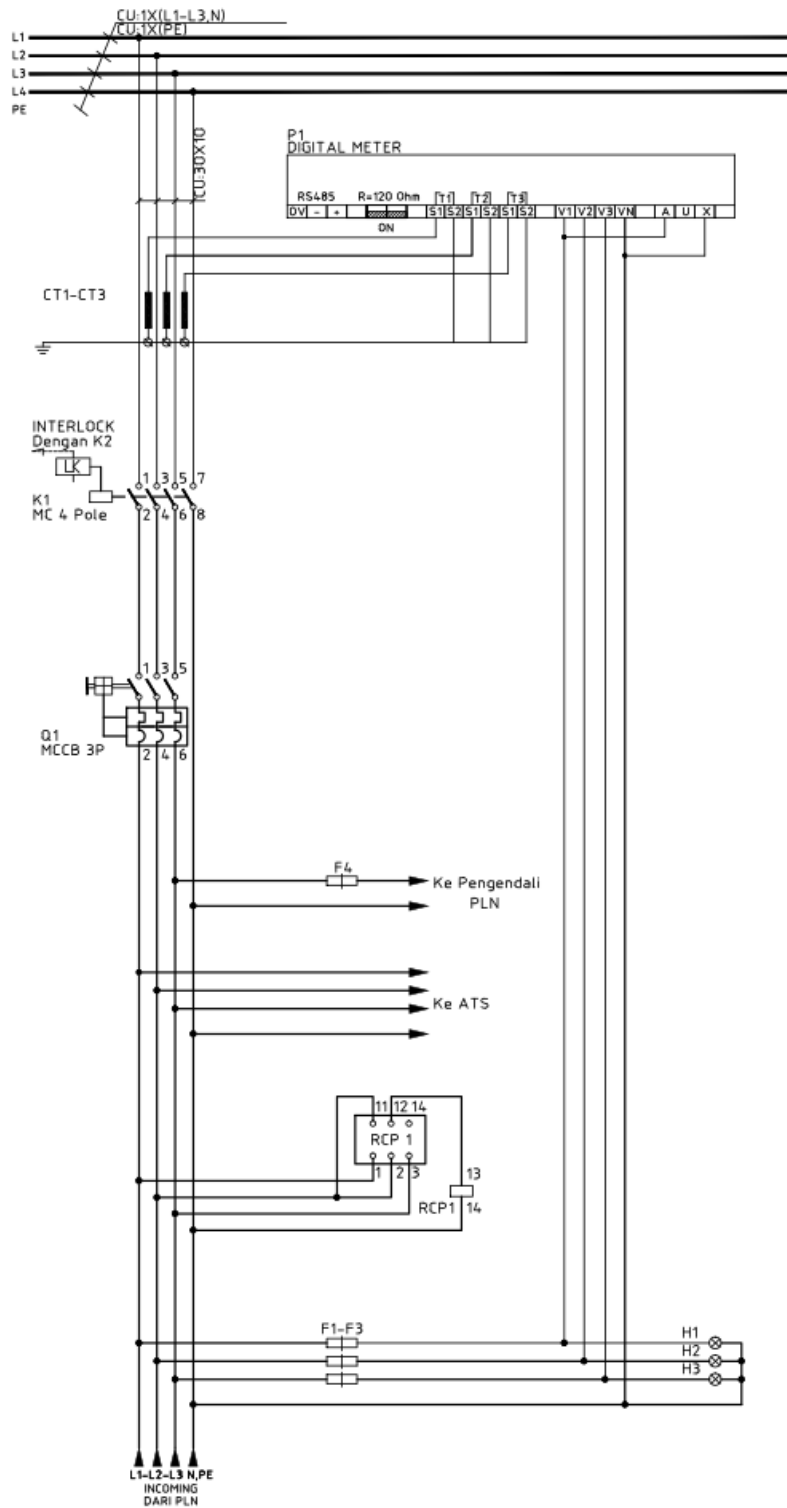
Singel line diagram merupakan bagan kutub tunggal yang menjelaskan tentang sistem kelistrikan dalam pembagian daya listrik secara sederhana, sehingga memudahkan seorang *engineer* atau *technician* untuk mengetahui kondisi dan fungsi dari setiap bagian peralatan instalasi yang terpasang, baik untuk perancangan, pemasangan, maupun pemeliharaan panel. Perancangan *single line diagram* ini didasarkan atas blok diagram yang telah dirancang, dimana dalam perancangannya disertai dengan pemilihan komponen panel.

Singel line diagram pada perancangan panel *Automatic Transfer Switch-Automatic Main Failure (ATS-AMF)* ini terdiri tiga jalur utama yang terbagi atas jalur masukan sumber energi listrik PLN, jalur masukan sumber energi listrik *genset* dan jalur keluaran menuju beban listrik. Sedangkan untuk pemilihan komponen penyusun panel disesuaikan dengan kebutuhan yang diharapkan. Untuk bagian pertama setelah *power* dari sumber energi listrik PLN dan *genset* ditempatkan tiga buah lampu indikator pada masing-masing sumber energi listrik sebagai penanda adanya tegangan yang bekerja pada masing-masing sumber energi listrik tersebut.

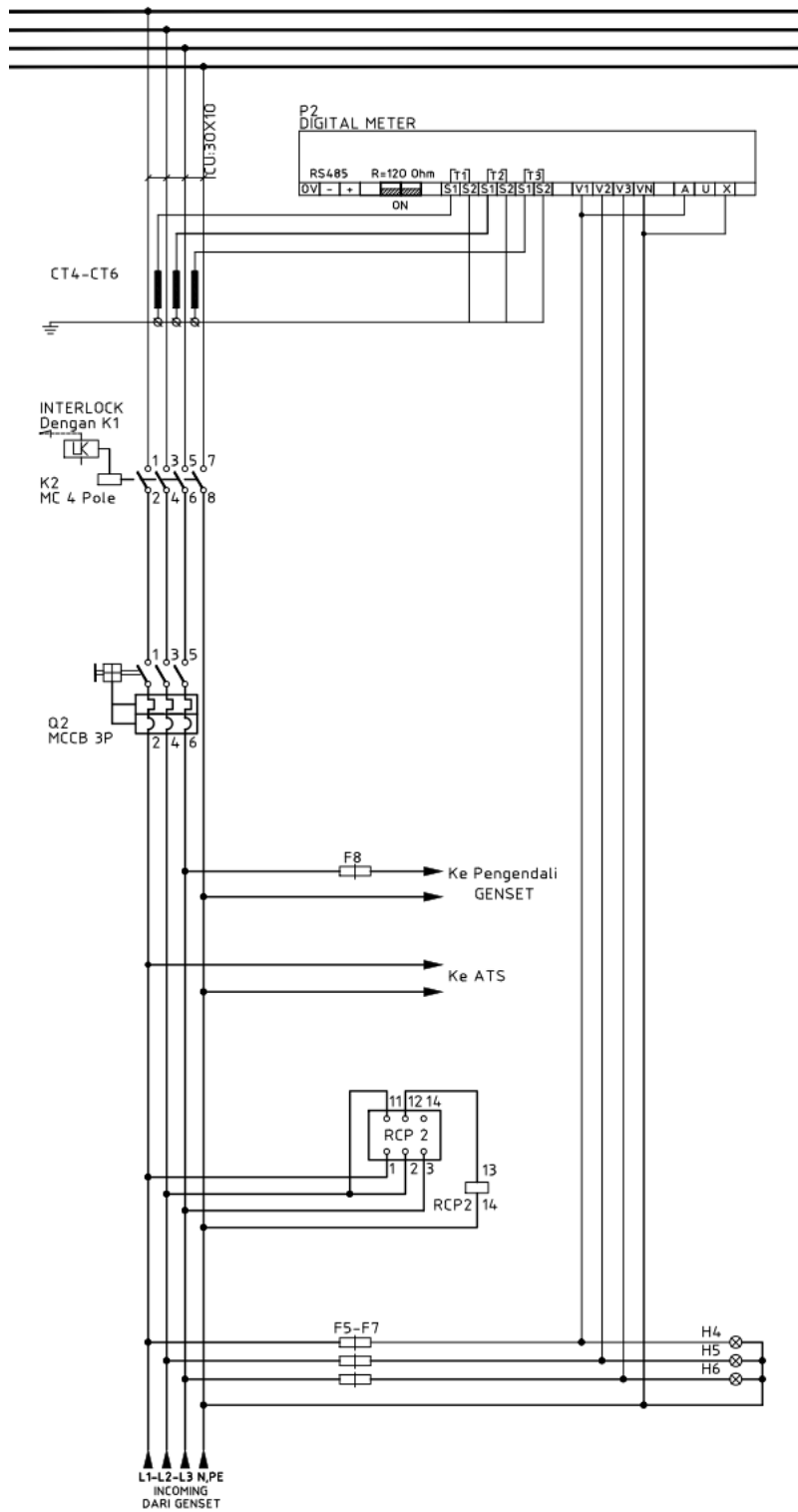
Selanjutnya pengaman tegangan berupa *Relay Control Phase (RCP)* sebagai pengontrol tegangan 3 fasa pada rangkaian utama, komponen ini dapat mengontrol kondisi tegangan masukan yang tidak efisien, seperti : salah satu, dua, atau ke tiga fasanya hilang atau lepas, urutan fasa yang salah, tegangan *under voltage* dan tegangan *over voltage*. Komponen selanjutnya yaitu *module automatic main failure* sebagai kontrol otomatis kerja *genset* dan dilanjutkan dengan rangkaian pengendali otomatis dan manual sumber energi listrik PLN serta *genset* dengan komponen penyusun *magnetic contactor*, *relay* dan *time delay relay*. Komponen selanjutnya *Moulded Case Circuit Breaker (MCCB)* sebagai pengaman rangkaian utama, dilanjutkan dengan kontak utama *magnetic contactor*, *power meter digital* dan *surge arrester* sebagai pengaman beban.

2. Wiring Diagram

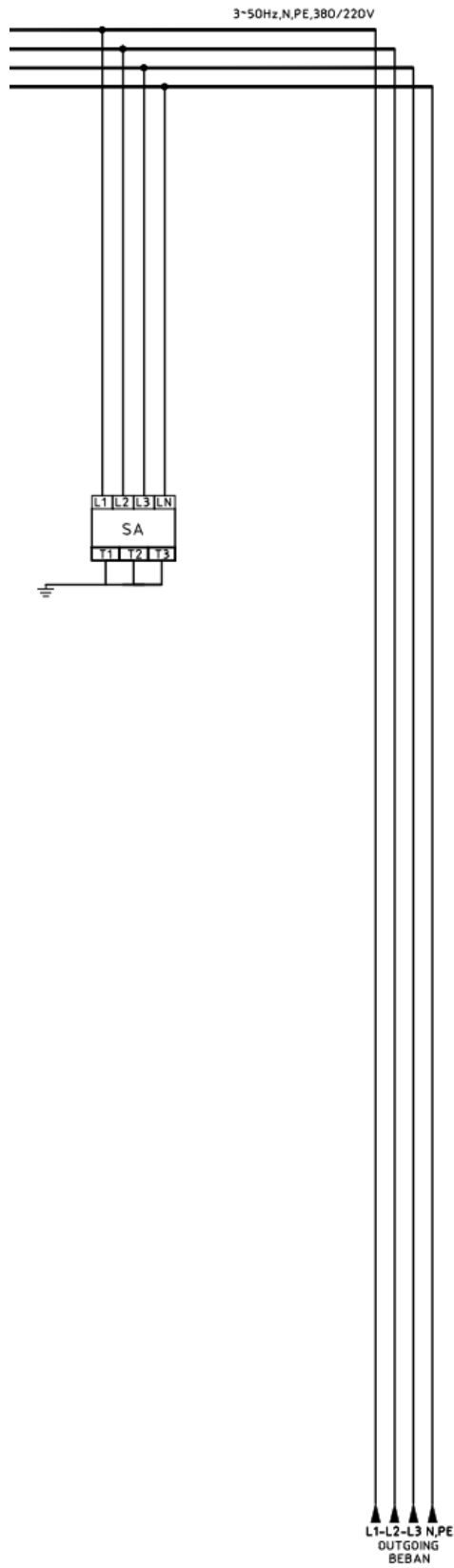
a. Wiring Diagram Rangkaian Utama



Gambar 4.3 Wiring Diagram Rangkaian Utama PLN



Gambar 4.4 *Wiring Diagram* Rangkaian Utama Genset



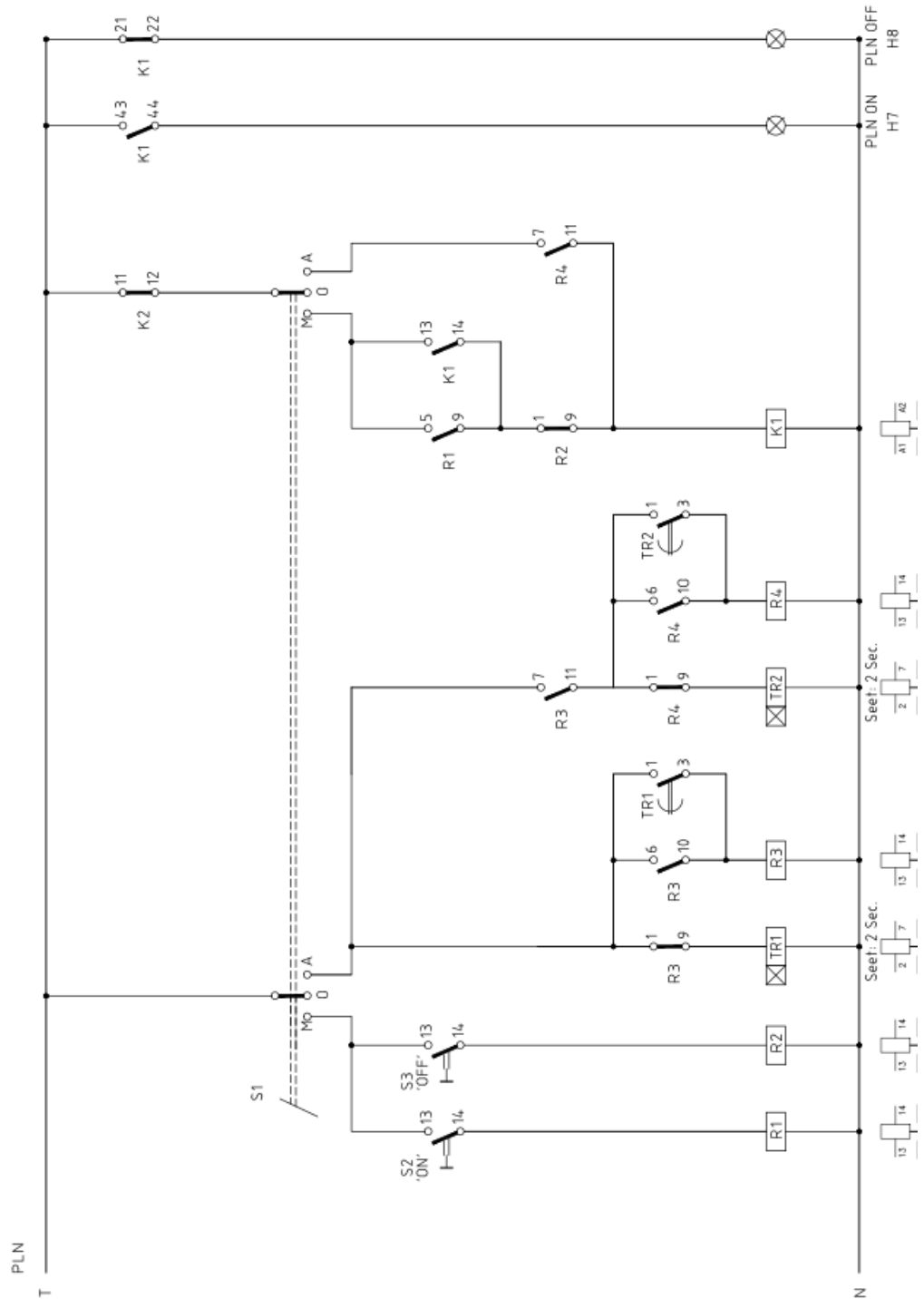
Gambar 4.5 *Wiring Diagram* Rangkaian Utama Beban

Wiring diagram rangkaian utama merupakan gambar kerja yang menggambarkan rangkaian pengawatan sistem kelistrikan dalam pembagian daya listrik dengan bantuan simbol-simbol dalam bentuk yang telah disederhanakan. Dengan kata lain gambar rangkaian ini merupakan gambaran secara nyata untuk penyambungan antar komponen yang didasarkan pada *single line diagram*. *Wiring diagram* ini juga akan berfungsi sebagai pedoman langsung dalam perakitan panel *Automatic Transfer Switch-Automatic Main Failure (ATS-AMF)*.

Pada rangkaian utama digunakan *busbar* sebagai penghubung sumber energi listrik 3 fasa dari kontak utama *magnetic contactor*, *Moulded Case Circuit Breaker (MCCB)* menuju *Current Transformer (CT)*, serta jalur utama penghubung keluaran sumber energi listrik PLN, *genset* dan keluaran sumber energi listrik yang menuju beban. *Busbar* digunakan untuk hubungan ini karena dapat menghantarkan arus yang lebih besar untuk menggantikan kabel berisolasi serta mempermudah dalam pemasangan dan perawatan. Sedangkan untuk penghubung komponen lainnya seperti: *relay control phase*, *module automatic main failure*, *power meter digital*, *surge arrester* digunakan penghantar kabel dengan jenis *NYAF* dimana ukuran kabel disesuaikan arus nominal rangkaian.

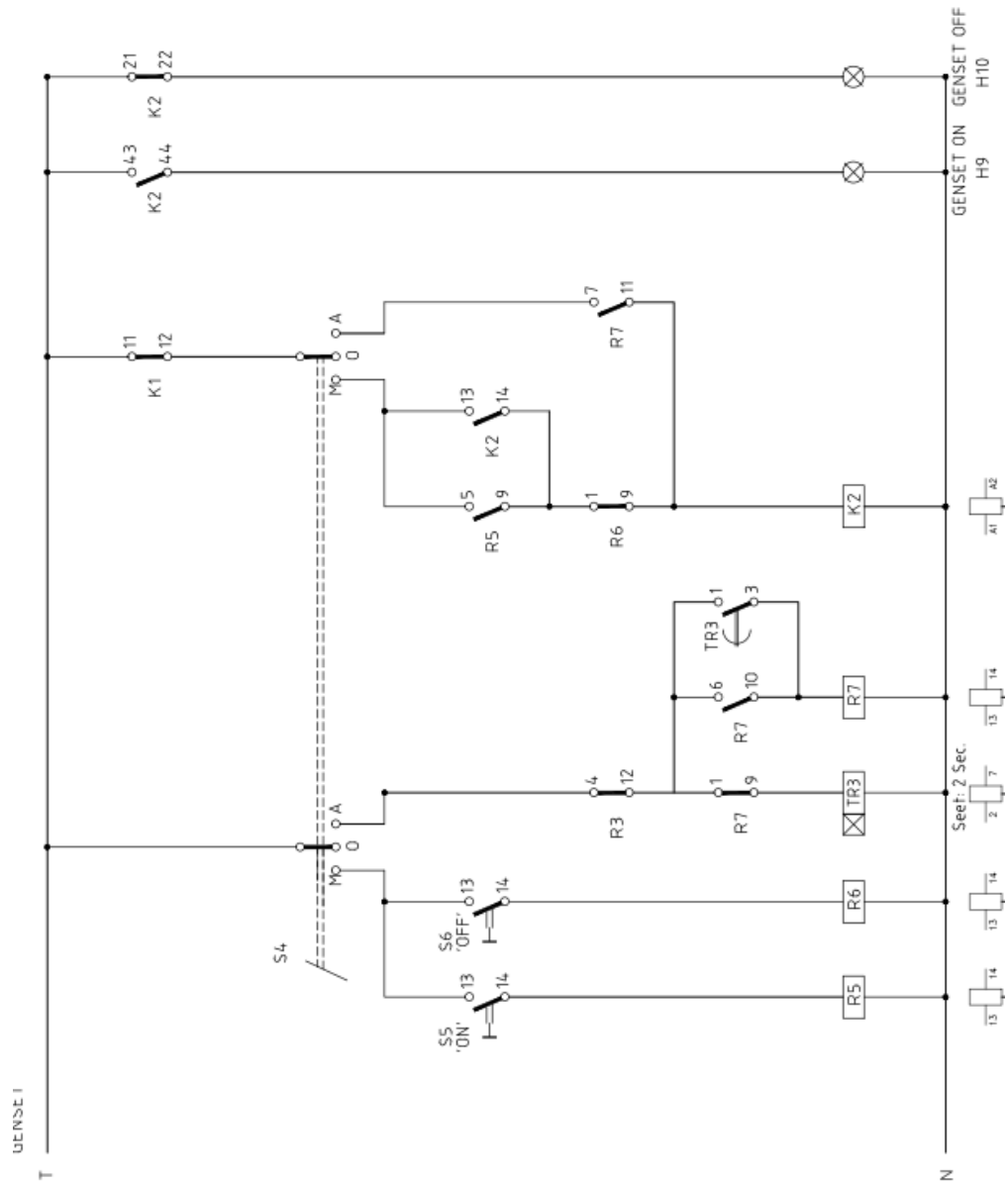
Dalam penentuan simbol dan kontak penyusun komponen panel didasarkan pada jenis komponen yang digunakan pada umumnya. Untuk *relay control phase* terdapat satu kontak utama dan tiga kontak bantu sebagai kontrol tegangan dari *power* sumber energi listrik. Untuk *Moulded Case Circuit Breaker (MCCB)* menggunakan tiga kontak utama *Normally Open (NO)* untuk menyalurkan tegangan 3 fasa dan *magnetic contactor* dengan empat kontak *Normally Open (NO)*.

b. *Wiring Diagram* Rangkaian Pengendali PLN



Gambar 4.6 *Wiring Diagram* Rangkaian Pengendali PLN

c. *Wiring Diagram Rangkaian Pengendali Genset*



Gambar 4.7 *Wiring Diagram Rangkaian Pengendali Genset*

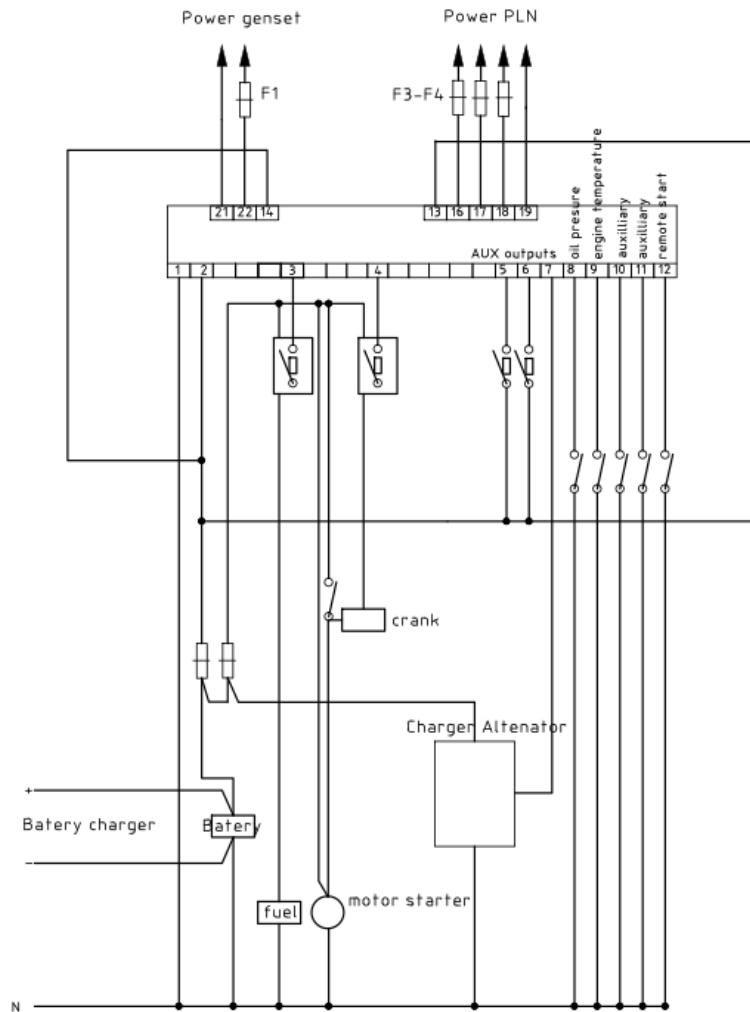
Wiring diagram rangkaian pengendali merupakan gambar pengawatan sistem kelistrikan yang menunjukkan kontrol beban, dimana rangkaian ini akan berfungsi sebagai media pemutus dan penghubung arus listrik ke beban secara tidak langsung. Dalam penyusunan rangkaian pengendali ini harus didasarkan pada keluaran kendali yang diinginkan serta jenis komponen yang digunakan sebagai media pengendali.

Rating daya yang masuk pada rangkaian juga dapat mempengaruhi jenis rangkaian pengendali ini, sebagai contoh untuk rating daya kecil dibawah 100 KVA lebih efektif digunakan *magnetic contactor* sebagai media perpindahan sumber energi listrik, sedangkan untuk rating daya yang lebih besar dapat menggunakan *motroizd MCCB*. Pada perancangan panel *ATS-AMF* ini menggunakan *magnetic contactor* sebagai media perpindahan sumber energi listrik utama, *time delay relay* sebagai penunda waktu dan *relay* sebagai kontak bantuannya.

Terdapat dua rangkaian pengendali pada rancangan panel *ATS-AMF* ini, yaitu rangkaian pengendali PLN dan rangkaian pengendali *genset*, yang masing-masing terbagi atas dua kendali. Pertama kendali manual dengan bantuan *push button ON* sebagai penghubung kontak utama *magnetic contactor* dan *push button OFF* sebagai pemutus kontak utama *magnetic contactor*. Kedua kendali otomatis dengan bantuan *time delay relay* sebagai penunda waktu dari keadaan padam menuju ke keadan PLN atau *genset* bekerja.

Sistem ini juga diharapkan memiliki sistem *interlock*, dimana saat salah satu sumber energi listrik dikendalikan maka sumber energi listrik satunya tidak dapat dikendalikan baik secara manual maupun otomatis, sehingga ditempatkan kontak *normally close magnetic contactor* yang berlawanan pada masing-masing masukan coil *magnetic contactor*.

d. *Wiring Diagram Module Automatic Main Falure (AMF)*



Gambar 4.8 *Wiring Diagram Module AMF*

Sistem *Automatic Main Falure (AMF)* yang digunakan pada rancangan panel ini yaitu *module automatic main failur* jenis DSE 3110 yang digunakan sebagai *auto start* dan *auto stop genset* dengan mengontrol *power* masukan sumber energi listrik dan *genset*. *Module automatic main failur* memiliki fungsi tambahan sebagai pemantauan sistem kerja *genset* melalui kontrol kapasitas oli dan suhu *genset*.

C. Simulasi dan Prinsip Kerja Rangkaian *ATS-AMF*

Untuk mengetahui kualitas dan keandalan rangkaian dapat dilakukan dengan metode simulasi aliran arus listrik, dimana tahap ini dapat digunakan sebagai gambaran secara langsung apakah rangkaian yang dirancang dapat bekerja sesuai dengan fungsi dan kegunaannya. Simulasi dilakukan baik menggunakan *software* maupun cara manual, pada perancangan panel *Automatic Transfer Switch-Automatic Main Falure (ATS-AMF)* ini simulasi rangkaian pengendali dilakukan menggunakan sebuah *software* rangkaian listrik sederhana, yaitu *festo fluidSIM*. Dengan menggunakan *software* ini aliran arus listrik dapat diketahui secara otomatis dengan tanda jalur yang berwarna merah, metode ini sangat efektif dilakukan dalam suatu perancangan panel listrik. Melalui *software* dapat diketahui secara sederhana bagaimana cara kerja sistem yang telah dirancang khususnya rangkaian pengendali apakah dapat bekerja sesuai dengan keluaran dan kegunaan panel yang diharapkan.

Sedangkan untuk bagian sistem lainnya seperti : sistem *Module Automatic Main Falure (AMF)*, pengaman rangkaian utama (*MCCB* utama), pengaman rangkaian pengendali (*fuse*), pengaman lampu indikator (*fuse*), pengaman tegangan (*relay control phase*), pengaman tegangan (*surge arrester*) dilakukan secara manual dengan menganalogikan kondisi komponen yang dimaksud bekerja sesuai dengan spesifikasinya, sehingga aliran arus dapat diketahui dapat mengalir atau tidak.

Pengujian rancangan panel ini pada dasarnya bertujuan untuk mengetahui hasil kerja rangkaian panel *Automatic Transfer Switch-Automatic Main Falure (ATS-AMF)* yang telah dirancang sebelum digunakan sebagai pedoman langsung dalam perakitan panel *ATS-AMF* yang sebenarnya. Dibawah ini merupakan beberapa bagian simulasi rancangan panel *Automatic Transfer Switch-Automatic Main Falure (ATS-AMF)*, baik simulasi secara otomatis maupun manual, sebagai berikut :

1. Rangkaian Pengendali

Pada pengujian rangkaian pengendali keluaran beban diibaratkan dengan tiga buah lampu indikator, dimana satu buah lampu indikator mewakili tegangan kerja pada setiap fasanya. Seperti sistem pada umumnya panel *Automatic Transfer Switch-Automatic Main Falure (ATS-AMF)* memiliki karakteristik sistem yang dapat disebut dengan filosofi *back up* sumber tegangan energi listrik.

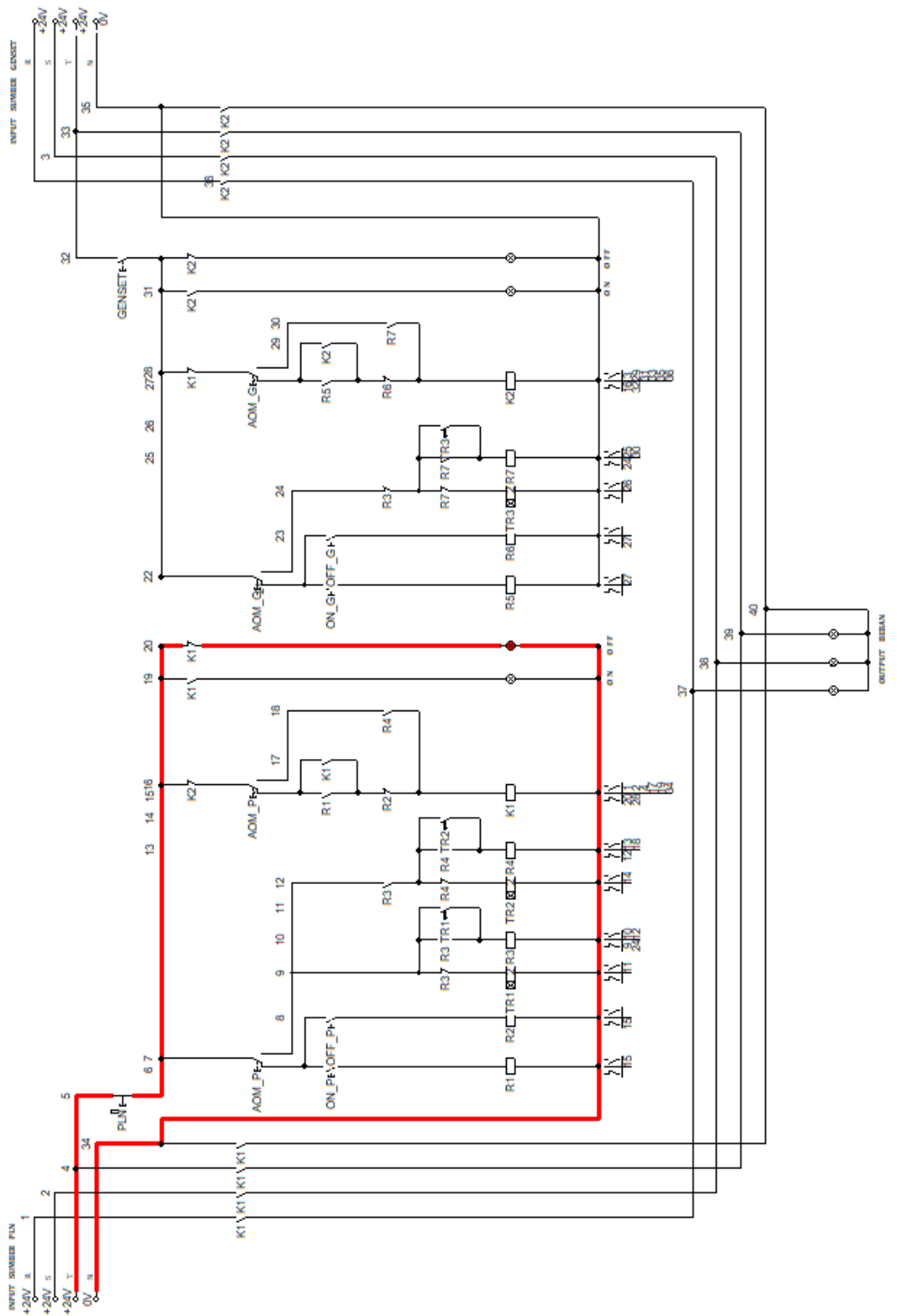
Berikut merupakan filosofi *back up* sumber tegangan listrik panel *ATS-AMF* sesuai dengan data teknis yang telah ditentukan :

- a. Panel *Automatic Transfer Switch-Automatic Main Falure (ATS-AMF)* terdiri dari 2 sumber energi listrik, yaitu :
 - 1) Sumber energi listrik 1 dari PLN
 - 2) Sumber energi listrik 2 dari *genset*
- b. Sumber energi listrik utama atau prioritas sumber energi listrik selalu pada sumber energi listrik PLN
- c. Sumber energi listrik *genset* merupakan sumber energi listrik cadangan saat sumber energi listrik utama (PLN) padam.

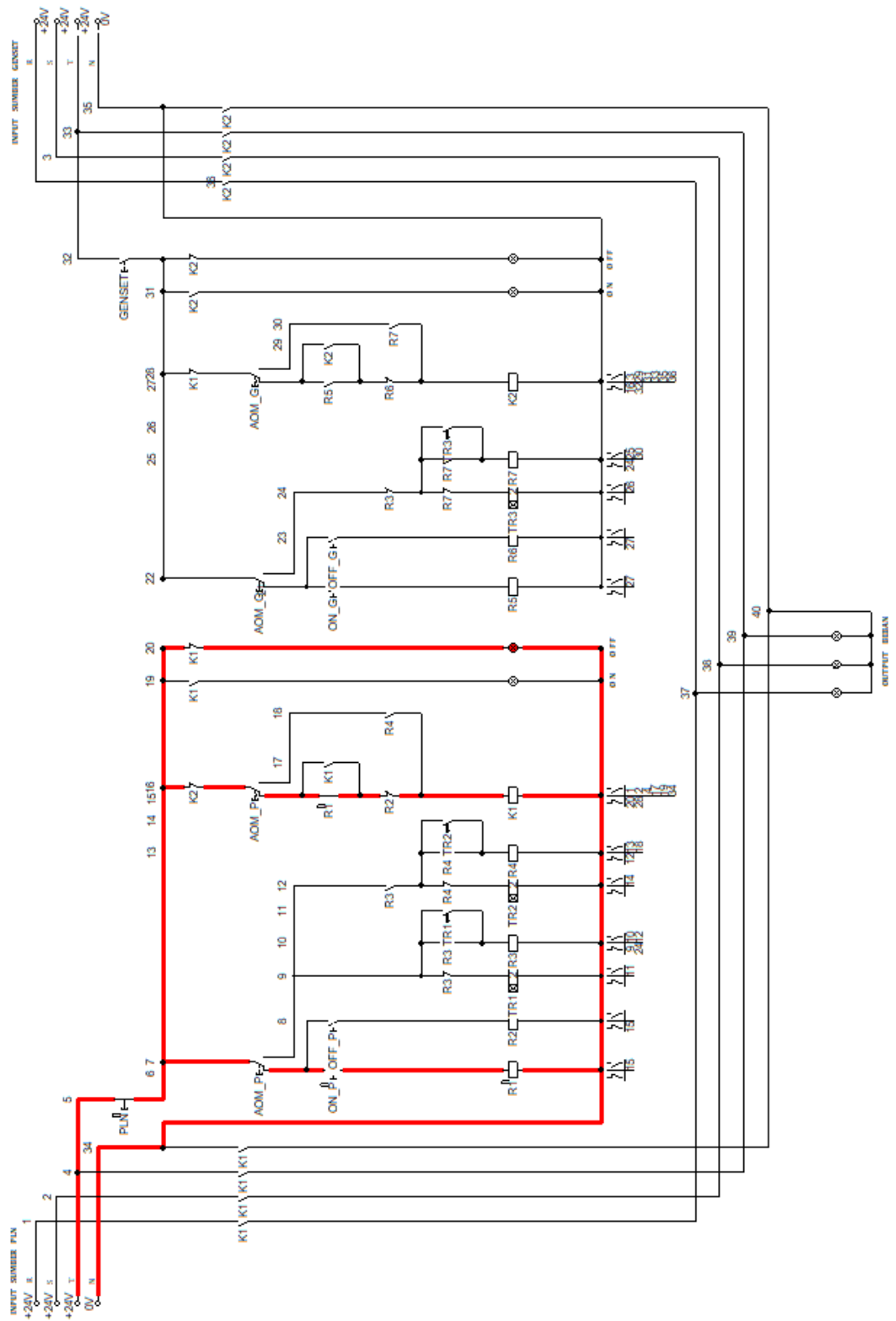
Simulasi rangkaian pengendali panel *Automatic Transfer Switch-Automatic Main Falure (ATS-AMF)* terbagi atas tiga kondisi, yaitu :

- a. Kondisi pertama, saat sumber energi listrik PLN bekerja dan sumber energi listrik *genset* padam.
- b. Kondisi kedua, saat sumber energi listrik PLN padam dan sumber energi listrik *genset* akan hidup secara otomatis dengan bantuan sistem *AMF*.
- c. Kondisi ketiga, saat sumber energi listrik PLN kembali bekerja dan sumber energi listrik *genset* akan padam.

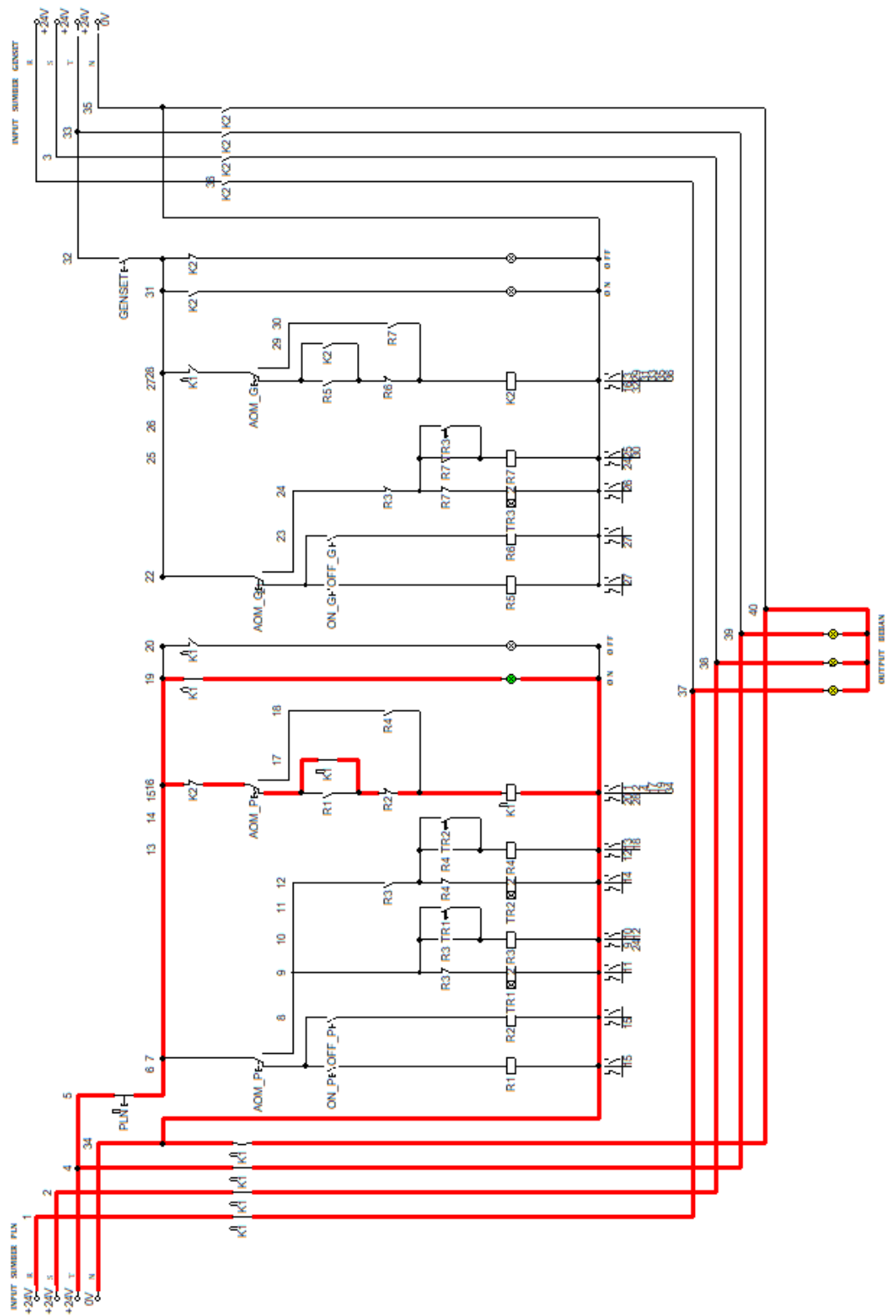
Untuk simulasi rangkaian pengendali panel *Automatic Transfer Switch-Automatic Main Falure (ATS-AMF)* ini menggunakan sebuah software *Festo FluidSIM*, berikut merupakan tiga simulasi rangkaian pengendali, seperti pada gambar di bawah ini :



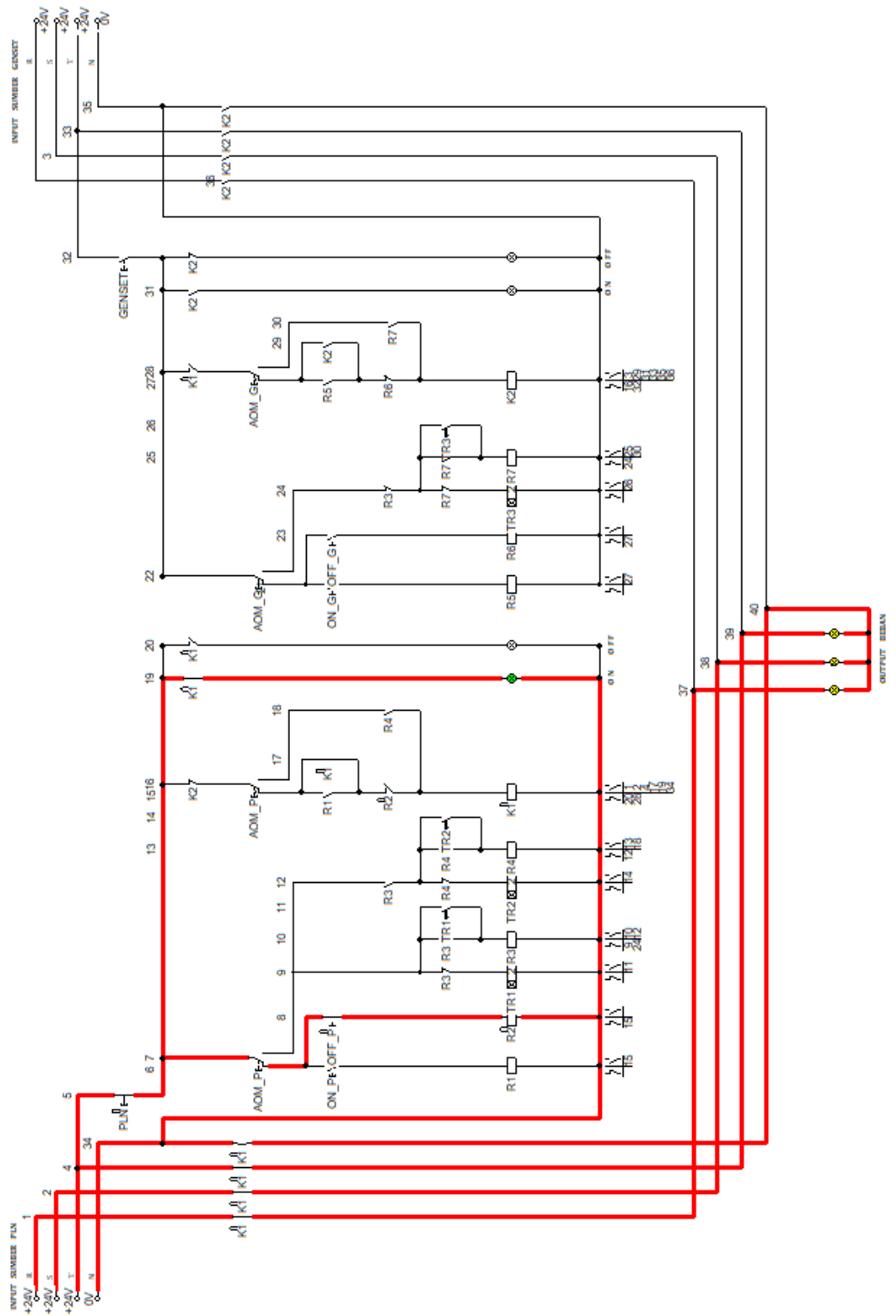
Gambar 4.9 Kondisi Pertama Simulasi Kendali Manual PLN OFF



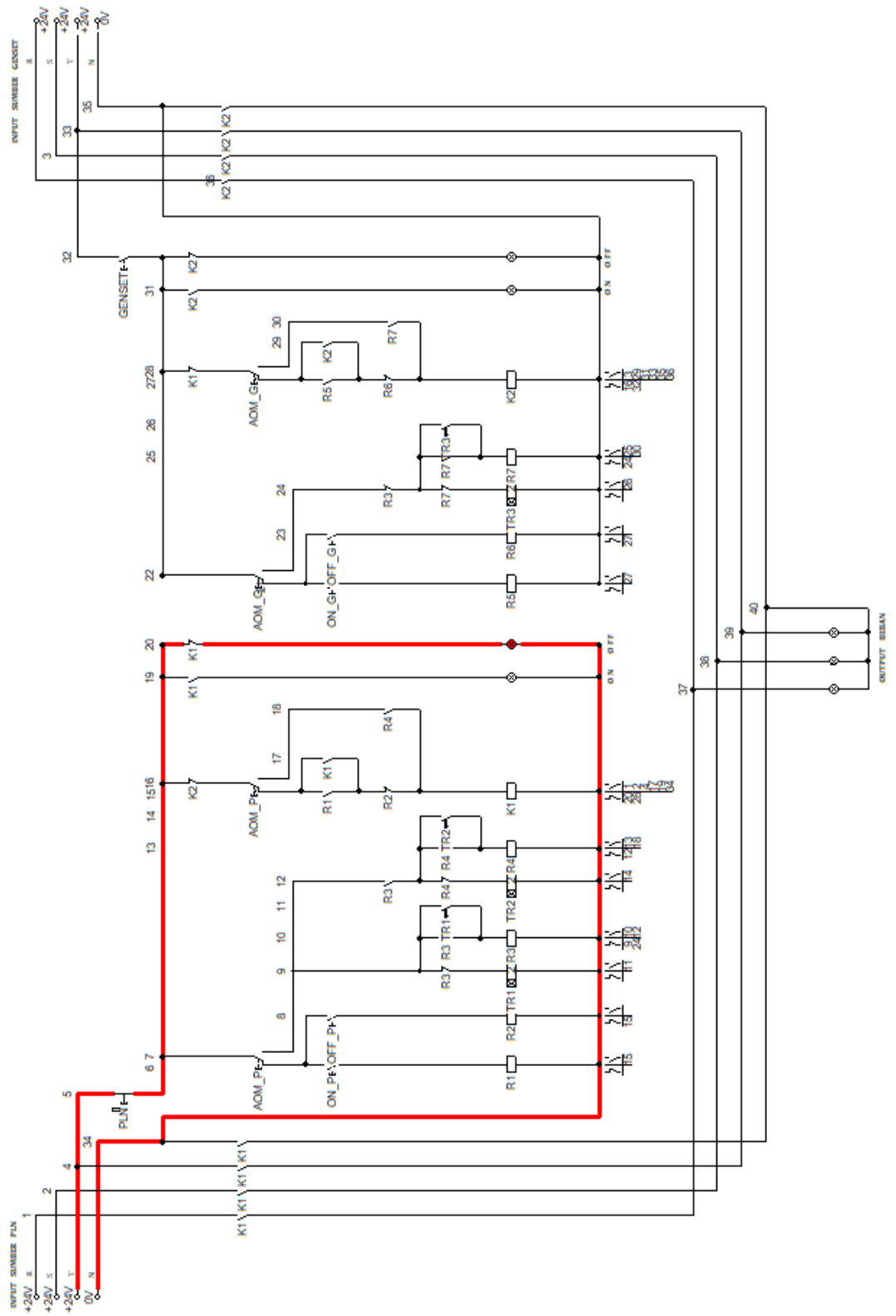
Gambar 4.10 Kondisi Pertama Simulasi Kendali Manual *Push Button ON* dan R1 *ON*



Gambar 4.11 Kondisi Pertama Simulasi Kendali Manual K1 ON



Gambar 4.12 Kondisi Pertama Simulasi Kendali Manual *Push Button OFF* dan R2 *ON*



Gambar 4.13 Kondisi Pertama Simulasi Kendali Manual PLN OFF

Pada kondisi pertama saat sumber energi listrik PLN bekerja dan sumber energi listrik *genset* padam. Untuk kendali manual dengan bantuan *push button ON* sebagai penghubung dan *push button OFF* sebagai pemutus aliran arus. Seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa kendali manual ini hanya berfungsi sebagai media perawatan dan pengujian sistem panel *Automatic Transfer Switch–Automatic Main Failure (ATS-AMF)* dapat bekerja atau tidak, sehingga dapat diketahui ketersediaan panel ini untuk bekerja secara otomatis.

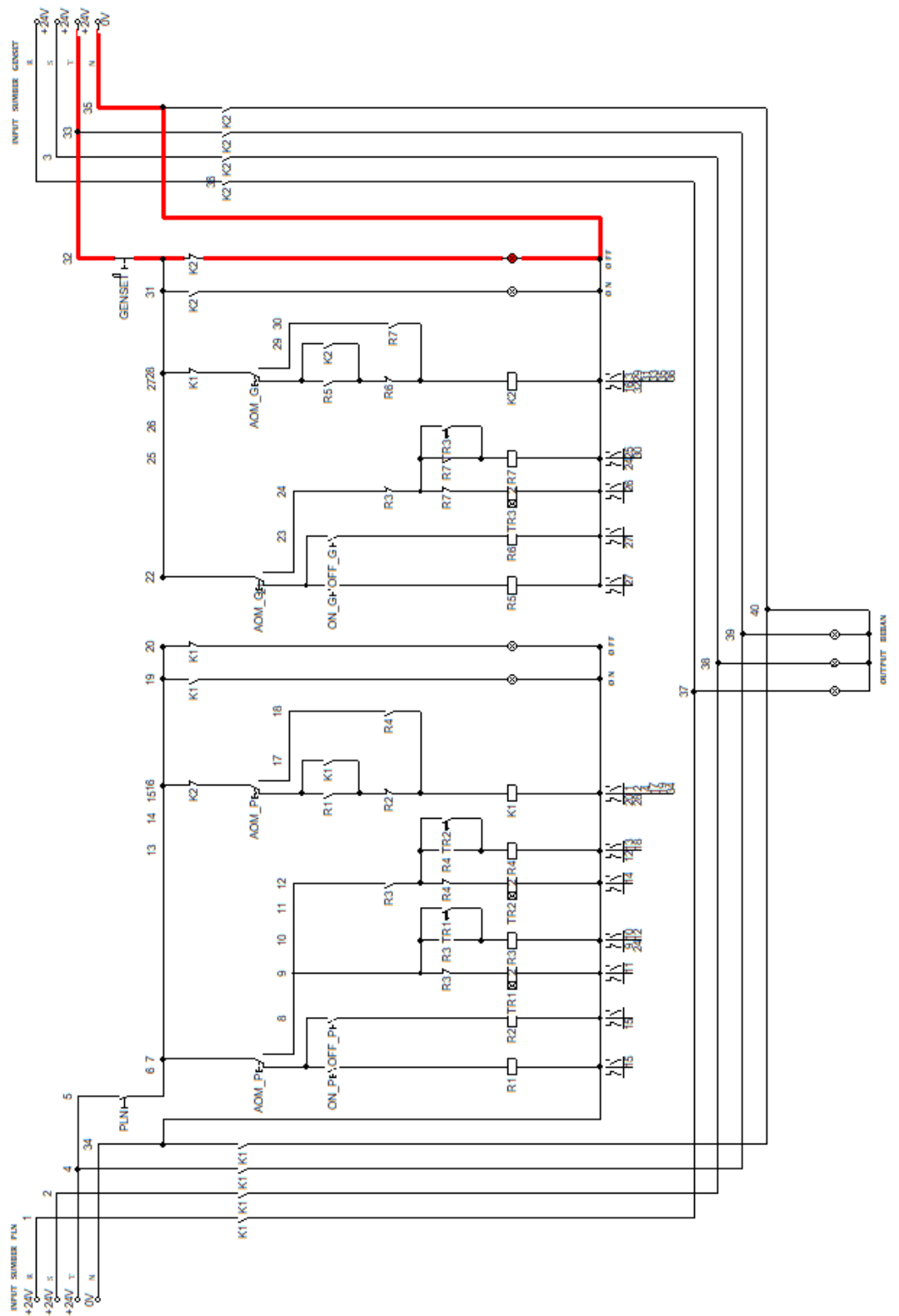
Untuk prinsip kerja rangkaian pengendali manual PLN ini dapat diketahui melalui simulasi pada gambar 4.9 sampai gambar 4.13. Pada kondisi normal seperti gambar 4.9 yaitu saat *push button ON* PLN dalam keadaan normal (terbuka) dan *push button OFF* PLN dalam keadaan normal (terbuka) maka aliran arus listrik hanya akan mengalir ke lampu indikator PLN *OFF* sehingga sistem kendali PLN dalam keadaan tidak bekerja atau PLN *OFF*. Pada keadaan selanjutnya saat *push button ON* PLN dalam keadaan bekerja (tertutup) atau dioperasikan dan *push button OFF* PLN dalam keadaan normal (terbuka) maka aliran arus akan menuju *coil relay 1* seperti pada simulasi gambar 4.10, sehingga *coil relay 1* akan bekerja dan kontak bantu *relay 1* juga akan bekerja dimana kontak *normally open relay 1* akan tertutup dan *kontak normally close relay 1* akan terbuka, hal ini akan mengakibatkan aliran arus listrik menuju *coil magnetik contactor 1* bekerja.

Seperti halnya *relay* saat *coil* utama dialiri arus listrik, kontak bantu *magnetic contactor* juga akan berubah, dengan kondisi ini maka aliran arus akan terus mengalir melewati *coil magnetic contactor 1* secara terus menerus melalui kontak bantu *normally open K1*, sehingga sistem kendali PLN akan mengubah kontak utama *magnetic contactor 1* yang menuju beban menjadi tertutup seperti pada gambar 4.11. Dalam kondisi ini juga lampu indikator PLN *ON* akan menyala sebagai penanda bahwa kendali PLN dalam keadaan bekerja.

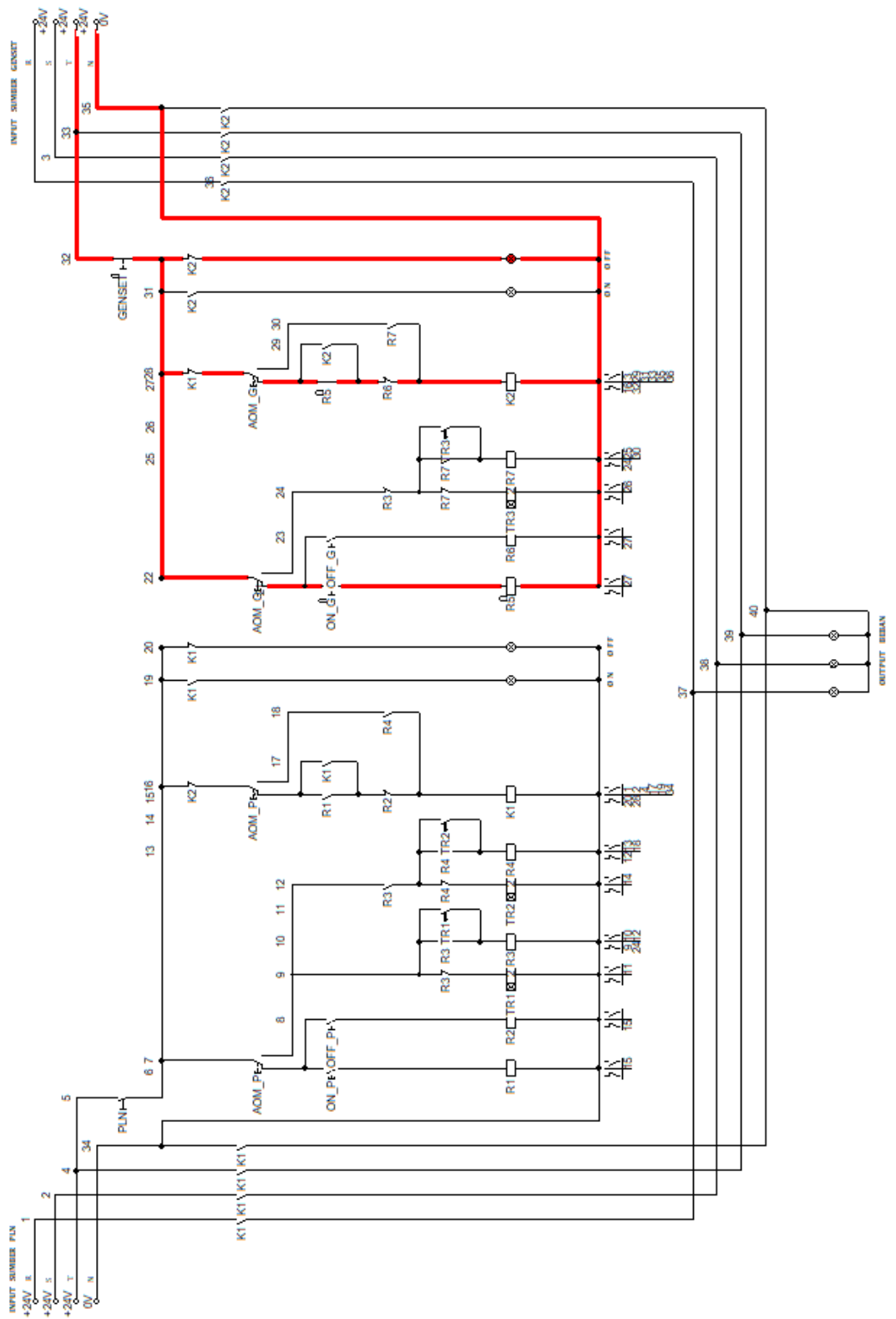
Pada keadaan selanjutnya saat *push button OFF* PLN dalam keadaan bekerja (tertutup) atau dioperasikan dan *push button ON* PLN dalam keadaan normal (terbuka) maka aliran arus akan menuju *coil relay 2* seperti pada simulasi gambar 4.12, sehingga *coil relay 2* akan bekerja dan kontak bantu *relay 2* juga akan bekerja dimana kontak *normally open relay 3* akan tertutup dan *kontak normally close relay 2* akan terbuka, hal ini akan mengakibatkan aliran arus listrik tidak dapat menuju *coil magnetik contactor 1*.

Pada kondisi ini kontak bantu *magnetic contactor* juga akan berubah ke keadaan normal dimana kontak *normally open magnetik contactor 1* akan terbuka dan *kontak normally close magnetik contactor 1* akan tertutup, dengan kondisi ini maka aliran arus listrik tidak dapat mengalir ke *coil magnetik contactor 1* melewati jalur yang telah ditetapkan, sehingga sistem kendali PLN akan dalam kondisi awal dengan kontak utama *magnetic contactor 1* terbuka seperti pada gambar 4.13. Dalam kondisi ini juga lampu indikator PLN *OFF* akan menyala sebagai penanda bahwa kendali PLN dalam keadaan tidak bekerja.

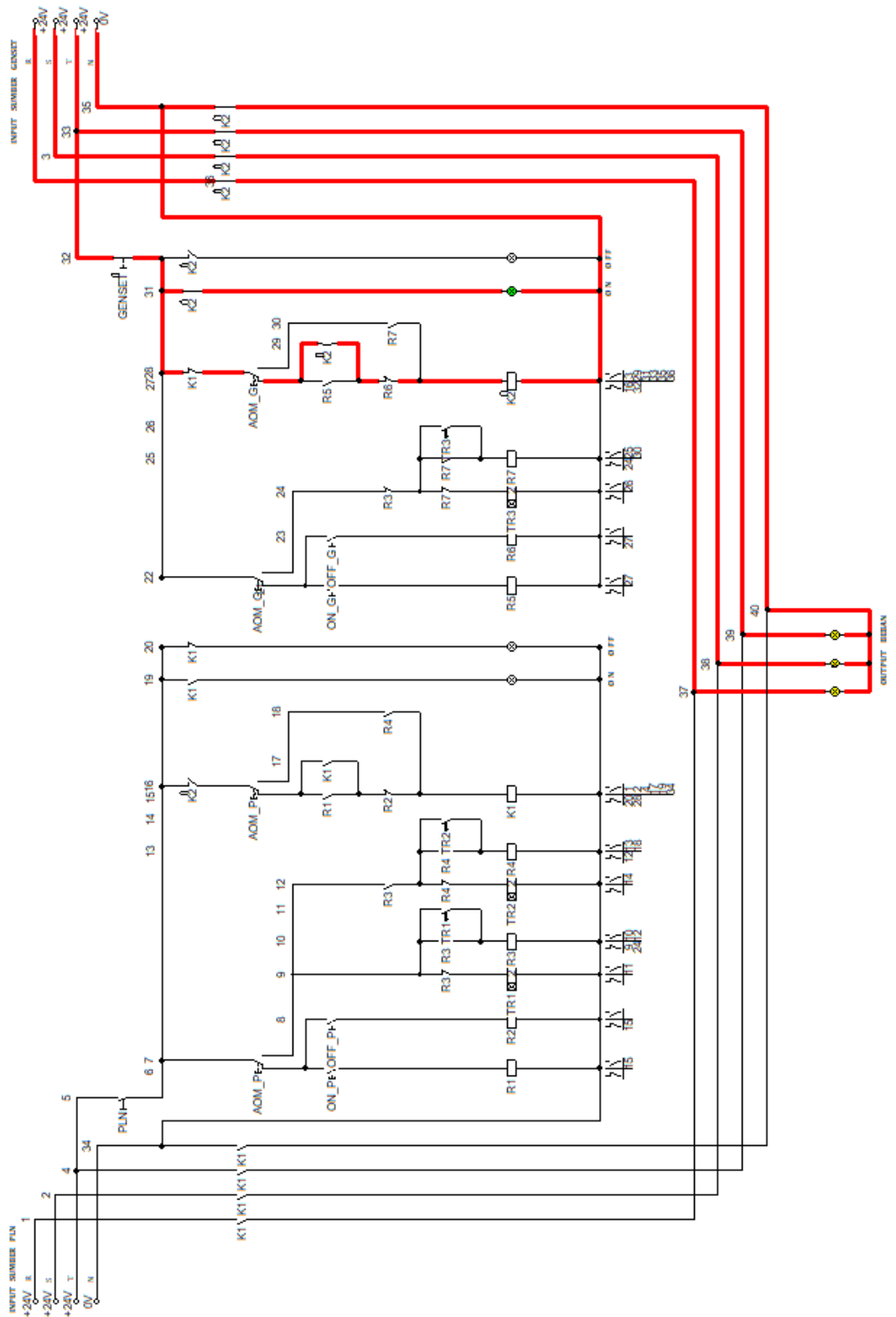
Untuk rangkaian pengendali manual *genset* memiliki simulasi alur aliran listrik dan prinsip kerja yang sama dengan rangkaian pengendali PLN, hanya berbeda komponen pengendali *push button*, *relay* dan *magnetic contactor* yang digunakan, dapat dilihat melalui gambar 4.14 sampai gambar 4.18. Dimana pada rangkaian pengendali *genset* menggunakan *push button ON OFF genset*, *relay 5* dan *relay 6* serta *magnetic contactor 2* sebagai komponen pengendalinya. Pada pengoperasian rangkaian pengendali manual *genset* ini kondisi energi listrik juga akan berubah dimana sumber energi listrik PLN dipadamkan sedangkan sumber energi listrik *genset* yang akan bekerja. Kedua rangkaian pengendali ini tidak dapat bekerja secara bersamaan karena dalam hubungan kedua rangkaian pengendali ini terdapat sistem *interlock* dengan menggunakan kontak bantu *normally close MC* untuk masing-masing jalur yang menuju *coil magnetik contactornya*.



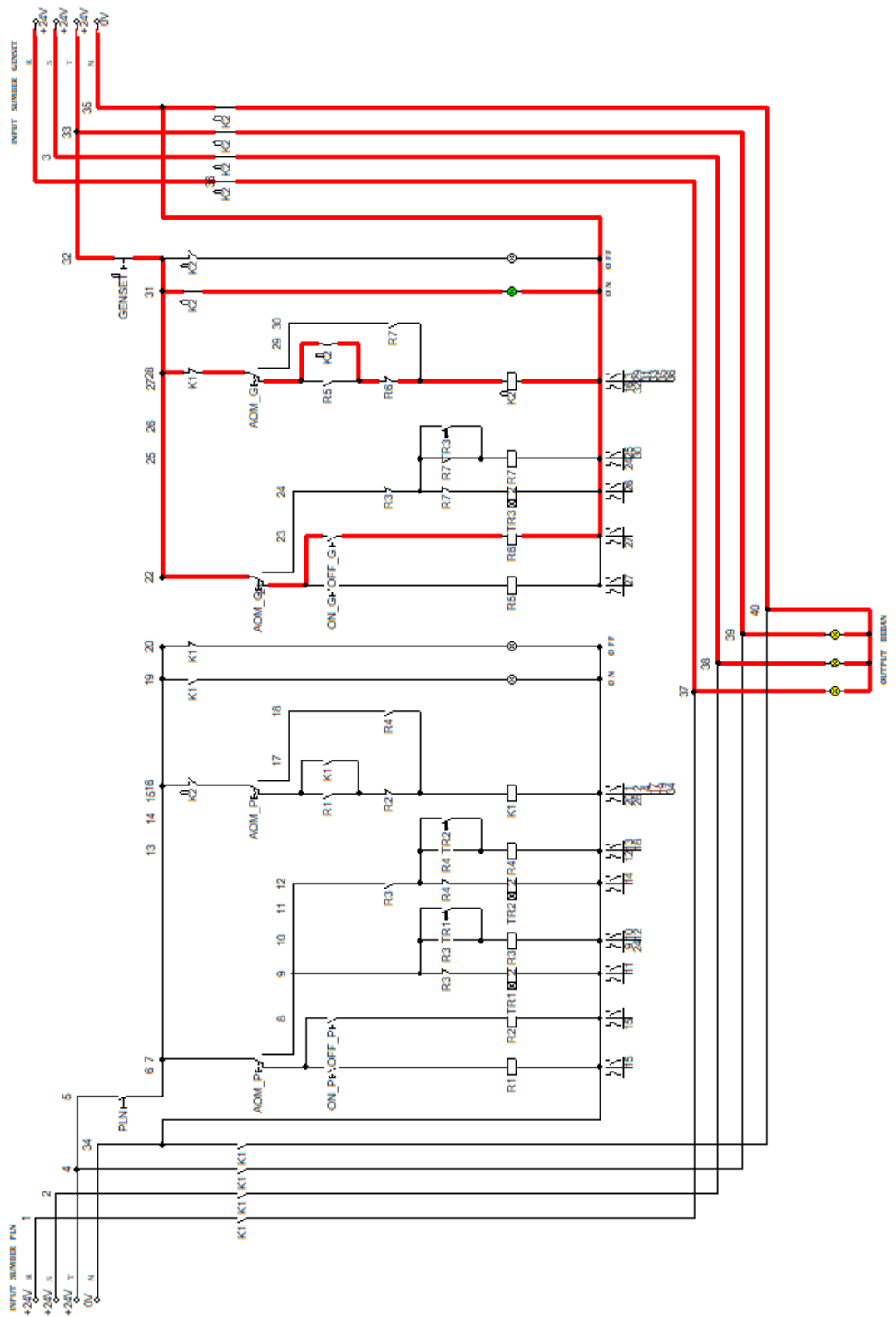
Gambar 4.14 Kondisi Kedua Simulasi Kendali Manual *Genset OFF*



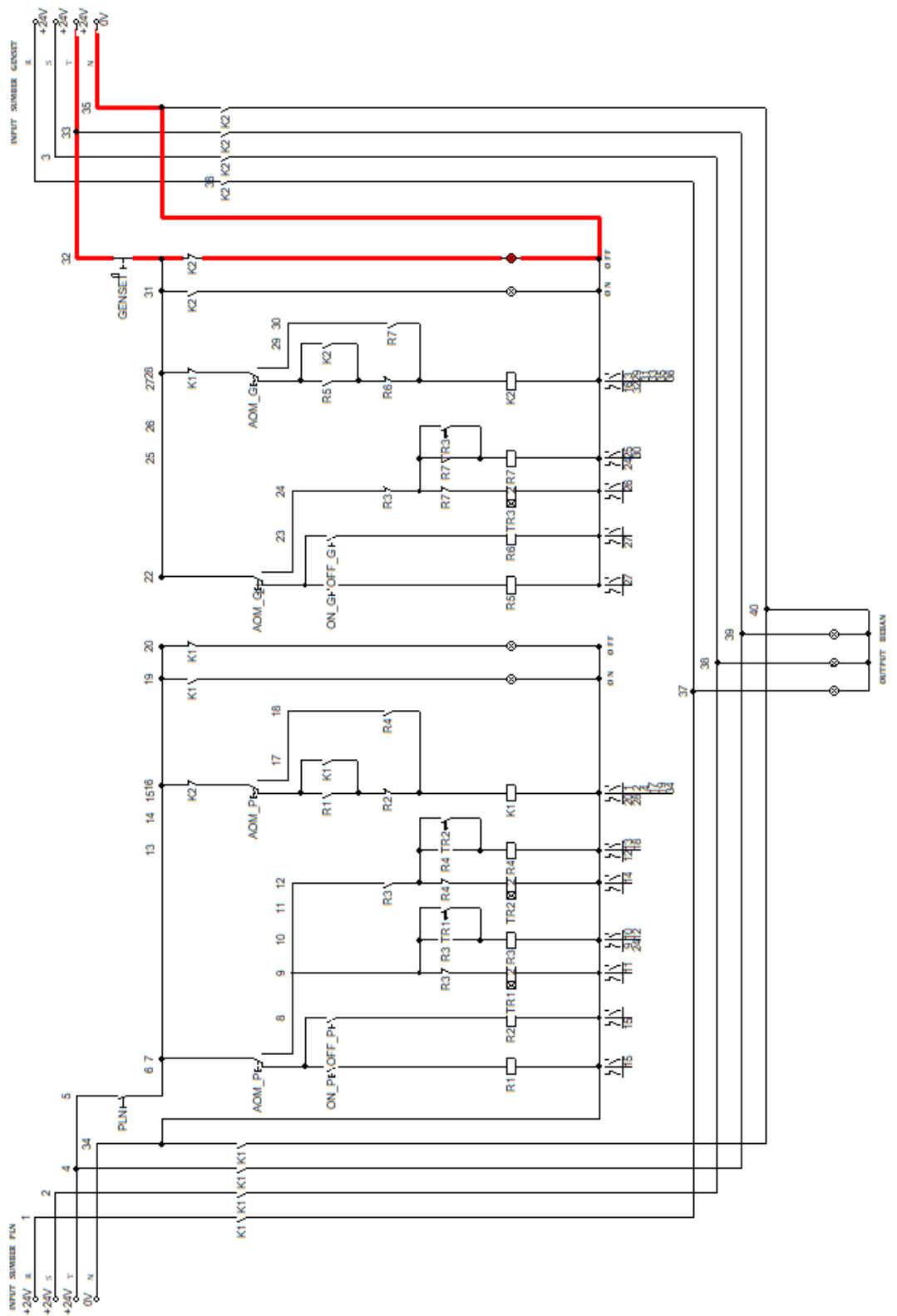
Gambar 4.15 Kondisi Kedua Simulasi Kendali Manual *Push Button ON* dan *R5 ON*



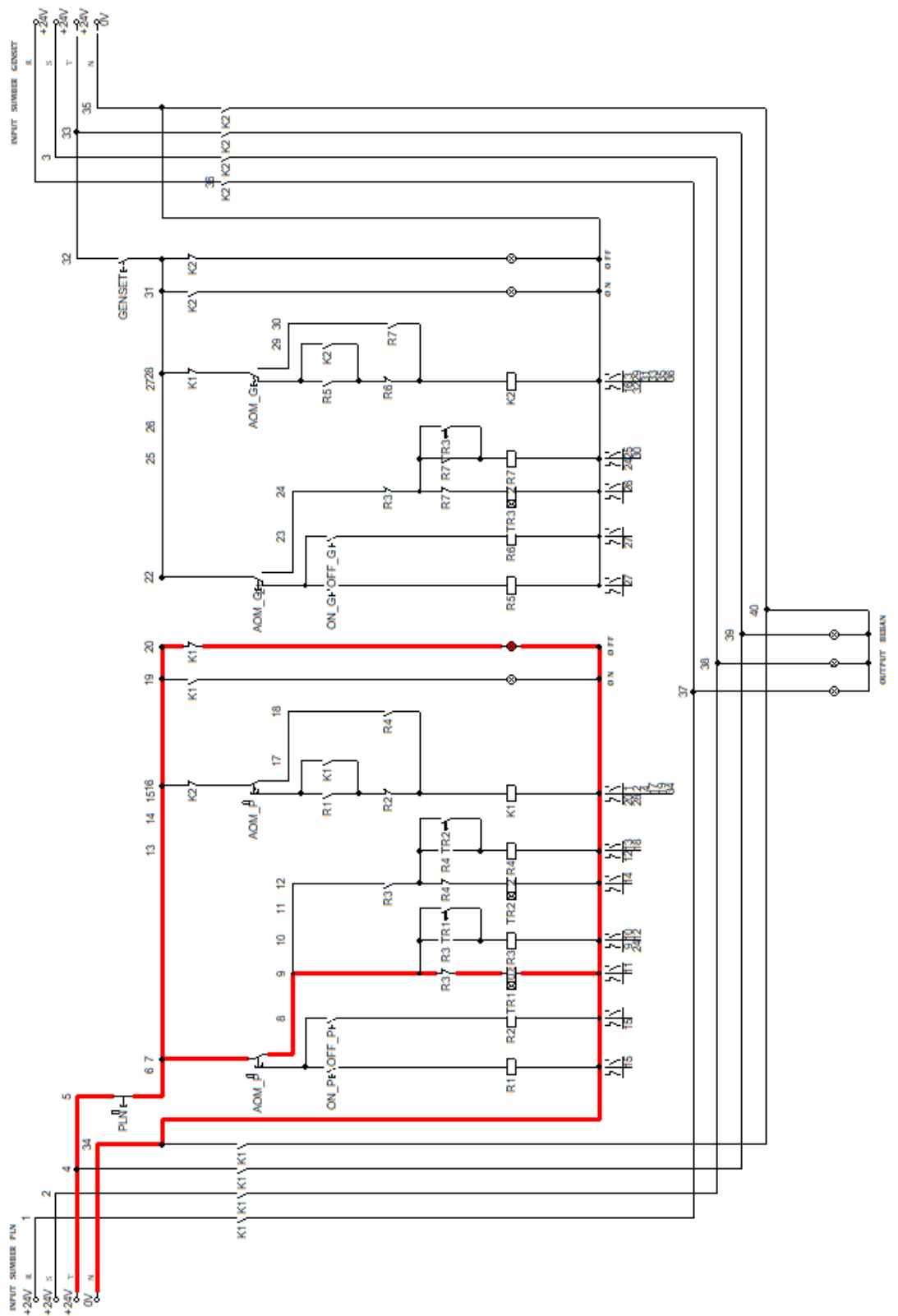
Gambar 4.16 Kondisi Kedua Simulasi Kendali Manual K2 ON



Gambar 4.17 Kondisi Kedua Simulasi Kendali Manual *Push Button OFF* dan R6 ON

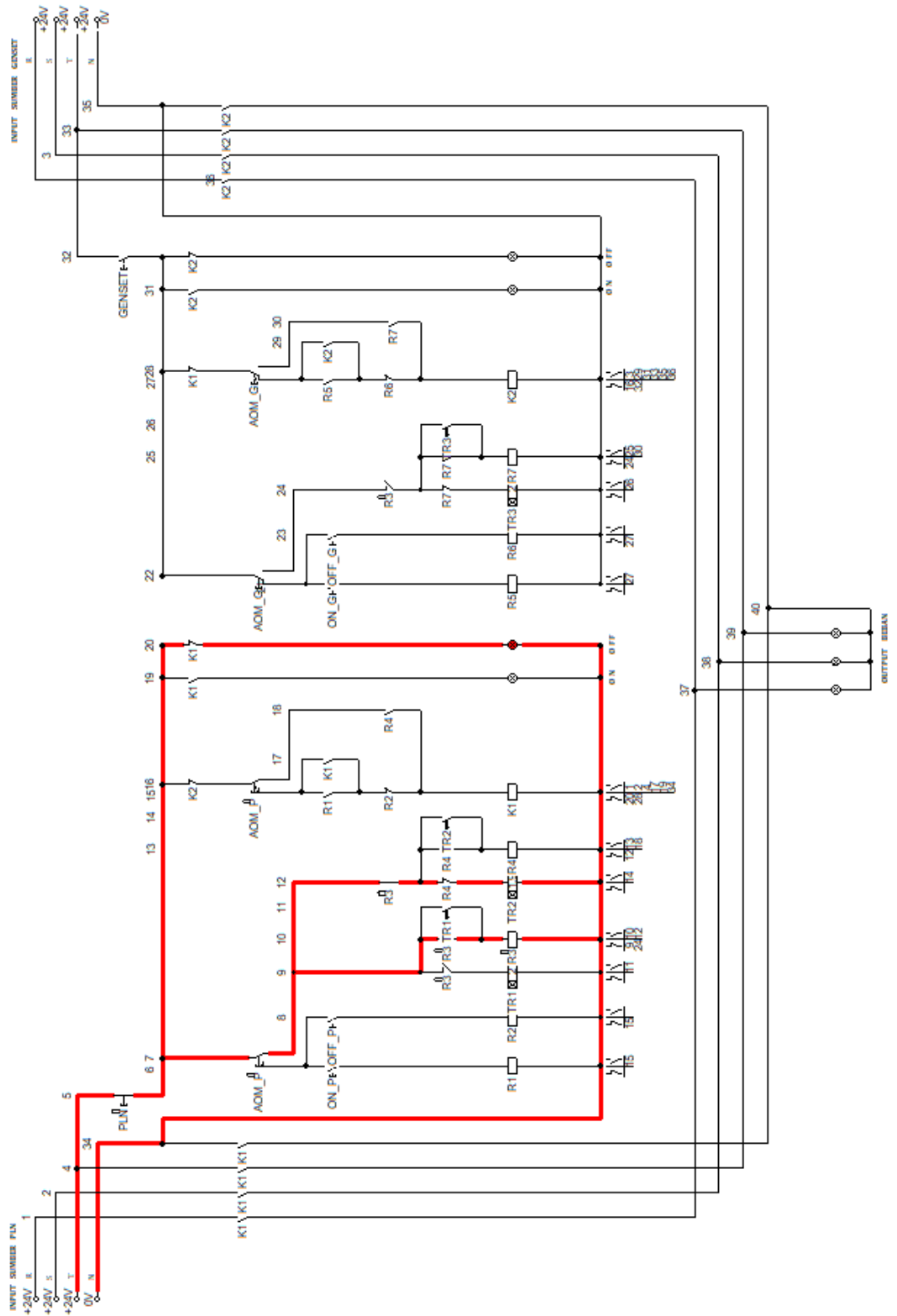


Gambar 4.18 Kondisi Kedua Simulasi Kendali Manual *Genset OFF*

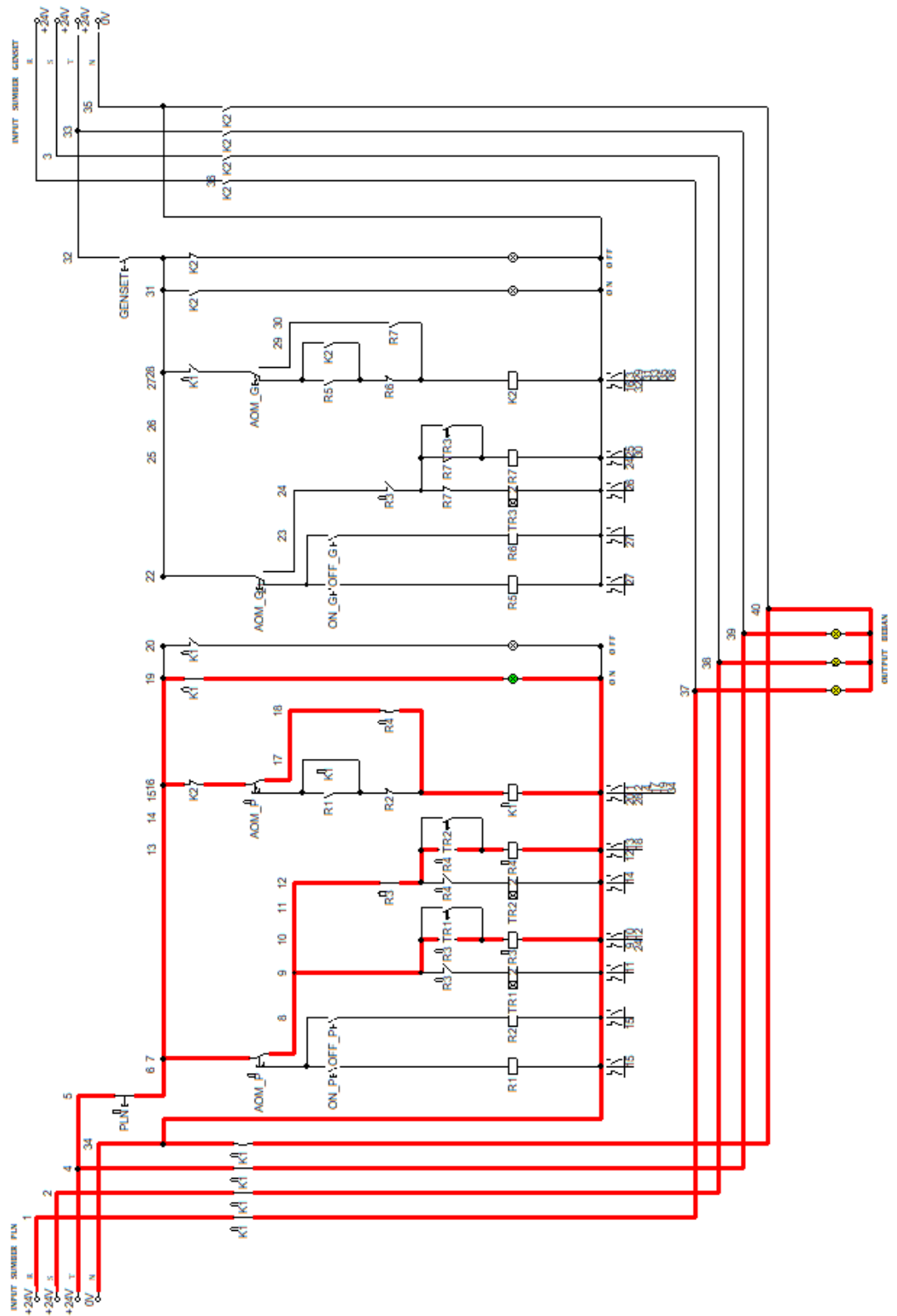


Gambar 4.19 Kondisi Pertama Simulasi Kendali Otomatis PLN

TRI ON



Gambar 4.20 Kondisi Pertama Simulasi Kendali Otomatis PLN TR2 ON

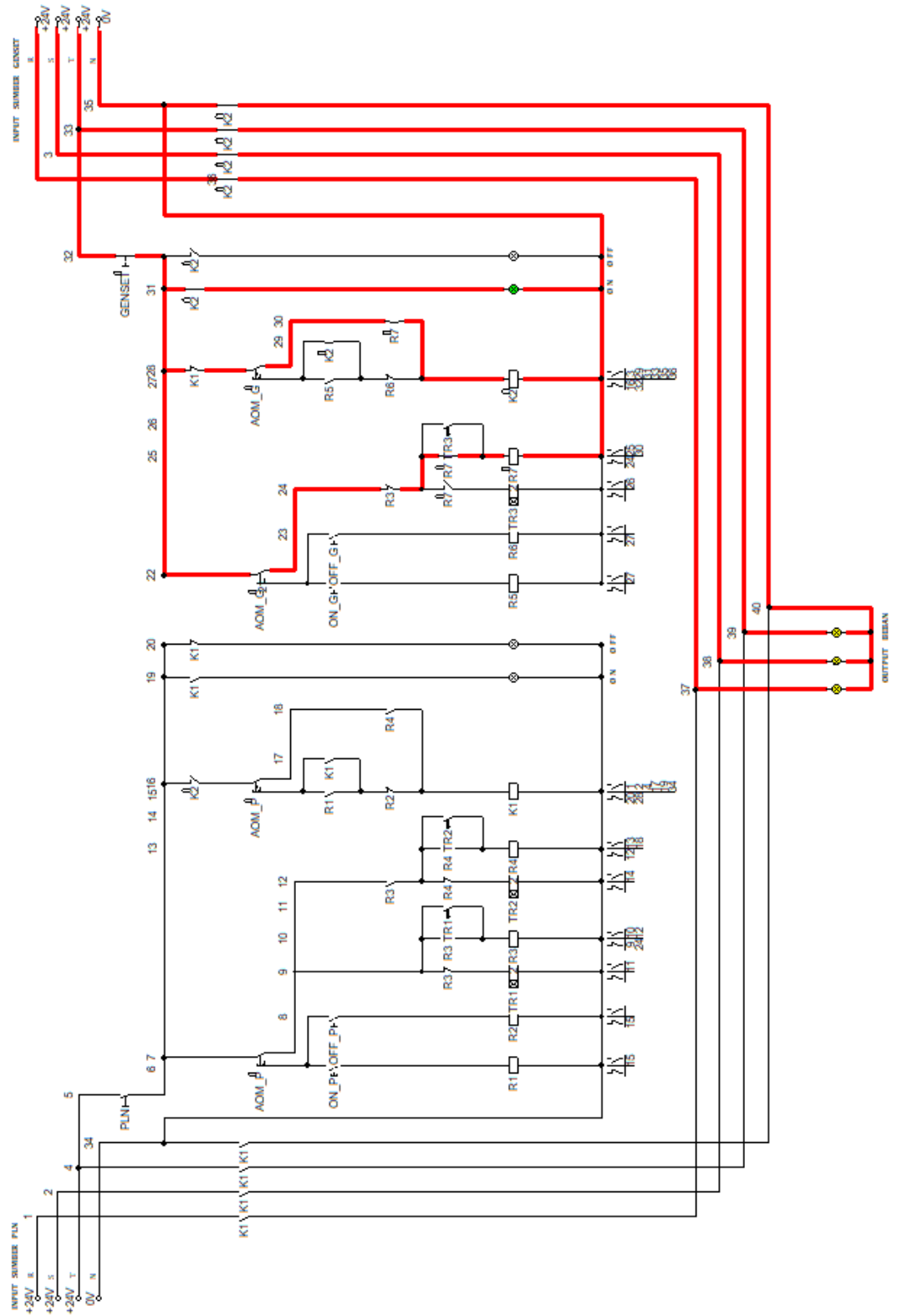


Gambar 4.21 Kondisi Pertama Simulasi Kendali Otomatis *K1 ON*

Pada kondisi pertama saat sumber energi listrik PLN bekerja dan sumber energi listrik *genset* padam. Untuk kendali otomatis dengan bantuan *time delay relay*, sistem kerja aliran arus listriknya hampir sama dengan kendali manual, dimana perpindahan kendali *ON OFF* sumber energi listrik bekerja secara otomatis sesuai dengan waktu tunggu yang telah ditentukan. Pada rangkaian pengendali otomatis PLN dan *genset* ini menggunakan waktu tunggu 2 detik untuk semua *time delay relay*nya. Untuk prinsip kerja rangkaian pengendali otomatis PLN ini dapat diketahui melalui gambar 4.19 sampai gambar 4.21.

Pada kondisi awal seperti gambar 4.19 yaitu saat aliran arus listrik mengalir ke *coil time delay relay 1* dan lampu indikator *genset OFF* sehingga sistem kendali PLN dalam keadaan tidak bekerja atau PLN *OFF* sampai waktu tunda *time delay relay 1* habis. Pada rangkaian pengendali otomatis ini *time delay relay 1* berfungsi sebagai waktu tunda jika masukan sumber energi listrik PLN tidak teratur dengan kata lain sumber energi listrik PLN bekerja dan padam terus menerus dalam waktu yang singkat. Setelah waktu tunda *time delay relay 1* habis maka kontak bantuannya akan bekerja, dimana kontak *normally open time delay relay 1* akan tertutup dan kontak *normally close time delay relay 1* akan terbuka, hal ini akan mengakibatkan aliran arus listrik menuju *coil relay 3* dan mengubah kondisi kontak bantuannya.

Dengan bekerjanya *relay 3* maka aliran arus listrik dapat menuju *coil time delay relay 2* dan akan bekerja sesuai proses tunda waktunya, keadaan ini dapat dilihat pada gambar 4.20. Setelah waktu tunda *time delay relay 2* selesai maka kontak bantuannya akan berubah sehingga aliran arus listrik dapat menuju *coil magnetic contactor 1* dan mengubah kontak bantuannya juga, dengan kondisi ini maka aliran arus akan terus mengalir melewati lampu indikator PLN *ON* dan *coil magnetic contactor 1* secara terus menerus melalui kontak bantu *normally open K1*, sehingga sistem kendali *genset* akan dalam kondisi bekerja dengan kontak utama *MC 2* tertutup seperti pada gambar 4.21.



Gambar 4.23 Kondisi Kedua Simulasi Kendali Otomatis K2 ON

Pada kondisi kedua saat sumber energi listrik PLN tidak dapat bekerja atau terjadi gangguan maka sumber energi listrik *genset* akan bekerja secara otomatis dengan bantuan sistem *Automatic Main Falure (AMF)*. Untuk rangkaian pengendali otomatis *genset* memiliki simulasi alur aliran listrik dan prinsip kerja yang sama dengan rangkaian pengendali otomatis PLN, hanya berbeda komponen pengendali *time delay relay*, *relay* dan *magnetic contactor* yang digunakan, dapat dilihat melalui gambar 4.22 sampai gambar 4.23. Dimana pada rangkaian pengendali otomatis *genset* menggunakan *time delay relay* 3, *relay* 7 serta *magnetic contactor* 2 sebagai komponen pengendalinya.

Pada kondisi ketiga saat sumber energi listrik PLN kembali bekerja maka kendali otomatis akan berpindah menuju rangkaian pengendali PLN, sehingga *supply* energi listrik yang menuju beban akan ditopang oleh sumber energi PLN. Sumber energi listrik *genset* akan berhenti bekerja setelah sumber energi listrik PLN dapat bekerja terus-menerus dengan kata lain sumber energi listrik PLN tidak ada gangguan akibat *power* masukan yang bekerja dan padam secara tidak teratur dalam waktu yang singkat. Aliran arus listrik pada kondisi ini sama seperti keadaan awal simulasi rangkaian pengendali otomatis dan dapat dilihat pada gambar 4.19 sampai gambar 4.21.

Kedua rangkaian pengendali otomatis ini juga tidak dapat bekerja secara bersamaan karena terdapat sistem *interlock*. Sistem *interlock* yang dimaksud adalah kontak bantu *normally open magnetic contactor* 1 pada rangkaian pengendali *genset* yang menuju *coil magnetic contactor* 2 dan begitu juga sebaliknya kontak bantu *normally open magnetic contactor* 2 pada rangkaian pengendali PLN yang menuju *coil magnetic contactor* 1. Serta sistem *interlock* tambahan untuk rangkaian pengendali otomatis menggunakan kontak bantu *relay* 3, dimana kontak bantu *normally open relay* 3 yang di tempatkan pada jalur menuju *time delay relay* 2 dan kontak bantu *normally close relay* 3 yang di tempatkan pada jalur menuju *time delay relay* 3.

2. Pengaman Kondisi Tegangan (*Relay Control Phase*)

Saat *Relay Control Phase* dalam keadaan normal (tertutup) maka aliran arus dari sumber energi listrik PLN atau *genset* dapat langsung di alirkan menuju beban dan saat terjadi turun tegangan, urutan fasa yang salah, salah satu, dua, atau ke tiga fasanya hilang atau lepas maka *relay control phase* akan bekerja (terbuka) sehingga aliran arus akan terhenti dengan kata lain aliran arus dari PLN atau *genset* tidak dapat mengalir menuju beban.

3. Pengaman Lampu Indikator (*Fuse*)

Saat *fuse* dalam keadaan normal (tertutup) maka aliran arus dari sumber energi listrik PLN atau *genset* dapat langsung di alirkan menuju lampu indikator dan saat terjadi hubung singkat atau arus lebih pada lampu indikator, *fuse* akan bekerja (terbuka) sehingga aliran arus akan terhenti dengan kata lain aliran arus dari PLN atau *genset* tidak dapat mengalir menuju lampu indikator.

4. Pengaman Rangkaian Pengendali (*Fuse*)

Saat *fuse* dalam keadaan normal (tertutup) maka aliran arus dari sumber energi listrik PLN atau *genset* dapat langsung di alirkan menuju rangkaian pengendali dan saat terjadi hubung singkat atau arus lebih pada rangkaian pengendali, *fuse* akan bekerja (terbuka) sehingga aliran arus akan terhenti dengan kata lain aliran arus dari PLN atau *genset* tidak dapat mengalir menuju rangkaian pengendali.

5. *Module Automatic Main Falure (AMF)*

Module Automatic Main Falure (AMF) memiliki fungsi utama sebagai kontrol *auto start* dan *stop genset*. Saat sumber energi listrik PLN padam maka sistem *AMF* akan menghidupkan *genset* secara otomatis sehingga hanya aliran arus dari *genset* yang akan mengalir pada rangkaian utama yang menuju beban. Dan sebaliknya saat sumber energi listrik PLN kembali hidup maka *module AMF* akan memadamkan *genset* secara otomatis.

6. Pengaman Rangkaian Utama (*MCCB* Utama)

Saat *MCCB* dalam keadaan normal (tertutup) maka aliran arus dari sumber energi listrik PLN atau *genset* dapat langsung di alirkan menuju beban dan saat terjadi hubung singkat atau arus lebih pada rangkaian utama, *MCCB* akan bekerja (terbuka) sehingga aliran arus akan terhenti dengan kata lain aliran arus dari PLN atau *genset* tidak dapat mengalir menuju beban.

7. *Transfer Switch* (Kontak Utama *Magnetic Contactor*)

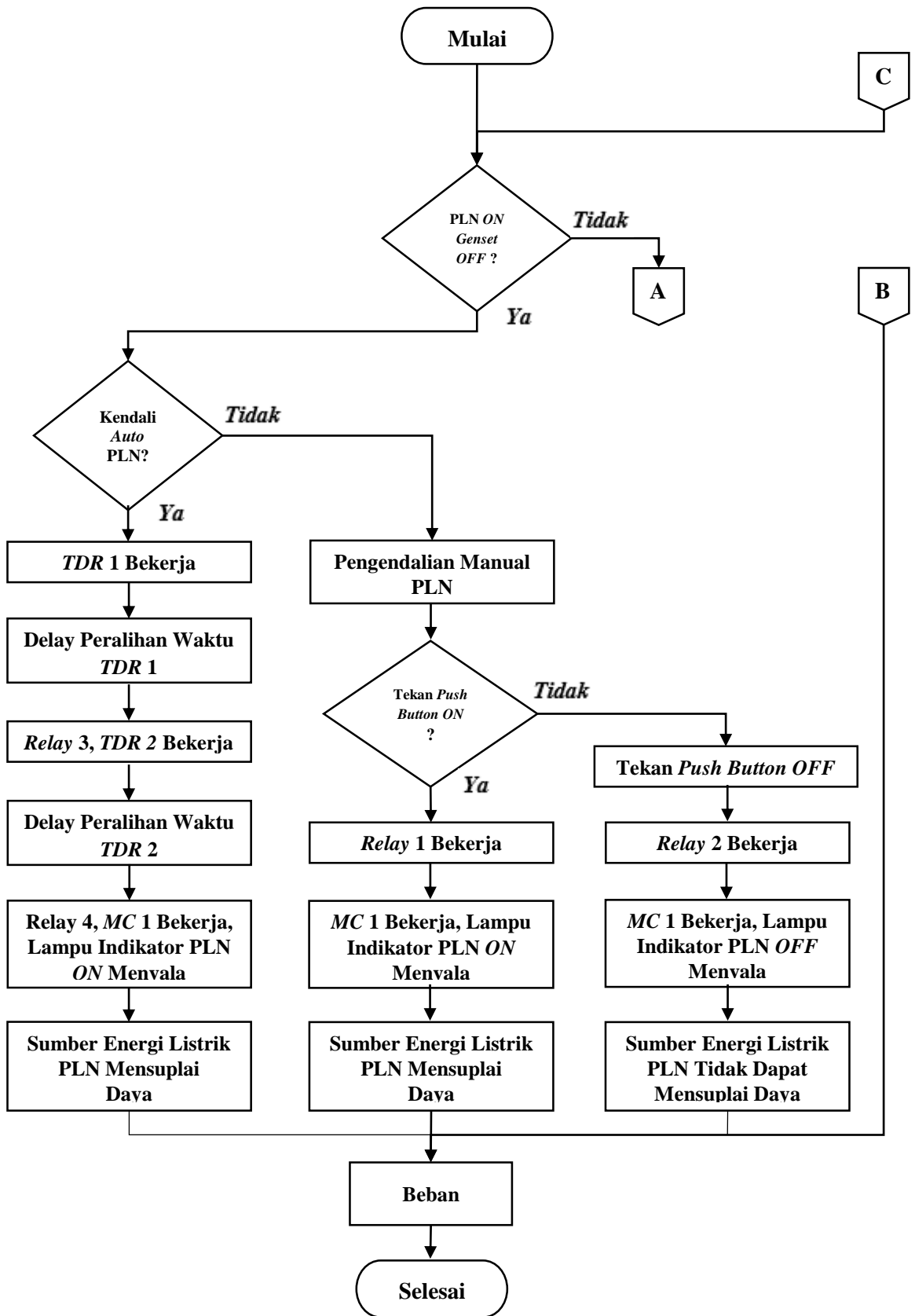
Sistem kerja kontak utama *magnetic contactor* dikendalikan oleh rangkaian pengendali. Saat rangkaian pengendali PLN bekerja maka kontak utama *magnetic contactor* PLN akan bekerja (tertutup) dan kontak utama *magnetic contactor genset* dalam keadaan normal (terbuka), sehingga aliran arus listrik yang menuju beban akan dihubungkan melalui kontak utama *magnetic contactor 1* PLN.

Saat rangkaian pengendali PLN berhenti bekerja maka kontak utama *magnetic contactor* PLN dalam keadaan normal (terbuka) dan kontak utama *magnetic contactor genset* akan bekerja (tertutup) karena rangkaian pengendali *genset* secara otomatis akan bekerja, sehingga aliran arus listrik yang menuju beban akan dihubungkan melalui kontak utama *magnetic contactor 2 genset*.

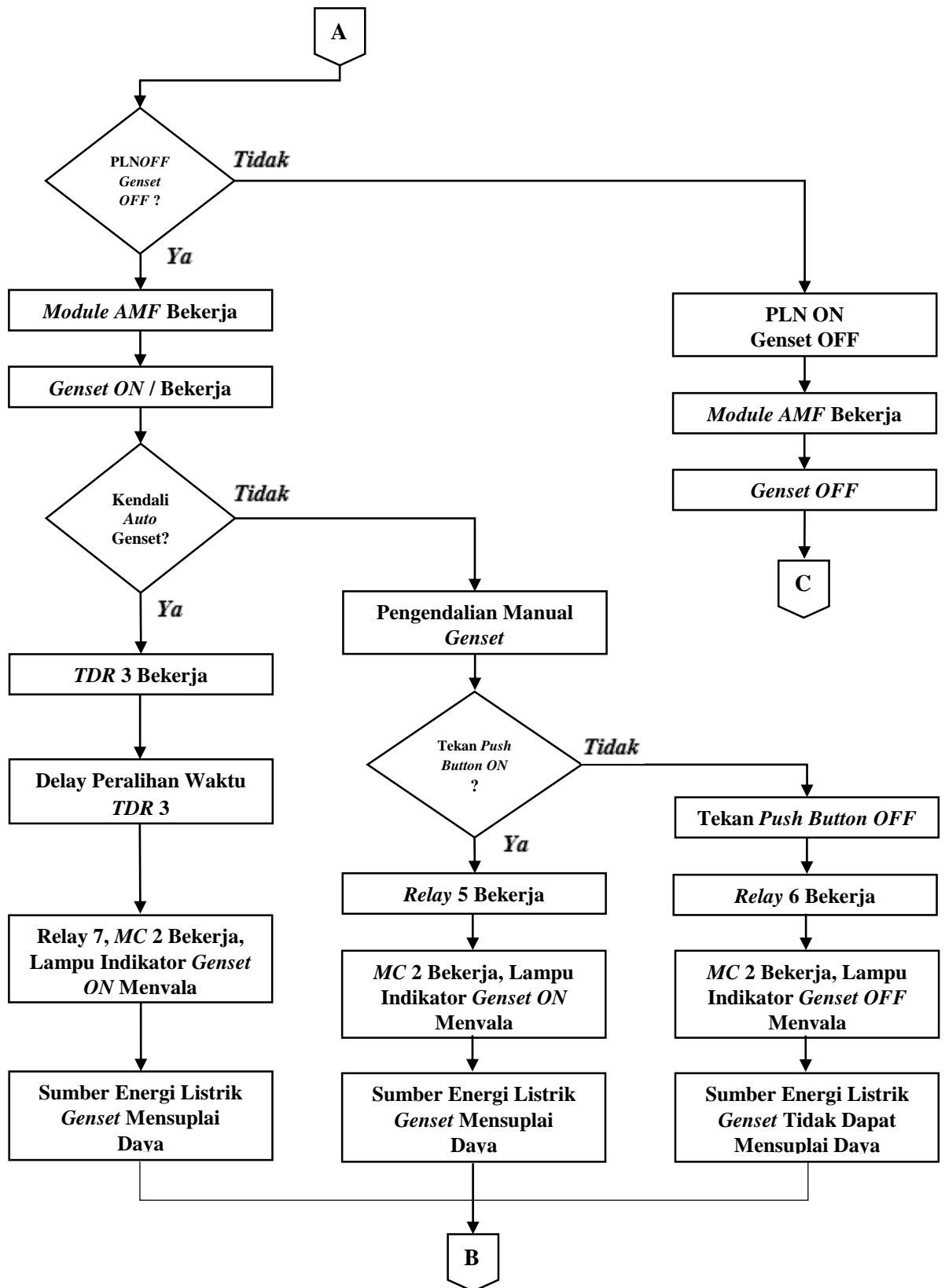
8. Pengaman Beban (*Surge Arrester*)

Saat *surge arrester* dalam keadaan normal (tertutup) maka aliran arus dari sumber energi listrik PLN atau *genset* dapat langsung dialirkan menuju beban dan saat terjadi hubung singkat atau arus lebih pada beban, *surge arrester* akan bekerja (terbuka) dengan mengalirkan arus hubung singkat tersebut menuju *grounding* sehingga sistem kerja rangkaian tetap aman.

Untuk mempermudah pemahaman prinsip kerja rancangan panel *Automatic Transfer Switch–Automatic Main Falure (ATS-AMF)*, maka akan dijelaskan pada suatu diagram aliran. Dibawah ini merupakan *flowchart* rancangan panel *ATS-AMF*, sebagai berikut :



Gambar 4.24 Flowchart Prinsip Kerja Sistem ATS-AMF Bagian 1



Gambar 4.25 Flowchart Prinsip Kerja Sistem ATS-AMF Bagian 2

D. Penentuan Spesifikasi Komponen Panel

Komponen dan aksesoris panel listrik memiliki banyak jenis dan ukuran dengan model pabrikan yang berbeda-beda, sehingga diperlukan pemilihan spesifikasi komponen dan aksesoris yang sesuai dengan kebutuhan. Hal paling utama yang harus diketahui sebelum menentukan spesifikasi komponen yaitu menghitung arus nominal (I_n) rangkaian sesuai dengan beban yang digunakan. Berikut merupakan rumus dalam menentukan arus nominal pada suatu rangkaian listrik 3 fasa, jika diketahui daya listrik aktif sebagai berikut :

$$I_n = \frac{P}{V \times \cos\phi \times \sqrt{3}}$$

Dan jika diketahui daya listrik semu atau langganan PLN, sebagai berikut :

$$I_n = \frac{S}{V}$$

Pada perancangan panel ini telah diketahui daya listrik yang digunakan sebagai acuan data teknis adalah daya listrik langganan PLN atau dapat disebut dengan daya listrik semu, sehingga arus nominal pada rangkaian ini dapat di hitung, seperti berikut :

$$\begin{aligned} I_n &= \frac{53000}{660} \\ &= 80 \text{ A} \end{aligned}$$

Sesuai dengan Panduan PUIL agar lebih aman KHA setiap komponen dapat dikalikan *safety factor* yang telah ditentukan, sehingga

$$\begin{aligned} I_n &= 80 \times 125 \% \\ &= 100 \text{ A} \end{aligned}$$

Berikut merupakan spesifikasi beberapa komponen dalam perancangan panel *ATS-AMF* ini, sebagai berikut :

1. *Magnetic Contactor (MC)*

Untuk jalur listrik utama dapat menggunakan *MC* yang memiliki 3 terminal *line* atau *pole* dengan jenis *normally open* dan kontak bantu *MC* untuk rangkaian pengendalinya yaitu : 2 terminal *normally open* dan 2 terminal *normally close*. Untuk spesifikasinya didasarkan pada tegangan dan arus nominal rangkaian panel.

Selain itu tentukan juga tegangan untuk *coil magnetic contactor*, rating tegangan yang digunakan harus disesuaikan dengan tegangan kerja *coil magnetic contactor* pada *tegangan kontrol* yang digunakan pada *panel* tersebut, serta penentuan jumlah *pole* untuk kontak utamanya, seperti *magnetic contactor 4 pole* untuk jalur sumber tegangan listrik 3 fasa yang meliputi fasa R, S, T dan N. Sehingga panel *ATS-AMF* ini dapat menggunakan *magnetic contactor 4 pole 115 A Coil AC 230 V*.

2. *Relay*

Relay pada rancangan panel listrik ini digunakan pada rangkaian pengendali sebagai kontak bantu tambahan *magnetic contactor*, karena komponen ini digunakan pada rangkaian pengendali maka digunakan *relay* dengan rating tegangan 230V AC dengan jenis *MY-4*, dimana jenis ini terdapat empat buah terminal dengan kontak *normally open* dan *normally close* pada masing-masing terminalnya.

3. *Push Button*

Push button pada rancangan panel listrik ini digunakan pada rangkaian pengendali sebagai kendali manual, karena komponen ini digunakan pada rangkaian pengendali maka digunakan *push button* dengan rating tegangan 230V AC dengan kontak *normally open*, dimana *push button* warna hijau untuk kendali *ON* dan *push button* merah untuk kendali *OFF*.

4. *Time Delay Relay*

Time delay relay pada rancangan panel listrik ini digunakan pada rangkaian pengendali sebagai *delay* waktu tunggu kendali otomatis, pada umumnya komponen listrik ini memiliki 8 kaki dimana 2 kakinya sebagai *coil*. Karena komponen ini digunakan pada rangkaian pengendali maka digunakan *time delay relay* dengan rating tegangan 230V AC dengan jenis *ON time delay relay* yang dapat menunda waktu untuk proses kerja *relay* dan *magnetic contactor* yang dikendalikan.

5. *Module Automatic Main Failure (AMF)*

Module automatic main failure pada rancangan panel listrik ini digunakan sebagai *auto start* dan *auto stop genset* dengan mengontrol *power* masukan sumber energi listrik dan *genset*. Dengan kebutuhan ini dapat digunakan *module automatic main failure* jenis DSE 3110 dengan fungsi tambahan pemantauan sistem kerja *genset* melalui kontrol kapasitas oli dan suhu *genset*.

6. *Moulded Case Circuit Breaker (MCCB)*

Moulded case circuit breaker adalah suatu komponen panel listrik yang berfungsi sebagai pemutus dan penghubung rangkaian dari sumber (*power*) menuju komponen utama panel berikutnya, dan juga berfungsi sebagai pengaman saat terjadi arus lebih dan hubung singkat (*short circuit*). Untuk menentukan ukuran *MCCB* pada sebuah panel listrik 3 fasa disesuaikan dengan arus nominal rangkaian, sehingga pada perancangan panel *ATS-AMF* ini menggunakan *MCCB* 3 fasa 100 A.

7. *Relay Control Phase (RCP)*

Relay control phasa pada rancangan panel listrik ini digunakan pada rangkaian utama jalur masukan sumber energi listrik PLN maupun *genset*, karena komponen ini digunakan pada rangkaian utama sebagai pengontrol kondisi tegangan 3 fasa maka digunakan *relay control phasa* dengan rating tegangan 400V AC dengan 4 *pole* sebagai masukan fasa R, S, T dan N.

8. *Fuse*

Fuse pada rancangan panel ini digunakan sebagai pengaman pada masukan rangkaian pengendali dan lampu indikator. Penggunaan *fuse* sebagai pengaman pada komponen ini karena pengamanan yang dibutuhkan hanya meliputi hubung singkat atau arus lebih saja, sehingga tidak diperlukan *MCB* yang memiliki fungsi tambahan *breaking capacity*. Sehingga pada rancangan ini dapat digunakan *fuse* dengan rating tegangan 230V AC dan kemampuan hantar arus 2 A.

9. *Current Transformer (CT)*

Current transformer pada rancangan panel ini digunakan sebagai pendeteksi arus yang mengalir pada sebuah jalur fasa yang hasil keluarannya akan di teruskan ke *power meter digital*, dimana besarnya arus beban yang melalui *CT* merupakan hasil indikasi arus keluarannya. Penentuan spesifikasi *CT* dipengaruhi oleh dua indikator arus, pertama pada arus primer *CT* yang didasarkan oleh arus nominal rangkaian. Bagian kedua yaitu arus sekunder *CT* yang memiliki nilai arus yang lebih rendah, arus sekunder ini merupakan rasio keluaran arus untuk setiap arus masukan bagian primer *current transformer*. Sehingga pada rancangan panel *ATS-AMF* ini digunakan *current transformer* 100A/5A AC.

10. *Power Meter Digital*

Power meter digital pada rancangan panel listrik ini digunakan sebagai alat ukur besaran listrik dalam panel *Automatic Transfer Switch–Automatic Main Falure (ATS-AMF)* agar mempermudah dalam pengontrolan sistem kerjanya. Sehingga dapat digunakan *power meter digital METSPEM 2120* dengan sistem pengukuran arus, tegangan, frekuensi, faktor daya, energi dan daya listrik.

11. Lampu Indikator

Untuk mempermudah identifikasi tegangan panel pada setiap fasanya digunakan sebuah lampu indikator dengan warna yang berbeda, berdasarkan dengan PUIL penanda warna setiap fasanya dapat dijelaskan sebagai berikut : warna merah untuk fasa 1 atau fasa R, warna kuning untuk fasa 2 atau fasa S, warna hijau untuk fasa 3 atau fasa T dan untuk indikator kerja sumber energi listrik digunakan warna hijau untuk keadaan sistem sedang bekerja dan warna merah untuk keadaan sistem saat tidak bekerja. Rating tegangan kerja lampu indikator yang digunakan adalah 230V AC karena lampu indikator digunakan pada tegangan kerja 1 fasa.

12. Surge Arrester

Untuk komponen pengamanan beban dengan media pertanahan atau *grounding* digunakan *surge arrester* dengan tipe 2 dengan maksud agar dapat mengamankan rangkaian saat terjadi hubungan arus lebih pada beban yang digunakan. Untuk kekuatan *breaking capacity* komponen ini dapat disesuaikan dengan *breaking capacity* trafo yang digunakan. Sehingga dapat digunakan *surge arrester* 3 fasa + N karena rangkaian panel bekerja pada tegangan 3 fasa.

13. Penghantar

Kabel yang digunakan adalah kabel jenis *NYAF* yang sesuai dalam perancangan panel karena sifatnya yang mudah diatur atau fleksibel, dimana ukuran kabel disesuaikan dengan arus nominal rangkaian. Sedangkan untuk rangkaian pengendali menggunakan kabel *NYAF* 0,75mm karena arus yang mengalir pada rangkaian ini cukup kecil dibawah 4 A hanya untuk mengoperasikan *MC*, lampu indikator, maupun *relay* bukan sebuah beban dengan daya serap yang tinggi. Dan untuk penghantar utama yang menghubungkan *MCCB*, kontak utama *MC* dan ke terminal keluaran beban dapat digunakan *busbar* dengan lebar 12 x 2 mm. Untuk warna setiap penghantarnya didasarkan pada PUIL, dimana fasa R dengan warna merah, fasa S dengan warna kuning, fasa T dengan warna hitam, netral dengan warna biru dan *grounding* dengan warna kuning strip hitam.

14. Komponen Pendukung Lainnya

Sedangkan untuk komponen lainnya tidak ada ketentuan khusus yang mendasari untuk pemilihan komponen pada panel listrik dan dapat ditentukan sesuai standar pada umumnya, komponen tersebut meliputi terminal blok yang disesuaikan dengan banyaknya penghubungan pada sisi masukan panel menuju rangkaian pengendali, tempat kabel dengan ukuran 25 x 30 mm, isolator *busbar* ukuran sedang, sepatu kabel sesuai dengan penghantar yang digunakan, mur dan baut.

Berikut ini merupakan komponen dan aksesoris panel yang telah dipilih sesuai dengan kebutuhan dan data teknis rancangan panel *Automatic Transfer Switch–Automatic Main Failure (ATS-AMF) 53 KVA*, sebagai berikut :

Tabel 4.1 Daftar Komponen Penyusun Panel Pada Rancangan
Panel *ATS-AMF*

No	Nama Komponen	Spesifikai	Manufacturer	Jml
1	Moulded Case Circuit Breaker	3P 100A	Schneider	2
2	Magnetic Contactor	4 Pole 115A Coil AC	Schneider	2
3	Module Automatic Main Failur	DSE 3110	Deepsea	1
4	Relay Control Phase	4 Pole 400V AC	Schneider	2
5	Current Transformator	100/5A AC	Schneider	6
6	Power Meter Digital	METSPEM 2120	Schneider	2
7	Lampu Indikator R, S, T	Merah, Kuning, Hijau, 22mm, 230V	Schneider	6
8	Lampu Indikator ON OFF	Merah, Hijau, 22mm, 230V	Schneider	4
9	Push Button	ON,OFF, 230V	Schneider	4
10	Selectore Switch	Otomatis/OFF/Manual	Schneider	2
11	Relay	MY 4, 230V AC	Omron	7
12	<i>Timer Delay Relay</i>	H3CR-A8, 230V AC	Omron	3
13	Surge Arrester	4 Pole Tipe 2	Schneider	1
14	Fuse	2 A, 230V AC	CIC	8
15	Kabel	NYA, NYAF	Eterna	5
16	Busbar	100 A, 12 x 2 mm	Lokal	4
17	Sepatu Kabel	NYA, NYAF	PM	~
18	Terminal Blok	Busbar, Kabel	Schneider	3
19	Tempat Kabel	25 x 30 mm	PM	~

E. Desain Box Panel ATS-AMF

Dalam merancang suatu panel distribusi listrik dibutuhkan *box panel* sebagai tempat komponen yang digunakan, untuk jenis panel disesuaikan dengan kebutuhan. Untuk ukuran panel didasarkan pada komponen penyusun panel yang mencakup pada dimensi dan tempat pemasangan komponen itu sendiri. Ukuran panel listrik juga disesuaikan dengan seberapa banyak komponen yang akan digunakan. Sehingga langkah pertama untuk membuat desain *box panel* listrik adalah mengetahui ukuran komponen yang akan digunakan, dari panjang, lebar dan tinggi komponennya. Hal ini sangat mempengaruhi ukuran *box panel* karena setiap komponen dengan spesifikasi atau merek yang berbeda akan memiliki ukuran komponen yang berbeda juga. Berikut merupakan ukuran komponen-komponen penyusun panel *Automatic Transfer Switch–Automatic Main Failure (ATS-AMF)* dalam rancangan tugas akhir ini, sebagai pedoman dalam menentukan ukuran *box panel*, antara lain:

1. Bagian Dalam Panel

Tabel 4.2 Daftar Ukuran Komponen Penyusun Panel
Pada Bagian Dalam

No	Nama Komponen	Ukuran Komponen (mm)			Penunjuk
		P	L	T	
1	Magnetic Contactor	125	96	127	K1, K2
2	MCCB	75	60	130	Q1, Q2
3	Current Transformator	44	30	65	T1-T6
4	Relay Control Phase	36	67	88	RCP1-RCP2
5	Fuse	20	50	80	F1-F8
6	Timer Delay Relay	48	48	82	TR1-TR3
7	Relay	22	28	80	R1-R7
8	Surge Arrester	72	69	81	SA
9	Busbar	-	12	2	R, S, T, N
10	Tempat Kabel	-	30	25	-

2. Bagian Pintu Panel

Tabel 4.3 Daftar Ukuran Komponen Penyusun Panel
Pada Bagian Pintu

No	Nama Komponen	Ukuran Komponen (mm)			Penunjuk
		P	L	T	
1	Module AMF	98	40	79	AMF1, AMF2
2	Push Button	29	72	29	S2, S3, S5, S6
3	Selector Switch	30	68	47	S1, S2
4	Power Meter Digital	96	77	96	P1-P2
5	Lampu Indikator	29	54	29	H1-H10
6	Tempat Kabel	-	25	30	-
7	Kunci Panel	30	40	80	-

Dalam menentukan ukuran *box* panel dapat dilakukan dengan cara memperkirakan jumlah ukuran komponen penyusun panel baik dalam panjang, lebar dan tinggi keseluruhan. Kunci utama dalam penentuan ukuran ini adalah perkiraan ukuran agar komponen tidak berada pada posisi yang terlalu dekat sehingga dapat mengganggu sistem kerjanya serta pemberian jarak antar komponen juga bertujuan agar panel yang dirancang memiliki keindahan baik dari penempatan komponen maupun penyambungan kabel atau penghantar.

Untuk perkiraan panjang *box* panel dapat dilihat melalui komponen penyusun pada bagian utama, komponen ini meliputi *magnetic contactor* dan *busbar* yang menuju beban atau pada bagian kendali yang meliputi *relay control phase*, *fuse*, *time delay relay*, *relay*, *surge arester* dan tempat kabel dengan jarak antar komponen yang berbeda fungsinya 2,5 cm dan toleransi penambahan ukuran minimal 10 cm untuk setiap total ukurannya. Sedangkan untuk tinggi *box* panel dapat dilihat melalui *komponen relay control phase*, *main busbar*, *current transformator*, *magnetic contactor* dan *moulded case circuit breaker*. Dan untuk lebar panel dapat dilihat melalui komponen *power meter digital* dan *magnetic contactor* karena memiliki lebar komponen yang lebih besar dari komponen penyusunnya baik pada bagian dalam dan pintu.

Berikut merupakan contoh perhitungan dalam penentuan ukuran *box* panel, yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Panjang } box \text{ panel} &= 3,6 + 2,5 + (2 \times 4) + 2,5 + 4,8 + 2,5 + \\ \text{mounting} &\quad (3 \times 2,2) + 2,5 + 7,2 + 2,5 + 2,5 \\ &= 45,2 \text{ cm} \end{aligned}$$

atau dengan

$$\begin{aligned} \text{Panjang } box \text{ panel} &= 2,5 + 2,5 + 12,5 + 2,5 + 12,5 + 15 \\ \text{utama} & \\ &= 47,5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Sehingga dapat ditentukan panjang *box* panel untuk rancangan panel *Automatic Transfer Switch–Automatic Main Falure (ATS-AMF)* ini sebesar 60 cm.

$$\begin{aligned} \text{Lebar } box \text{ pane} &= 9,6 + 2,5 + 12 \\ &= 24,1 \text{ cm} \end{aligned}$$

Sehingga dapat ditentukan lebar *box* panel untuk rancangan panel *Automatic Transfer Switch–Automatic Main Falure (ATS-AMF)* ini sebesar 30 cm.

$$\begin{aligned} \text{Tinggi } mounting &= 2,5 + 2,5 + 8,8 + 2,5 + 2,5 + 2,5 + 8,8 + \\ &\quad 2,5 + 2,5 \\ &= 35,1 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi } busbar + CT &= 15 + 3 \\ &= 18 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tinggi } MC + busbar &= 12,7 + 5 \\ &= 17,7 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{Tinggi } MCCB = 13 \text{ cm}$$

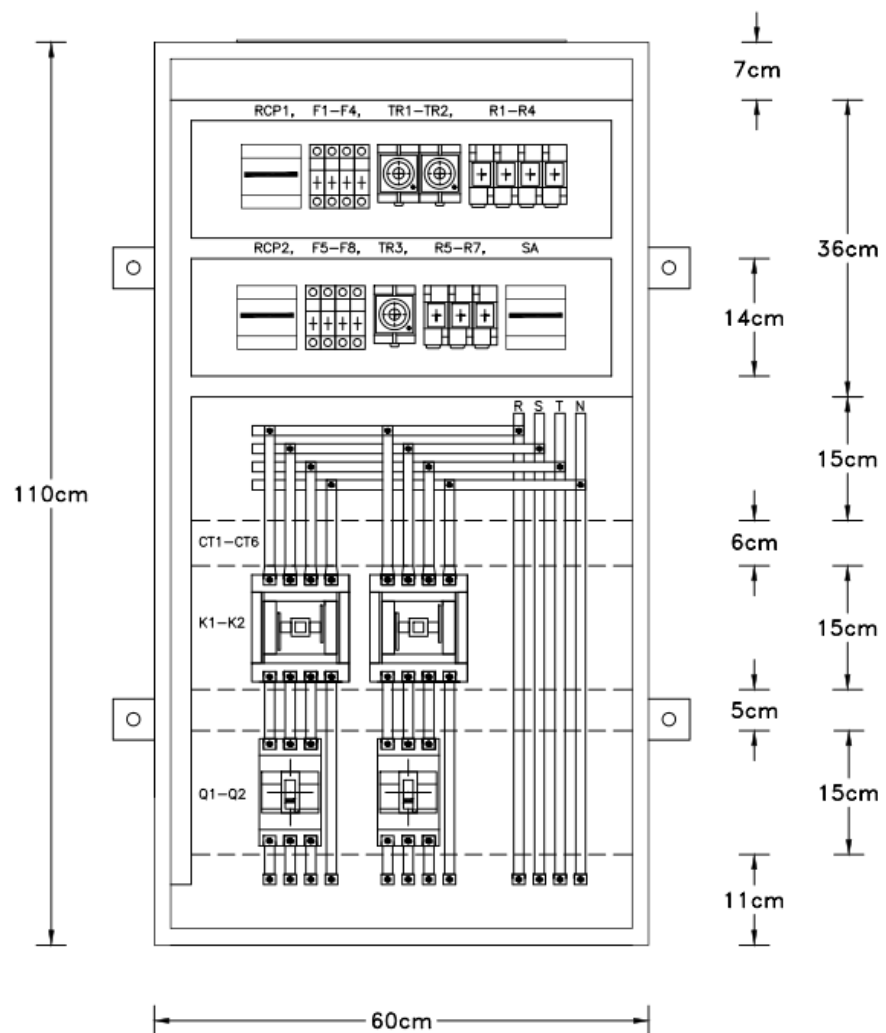
$$\begin{aligned} \text{Tinggi } box \text{ panel} &= 36 + 21 + 20 + 15 \\ &= 92 \text{ cm} \end{aligned}$$

Sehingga dapat ditentukan lebar *box* panel untuk rancangan panel *Automatic Transfer Switch–Automatic Main Falure (ATS-AMF)* ini sebesar 110 cm.

Dari perkiraan ukuran komponen penyusun panel diatas, maka dapat digunakan *box* panel dengan ukuran 60 x 30 x 110 cm dalam rancangan panel *Automatic Transfer Switch–Automatic Main Falure (ATS-AMF)* 53 KVA ini.

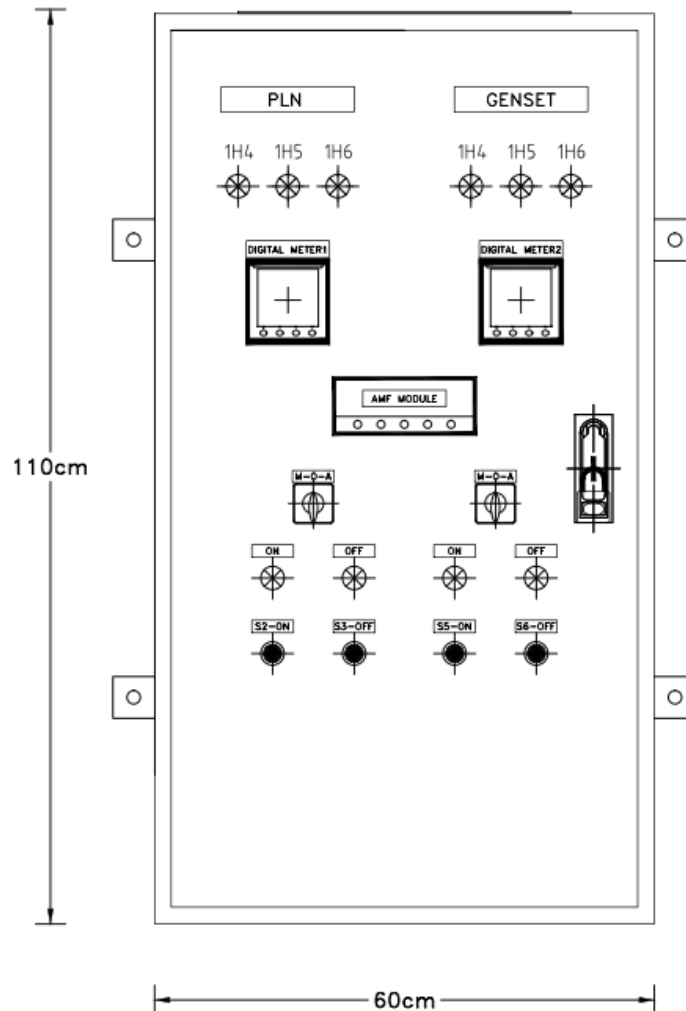
Dari data beberapa ukuran komponen penyusun panel diatas yang meliputi bagian dalam dan bagian pintu panel, maka dapat didesain sebuah *box* panel yang berfungsi sebagai tempat dan media penyusunan komponen-komponen tersebut. Di bawah ini merupakan desain *box* panel untuk rancangan panel *ATS-AMF 53 KVA*, antara lain :

1. Bagian Dalam Panel



Gambar 4.26 Desain *Box* Panel *ATS-AMF 53 KVA* Bagian Dalam

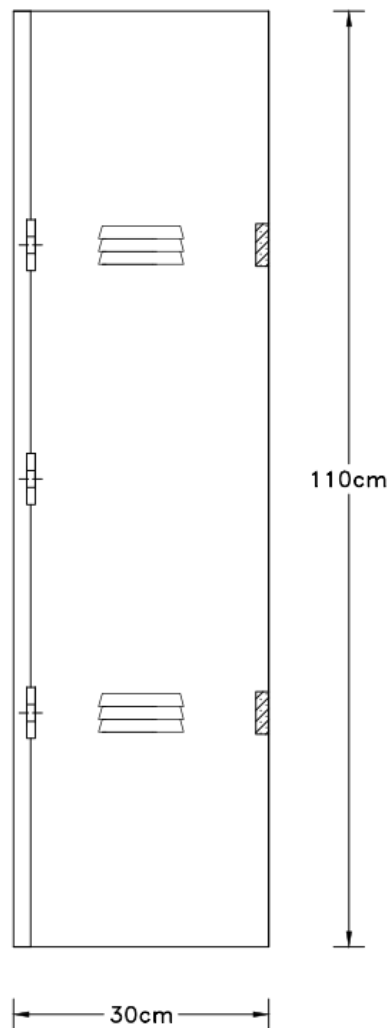
2. Bagian Pintu Panel



Gambar 4.27 Desain *Box* Panel ATS-AMF 53 KVA Bagian Pintu

Panel rancangan panel *Automatic Transfer Switch–Automatic Main Falure (ATS-AMF) 53 KVA* ini menggunakan jenis *box* panel *wallmounting* karena panel ini memiliki fungsi utama sebagai kontrol sistem dan memiliki komponen yang tidak terlalu banyak sehingga dapat digunakan *box* panel yang berukuran kecil dan dapat berdiri sendiri. Serta masukan kabel daya utama melalui bawah panel, begitu juga keluaran kabel yang menuju beban.

3. Bagian Samping Panel



Gambar 4.28 Desain *Box* Panel *ATS-AMF 53 KVA* Bagian Samping

Untuk keamanan dalam pengaplikasiannya, panel ini didesain dengan indeks proteksi 4.1 dimana panel ini memiliki ketahanan terhadap benda asing yang lebih besar dari 1 mm serta terlindung dari jatuhnya air yang vertikal.