

***BAHAN KULIAH DAN PRAKTIKUM
KELISTRIKAN SISTEM PENDINGIN***

OLEH :

**INU HARDI KUSUMAH
KAMIN SUMARDI**

***JURUSAN PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS PENDIDIKAN TEKNOLOGI KEJURUAN
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2009***

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah swt atas segala rahmat dan karunia-Nya yang diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan bahan ajar mata kuliah Sistem Kelistrikan Refrigerasi dan Tata Udara. Sholawat dan salam kita haturkan kepada Nabi Muhammad saw dan kepada seluruh umatnya sampai akhir jaman.

Bahan ajar mata kuliah Sistem Kelistrikan Refrigerasi dan Tata Udara ini disusun berdasarkan kebutuhan yang sebenarnya dan digunakan untuk membantu mahasiswa mempelajari mata kuliah ini. Bahan ajar ini diambil dari berbagai buku sumber dengan format yang disederhanakan agar mudah dipelajari. Tentu saja dalam bahan ajar ini tidak memuat seluruh materi, tetapi diambil intisarinnya saja. Untuk pendalaman lebih lanjut, diharapkan mahasiswa membaca dari buku sumber yang disarankan. Mata kuliah ini didesain 70% praktek maka jumlah job sheet lebih banyak dimuat. Pelajaran teori akan berjalan secara simultan (paralel) sehingga tidak mengurangi materi perkuliahan.

Koreksi dan saran atas bahan ajar ini dapat disampaikan kepada penulis untuk dijadikan bahan masukan dalam penulisan di masa mendatang. Akhir kata, penulis berharap semoga bahan ajar ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa dan pembaca pada umumnya. Amien.

Bandung, Desember 2009

Penulis,

Inu Hardi Kusumah

H. Kamin Sumardi

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
1. Saklar/Saklar Togel	1
2. MCB/Fuse	1
3. Kabel	2
4. Kontaktor	4
5. Relay	5
6. Overload	5
7. Timer	6
8. Automatic Electric Defrost Termination for Refrigeration System	6
9. Door Heater	9
10. Solenoid	10
11. Ventilator	10
12. Alat Pengaman/Safety Device.....	10
13. Pressure Switch	11
14. Push Botton Switch	13
15. Humidistat	13
16. Oil Safety Switch	14
17. Thermostat	17

Job Sheet Praktek Kelistrikan Teknik Refrigerasi Dan Tata Udara

Job 1 : Simple Air Conditioning System.....	21
Job 2 : Simple Air Conditioning System with Pump Down Control	23
Job 3 : Refrigeration System Defrosted by Ventilators	25
Job 4 : Refrigeration System Defrosted by Ventilators & Pump Down Control	27
Job 5 : Refrigeration System Defrosted by Ventilators, Pump Down Control and Security Pressostat	29
Job 6 : Refrigeration System with Electric Defrost	31
Job 7 : Refrigeration System with Defrost & Ventilators Start Delay	33
Job 8 : Refrigeration System with Pump Down Control, Electric Defrosted, and Ventilators Start Delay	35
Job 9 : Refrigeration System with Pump Down Control, Electric Defrosted, Security Pressostat and DTFD Thermostat	37
Job 10 : Refrigeration System with Hot Gas Defrost and Ventilator Start Delay	39
Job 11 : Air Conditioning System with Dehumidification	41
Daftar Pustaka	

JADWAL PERKULIAHAN DAN PRAKTEK

Sistem Kelistrikan Refrigerasi dan Tata Udara

Pertemuan ke	Job ke	Pokok dan Sub Pokok Bahasan
Minggu ke 1 - 4	-	Teori Dasar terdiri dari: pengukuran alat listrik, tegangan listrik, arus listrik, tahanan, kabel, saklar, fuse, kontaktor, relay, timer, overload, door heater, pressure switch, solenoid, ventilator, safety device, push button switch, humidistat, oil safety switch, thermostat, dan automatics defrost termination for refrigeration system.
Minggu ke 5	Job 1	Simple air conditioning system
Minggu ke 6	Job 2	Simple air conditioning system with pump down control
Minggu ke 7	Job 3	Refrigeration system defrosted by ventilators
Minggu ke 8	Job 4	Refrigeration system defrosted by ventilator and pump down control
Minggu ke 9	Job 5	Refrigeration system defrosted by ventilator, pump down control and security pressostat
Minggu ke 10	Job 6	Refrigeration system with electric defrost
Minggu ke 11	Job 7	Refrigeration system with electric defrost and ventilator start delay
Minggu ke 12	Job 8	Refrigeration system with pump down control, electric defrost and ventilators start delay
Minggu ke 13	Job 9	Refrigeration system with pump down control, electric defrost, security pressostat and DTFD thermostat
Minggu ke 14	Job 10	Refrigeration system with hotgaz defrost & ventilator start delay
Minggu ke 15	Job 11	Air conditioning system with dehumidifikation
Minggu ke 16	-	Review dan Evaluasi

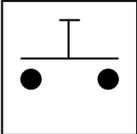
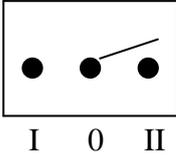
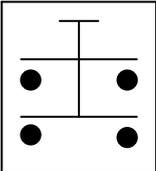
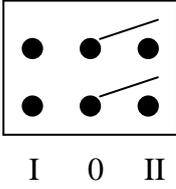
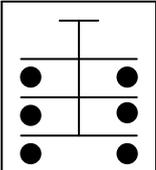
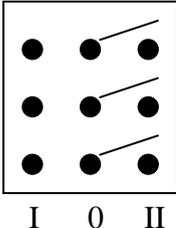
Catatan : Jika dalam jadwal terdapat hari **libur**, akan diganti pada waktu/jam yang lain

Alat-Alat Kelistrikan dan Alat Tambahan **Untuk Praktek Kelistrikan Pendingin**

1. Saklar/SaklarTogel

Saklar adalah alat untuk memutuskan dan menghubungkan arus listrik. Bentuk dan jenis saklar beragam sesuai dengan fungsinya masing-masing. Saklar secara umum ada tiga macam yaitu saklar satu phasa, saklar 2 phasa dan saklar 3 phasa. Ada juga saklar yang dapat digunakan untuk dua arah seperti saklar togel. Lambang saklar dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

Tabel 1. Berbagai Bentuk Saklar

Saklar 1 phasa		Saklar Togel 1 phasa dua arah	
Saklar 2 phasa		Saklar Togel 2 phasa dua arah	
Saklar 3 phasa		Saklar Togel 3 phasa dua arah	

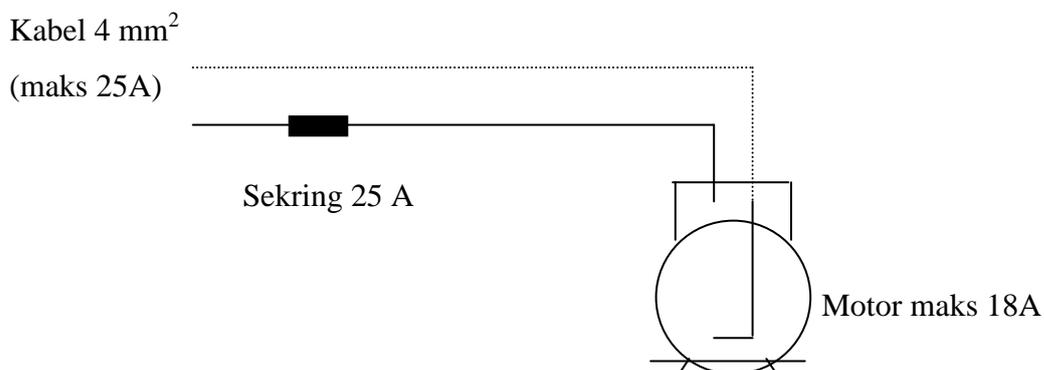
2. Main Circuit Breaker (MCB) atau Fuse/Sekring

Sekring adalah alat pembatas arus listrik yang berfungsi untuk pengaman apabila penghantar kelebihan arus atau kenaikan arus. Di setiap sekring pengaman terdapat sutas kawat yang mempunyai harga arus tertentu, apabila arus tersebut melebihi harga arus kawat tersebut maka kawat akan terputus. Sekring dalam instalasi kelistrikan biasanya digambarkan dengan kotak persegi panjang yang diarsir penuh, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Sekring Pengaman

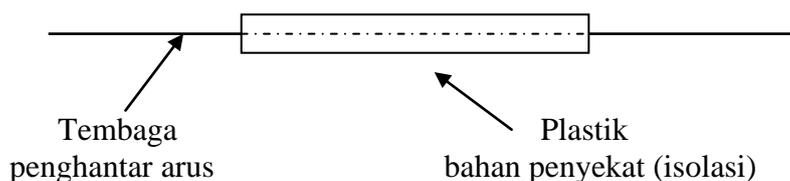
Memilih sebuah sekering pengaman harus disesuaikan dengan pemakaian arus listrik, dimana sekering harus 20 – 30% lebih kuat dari arus maksimum yang mengalir. Kawat atau kabel dan sekering pengaman harus disesuaikan dengan kekuatan arus yang mengalir pada instalasi tersebut. Sekering pengaman bentuk, model dan jenisnya dapat berbeda-beda sesuai dengan selera pasar dan produsen. Sedangkan untuk kemampuan sekering pengaman yang banyak ditemui dipasaran antara lain : 2A, 4A, 6A, 10A, 15A, 20A, 25A, 40A, 60A, 80A, 100A, 125A, 150A, 200A dan sekering ukuran khusus. Di bawah ini contoh instalasi untuk ukuran kabel dan ukuran sekering yang digunakan.



Gambar 2. Instalasi ukuran kabel dan kekuatan sekering

3. Kabel

Kabel merupakan alat untuk menghantarkan listrik (penghantar listrik). Penghantar listrik yang baik adalah semua logam dan penghantar listrik yang paling baik adalah tembaga yang sering digunakan untuk alat sistem kelistrikan. Penghantar listrik dari baja digunakan untuk kawat tegangan tinggi. Sementara itu, bahan seperti : karet, busa, plastik, kayu, gabus digunakan sebagai bahan penyekat atau isolasi. Penampang kabel listrik dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Penampang kabel

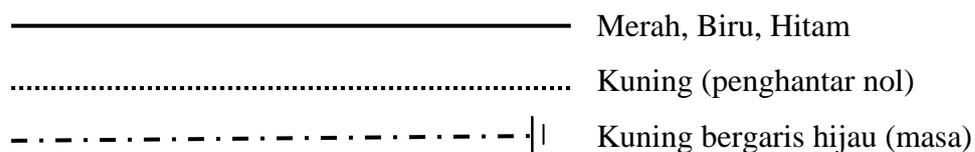
Penggunaan kabel harus sesuai dengan kebutuhan, jika kawat terlalu tebal maka biayanya akan mahal dan bila kawat terlalu kecil/tipis maka akan mudah panas sehingga akan menimbulkan bahaya kebakaran. Tabel 1 akan memperlihatkan kekuatan maksimum arus listrik (Ampere) yang bisa diterima kawat tembaga dalam ukuran luas tertentu (mm²).

Tabel. 2. Perbandingan luas penampang kawat dan kekuatan maksimum arus

Luas penampang Kawat tembaga (mm ²)	Maksimum Arus (Ampere)	Luas penampang Kawat tembaga (mm ²)	Maksimum Arus (Ampere)
1	10	16	50
1,5	15	25	80
2,5	20	35	100
4	25	50	125
6	35	70	150
10	50	95	200

Arus yang masuk disebut PHASA dan digambarkan dengan haru lurus penuh. Sedangkan arus yang keluar disebut PENGHANTAR NOL dan digambarkan dengan garis terputus-putus. Pada instalasi listrik kabel-kabel ini diberi warna sebagai kode yang sesuai dengan fungsinya yaitu :

- ~ Pasha berwarna : Merah, Biru dan Hitam
- ~ Penghantar nol : Kuning
- ~ Masa : Kuning bergaris hijau



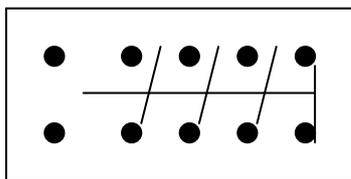
Gambar 4. Warna kabel dan cara penggambarannya.

4. Kontaktor

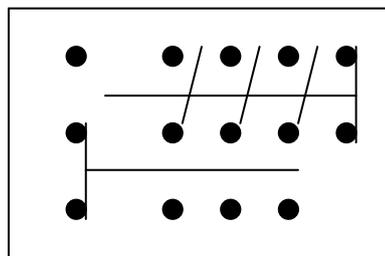
Kontaktor (Contactor) adalah alat untuk membuka dan menutup satu atau beberapa kontak yang digerakan oleh koil atau solenoid atau kumparan. Kontaktor disusun terdiri dari komponen yaitu kontak dan kumparan/koil/solenoid. Kontak berfungsi untuk menghantarkan arus listrik. Kumparan/koil/solenoid jika diberi daya akan menjadi medan magnet yang akan

membuka atau menutup kontak. Kumparan kontaktor biasanya hanya untuk satu fasa. Prinsip kerja kontaktor yaitu apabila kumparan diberi arus listrik maka akan terjadi medan magnet yang akan menarik tuas sehingga akan menghubungkan kontak. Kontak yang tidak terhubung saat kontaktor tidak bekerja disebut Normaly Open (NO) dan kontak yang terhubung saat kontaktor tidak bekerja disebut Normaly Close (NC). Kontaktor tersedia dalam berbagai ukuran dan bentuk. Ada kontaktor yang hanya NO saja dan ada yang gabungan antara NO dan NC, bahkan ada yang dilengkapi dengan pengaman bimetal.

Kontaktor digunakan secara luas pada sistem air conditioning, refrigerasi atau heater, terutama untuk sistem pengontrol. Kontaktor biasanya digunakan untuk menghantarkan arus listrik yang besar yaitu 20 Ampere atau lebih sedangkan relay digunakan untuk menghantarkan arus listrik dibawah 20 Ampere.



a. Kontaktor

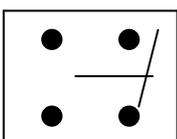


b. Kontaktor dengan pengaman bimetal

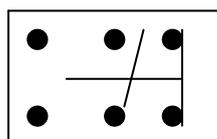
Gambar 5. Kontaktor

5. Relay

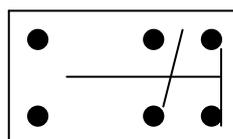
Relay atau saklar magnetik yaitu alat untuk membuka dan menutup satu atau lebih kontak untuk menghantarkan arus listrik. Relay dan kontaktor mempunyai prinsip kerja dan komponen yang sama. Pada keadaan normal, kontak tersebut pada umumnya terbuka (Normally Open). Relay biasanya digunakan untuk arus listrik yang kecil sehingga kumparannya juga berukuran kecil. Relay digunakan untuk menghantarkan arus listrik kurang dari 20 Ampere. Relay banyak digunakan untuk sistem pendingin atau pemanas, terutama untuk rangkaian kontrol. Relay ada juga yang dilengkapi dengan pengaturan waktu (Time relay). Relay dapat pula digunakan untuk Pilot Duty, yaitu alat untuk mengontrol relay dan kontaktor lain.



a. Relay



b. Relay dengan NC

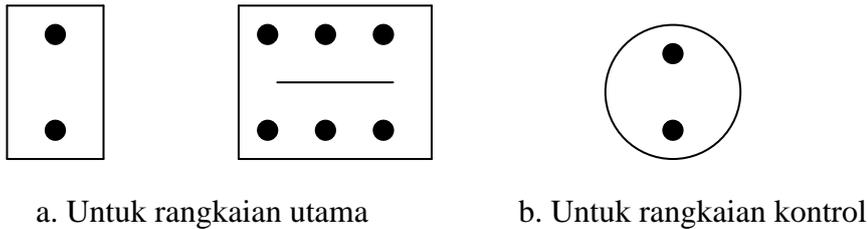


c. Time Relay

Gambar 6. Relay dan Time Relay

6. Overload

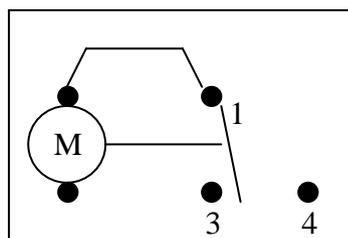
Overload merupakan pembatas agar rangkaian kelistrikan di dalamnya aman dari kelebihan arus listrik. Jika arus listrik yang mengalir melebihi batas kekuatan overload maka overload akan putus sehingga arus listrik tidak akan masuk ke dalam rangkaian sehingga rangkaian aman dari kerusakan.



Gambar 7. Overload

7. Timer

Timer adalah alat yang berfungsi untuk mengatur perpindahan antara defrost dan tidak defrost. Timer berkerja berdasarkan motor listrik yang akan berputar seperti jam. Pada timer terdapat dua piringan pengatur waktu yaitu piringan yang bawah (besar) pengatur waktu terjadinya defrost selama 24 jam. Sedangkan piringan yang atas (kecil) adalah pengatur waktu lamanya defrost dengan satuan menit. Waktu untuk defrost dapat diatur sesuai dengan kapasitas mesin pendingin dan kebutuhan untuk mencairkan bunga es di evaporator. Sedangkan pengatur waktu untuk lamanya defrost dapat diatur dan disesuaikan dengan sistem pendingin dan jumlah bunga es yang terbentuk di evaporator. Waktu lamanya defrost juga harus disesuaikan dengan alat pendefrost yaitu dengan fan, heater atau dengan hot gas.

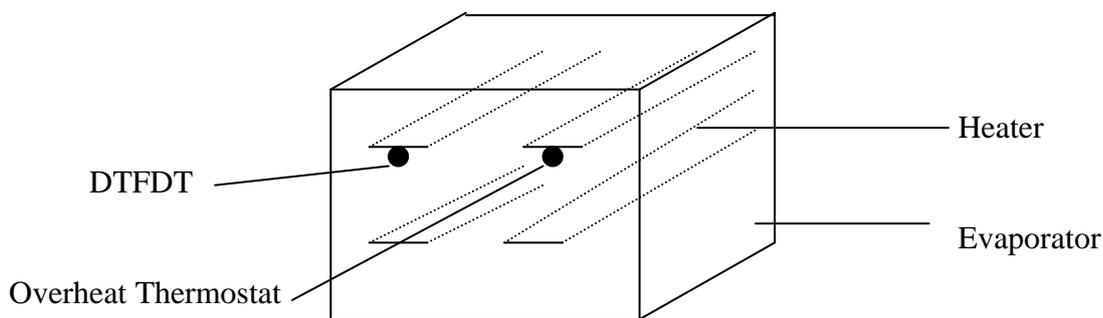


Gambar 8. Timer

8. Automatic Electric Defrost Termination for Refrigeration System

Untuk menghindarkan panas yang berlebihan pada ruang pendingin atau ruang freezer sesudah pencairan bunga es pada evaporator dengan menggunakan pemanas listrik, evaporator dapat dilengkapi dengan DTFDT (Defrost Termination and Fan Delay Thermostat). DTFDT bekerja secara otomatis akan menjalankan kompresor sesudah semua es mencair, tidak tergantung pada waktu defrost (pencairan) yang telah ditentukan oleh timer.

DTFDT ini dipasang pada bagian atas evaporator dan dapat dipasang sebuah thermostat pengaman panas (over heat security thermostat) yang akan mematikan defrost heater bila evaporator terlalu panas karena sesuatu yang kurang beres.



Gambar 9. Penempatan DFTD Thermostat

DTFD Thermostat adalah sebuah thermostat dengan tiga buah kontak yang biasanya telah diatur dari pabrik dengan nilai $+3^{\circ}\text{C}$ sampai -2°C . Artinya DTFD akan menjalankan kompresor bila evaporator mencapai suhu $+3^{\circ}\text{C}$ sesudah pencairan bunga es, walaupun waktu pencairan (defrost) dari timer seharusnya masih berlangsung. Evaporator akan menjadi dingin dan bila semua sisa air membeku, pada -2°C , DTFD akan menjalankan kipas.

Proses ini memerlukan sebuah timer yang khusus dengan solenoid untuk menyetel kembali kontak-kontak timer. Gambar 10a dan 10b menunjukkan diagram rangkaian pengawatan untuk DTFD Thermostat. Diagram tersebut hanya menunjukkan prinsip-prinsip hubungan pengawatan dari DTFD Thermostat. Diagram tersebut dapat dimasukkan pada setiap diagram sistem refrijerasi.

- Terminal no.4 pada timer dihubungkan dengan kompresor, terminal no.3 dihubungkan dengan defrost heater.
- Bila timer dan kontaktor menggunakan tegangan yang sama, maka DTFD dihubungkan dengan arus beban nol pada kontaktor kipas (diagram no.1). DTFD dihubungkan dengan

sebuah kabel fasa tersendiri bila tegangan dari timer 220 Volt dan kontaktor 110 Volt (diagram no.2). DTFD akan menjalankan kontaktor kipas atau solenoid dari timer.

- c. Bila kompresor mulai bekerja (seperti pada gambar), evaporator akan menjadi dingin dan bila temperatur mencapai -2°C , DTFD akan menjalankan kontaktor kipas.
- d. Bila kedudukan kontak timer berubah, maka kontaktor kompresor akan terbuka sehingga kompresor dan kipas berhenti. Defrost heater bekerja, DTFD tetap pada kedudukannya karena evaporator masih dingin.
- e. Bila evaporator suhu evaporator mencapai $+3^{\circ}\text{C}$ akibat defrost heater, maka DTFD berubah kedudukannya dan menghubungkan arus listrik kepada solenoid dari timer (X). Kontak-kontak dari timer akan kembali (reset) secara tiba-tiba dan kompresor bekerja kembali. DTFD tetap pada kedudukannya sampai evaporator menjadi dingin kembali sampai -2°C dan akan menjalankan kipas kembali.

Gambar 10a. Diagram pengawatan DTFD

bila timer dan kontaktor menggunakan tegangan yang sama

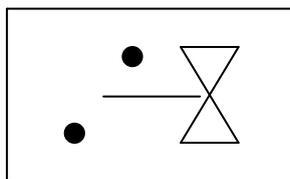
Gambar 10b. Diagram pengawatan DFTD
Bila timer dan kontaktor menggunakan tegangan yang berbeda

9. Door Heater

Door heater yaitu suatu alat pemanas listrik yang dipasang di pintu pada sistem refrigerasi yang besar. Door heater berfungsi agar pintu refrigerasi tidak ikut membeku pada proses pendinginan sehingga pintu akan mudah untuk dibuka. Door heater biasanya hanya satu phasa dan dipasang sepanjang pintu selama proses pendinginan berjalan.

10. Solenoid

Solenoid adalah alat yang bekerja berdasarkan medan magnet dan banyak digunakan dalam sistem kelistrikan seperti : relay atau katup. Dua macam solenoid yang banyak digunakan untuk mengoperasikan relay dan kontaktor. Solenoid akan bekerja bila mendapatkan arus listrik. Solenoid alat yang bekerja untuk membuka dan menutup pada rangkaian kontrol dalam sistem. Solenoid valve atau katup solenoid adalah katup yang dapat membuka dan menutup, menghentikan dan mengalirkan aliran. Solenoid coil digunakan juga untuk relay dan kontaktor. Fungsi lain dari solenoid valve yaitu untuk hot gas valve, reversing valve solenoid dan liquid line valve.



Gambar 11. Solenoid Valve

11. Ventilator

Ventilator yaitu suatu alat yang digunakan untuk membantu memanaskan, mendinginkan dan mensirkulasikan udara. Ventilator dibagi dua macam yaitu ventilator tanpa kipas (fan) dan ventilator dengan kipas (fan). Pada sistem pendingin ventilator yang digunakan biasanya menggunakan kipas. Kipas (fan) ventilator digerakan oleh motor listrik. Fan ventilator evaporator berfungsi untuk mensirkulasikan atau menghembuskan udara dingin ke ruangan pendingin. Fan ventilator juga dapat digunakan untuk mencairkan bunga es (defrost). Pada kondenser fan ventilator berfungsi untuk mempercepat pertukaran panas di kondenser sehingga refrigeran yang berbentuk uap dapat cepat berubah wujud menjadi cair.

12. Alat Pengaman/Safety Device

Alat pengaman sangat penting untuk sistem pendinginan yang modern yaitu untuk menjaga dari kondisi yang merugikan seperti tegangan turun, arus listrik tinggi dan overheating. Overload dan alat pengaman ada yang dibuat kombinasi dari beban (load) dan saklar, perbedaan dengan relay yaitu dalam fungsi dan bentuknya.

Semua motor dirancang untuk dioperasikan dalam arus tertentu. Karena sesuatu hal arus naik, maka motor harus cepat dimatikan untuk mencegah kemungkinan kerusakan komponen. Motor yang terbakar sering diakibatkan oleh tidak berfungsinya alat pengaman.

Fuse salah satu alat pengaman yang sederhana. Fuse efektif untuk menahan overload yang besar dan tidak efektif untuk menahan overload yang kecil. Fuse bukan sekedar sepotong besi yang dibuat untuk membawa beban tertentu, pada beban yang melebihi kapasitas maka fuse akan memutuskan arus listrik.

Jenis alat overload yang lain didesain untuk menjaga motor dari overload yang kecil dan besar. Fuse terbagi dalam dua kategori yaitu thermal dan magnetik. Thermal overload dioperasikan oleh panas dan magnetik overload dioperasikan oleh kemagnetan, yang mana arus langsung masuk secara proporsional. Thermal overload dapat juga digunakan sebagai Pilot Duty, yaitu sebagai pemutus arus listrik rangkaian kontrol dan pengunci motor. Tipe pilot duty sebagai overload sering digunakan pada motor dengan daya lebih dari 3 Horsepower (Hp). Thermal overload dapat juga digunakan sebagai alat saluran tegangan (line voltage), yaitu sebagai pemutus fasa ke komponen sebagai pengaman.

Bimetal merupakan thermal overload yang sederhana. Jika bimetal mendapat panas, maka dia akan membuka rangkaian. Thermal overload relay adalah alat yang sederhana dari thermal element dan sebagai saklar yang dapat membuka dan menutup bila temperatur naik.

Magnetik overload digunakan untuk relay dengan satu Normally Close. Arus listrik akan direlay ke overload oleh koil. Jika arus listrik tinggi masuk, maka akan terjadi medan magnet. Magnetik overload didesain untuk arus yang tinggi.

13. Pressure Switch

Pressure switch digunakan untuk mengontrol tekanan di dalam sistem. Pressure switch adalah alat untuk membuka dan menutup sejumlah kontak ketika tekanan pada diapragma switch yang telah ditentukan. High pressure switch disambungkan pada sisi discharge dari sistem untuk mengontrol tekanan discharge. Low pressure switch disambungkan pada sisi suction dari sistem untuk mengontrol tekanan suction. Pressure switch dapat digunakan sebagai alat pengaman., sebagai pengontrol utama operasi, atau dioperasikan dengan alat lain dalam sistem.

Dua tipe pressure switch yang banyak digunakan di industri pada saat sekarang. Non-adjustable pressure switch yaitu switch yang tidak dapat diatur digunakan pada banyak pabrik untuk mencegah tekanan yang telah diset dari perubahan. Adjustable pressure switch yaitu switch yang dapat diatur digunakan untuk berbagai keperluan khusus yang mungkin timbul. Adjustable

pressure switch biasanya dipakai untuk benda yang bisa diganti oleh pressure switch. Pressure switch dibedakan menjadi dua macam yaitu low pressure dan high pressure. Switch tersebut dapat membuka atau menutup apabila terjadi kenaikan tekanan atau penurunan tekanan. Pressure switch dapat sendiri-sendiri antara low dan high tetapi dapat bersatu dalam satu paket antara low dan high.

High pressure switch biasanya digunakan sebagai alat pengaman untuk menjaga kompresor dan sistem dari tekanan yang lebih tinggi pada discharge. High pressure switch digunakan sebagai kontrol pengaman yang harus membuka jika tekanan naik untuk menjaga peralatan agar tidak rusak. High pressure di set sebagai switch harus sesuai dengan jenis refrijeran dalam sistem. Setting high pressure switch untuk freon 12 akan berbeda dengan setting untuk freon 22.

Low pressure switch digunakan sebagai alat pengaman, alat pengontrol operasi dan alat untuk mengoperasikan komponen lain pada tekanan suction dari sistem. Semua low pressure switch disambungkan pada sisi suction dari sistem refrigerasi. Low suction pressure dapat merusak kompresor. Low pressure switch digunakan sebagai alat pengaman untuk menjaga kerusakan pada sistem, ketika tekanan suction turun di bawah titik yang telah ditentukan sebelumnya.

Jika low pressure switch membuka, maka akan menghentikan rangkaian kontrol untuk kompresor. Low pressure switch dapat juga digunakan sebagai pengontrol operasi pada sistem dengan setting tekanan yang disesuaikan dengan setting temperatur. Setting yang baik untuk low pressure switch yang dikontrol oleh temperatur.

Tabel 3. Perkiraan setting points dari high pressure switch

Refrigeran	Tipe Kondenser	High Pressure Setting	
		Cut-out	Cut-in
12	Air cooled	225	145
	Water cooled	170	90
22	Air cooled	380	300
	Water cooled	280	200

Tabel 4. Perkiraan setting points dari low pressure switch

Refrigeran	Low Pressure Setting	
	Cut-out	Cut-in
12	15	35
22	38	68

14. Push-Button Switch

Push-button switch (PBS) adalah saklar yang dikontrol secara manual oleh penekanan tombol. Push-button switch dapat mempunyai dua saklar (stop dan start) dan dapat mempunyai banyak saklar (untuk berbagai fungsi seperti : on, off, start, stop, jog, reverse dan forward). PBS dirancang dalam banyak bentuk dan dengan berbagai fungsi. PBS banyak digunakan pada sistem heating, cooling, dan industri refrigerasi. Penggunaan PBS biasanya untuk kontrol motor, rangkaian kontrol dan magnetik starter. PBS mudah sekali rusak, mudah diketahui kerusakan dan perbaikannya, dan mudah untuk mencari posisi normal. Dalam beberapa kasus PBS ada yang kompleks, tetapi jarang ditemukan. Ohmmeter (AVO meter) dapat digunakan untuk mendiagnosa kondisi dari push button switch.

15. Humidistat

Pada sistem air conditioning sangat penting untuk mengontrol kelembaban udara (humidity). Humidistat digunakan untuk mengontrol struktur kelembaban udara. Humidistat menggunakan elemen moisture-sensitive untuk mengontrol tangan mekanik yang dapat membuka dan menutup saklar elektrik sesuai dengan kelembaban udara.

Pada industri fiber dan katun (cotton) kelembaban udara harus akurat dikontrol oleh humidistat, di mana humidistat akan mengontrol pengoperasian pembersihan udara untuk menjaga kerusakan pada akhir produk. Pengontrol kelembaban udara sebaiknya dapat juga digunakan pada musim dingin dalam berbagai struktur agar menghasilkan area yang nyaman oleh penambahan uap air di udara.

16. Oil Safety Switch

Oil safety control merupakan alat penting dalam sistem pendingin komersial dan industri sebagai alat pelengkap pengaman untuk kompresor pada waktu tekanan oli menurun. Kompresor besar menggunakan sistem tekanan oli yang harus dijaga agar memberikan jaminan tekanan oli yang tepat dan baik untuk kompresor.

Pembacaan yang baik pada tekanan oli kompresor, kita harus mengurangi tekanan suction dari tekanan oli untuk mendapatkan tekanan oli yang sesungguhnya, sebab tekanan suction mendesak tekanan oli di dalam crankcase. Penyambungan tekan pada oil safety switch harus dihubungkan pada sisi kiri tekan oli pada kompresor dan dihubungkan pada suction atau tekanan

crankcase. Penyambungan tekanan pada oil safety switch akan mentranfer tekanan oli sesungguhnya ke pengontrol oleh beberapa tipe tuas mekanik untuk membuka dan menutup kontak, yang bergantung pada setting tekanan oli.

Oil safety switch di desain dapat digabung dengan time delay sehingga tekanan oli akan dipasang di dalam kompresor setelah kompresor dijalankan. Bila kompresor bekerja, time delay switch dalam oil safety control juga bekerja. Jika tekanan oli tidak mencapai level tertentu selama periode time delay, maka rangkaian kontrol tidak akan bekerja. Jika tekanan oli mencapai tekanan yang ditentukan, time delay switch akan melepas dari rangkaian dan kompresor terus bekerja. Time delay switch bukan hanya pemanas yang akan membuka bimetal setelah periode time delay.

Oil safety switch dapat dipakai untuk pilot duty dan banyak yang menggunakan reset yang manual. Oil safety control sangat penting untuk kompresor besar yang mahal untuk menjaga dari kerusakan karena pelumasan yang tidak tepat dan baik.

Oil pressure switch digambarkan pada Gambar 12, dimana menunjukkan rangkaian pengawatan terhadap kompresor. Cara kerja oil pressure switch yaitu :

- a. Bila kompresor tidak bekerja, kontak M – L dan rangkaian 230 – T2 dalam keadaan tertutup.
- b. Bila kompresor mulai bekerja tekanan oli membuka rangkaian 230 – T2. Bila tidak ada tekanan dari pompa oli, rangkaian 230 - T2 menutup dan heater akan memanaskan bimetal. Sesudah 2-4 menit bimetal mencapai temperatur yang diperlukan untuk membuka hubungan L – M dan kompresor mati (tidak bekerja). Tekanan oli sensibel adalah perbedaan tekanan antara tekanan di karter kompresor dengan tekanan keluar dari pompa oli.

Gambar 12. Diagram pengawatan oil pressure switch

17. Thermostat

Temperatur dalam beberapa struktur tidak mengenal usia, tempat, dan bentuk; temperatur dapat dibentuk menjadi tingkat yang nyaman dengan thermostat. Thermostat didesain dan dibuat dalam bentuk dan ukuran yang berbeda-beda untuk digunakan dan diaplikasikan dalam industri. Thermostat merupakan alat yang penting dari keseluruhan operasi system dalam industri.

a. Penggunaan

Fungsi dasar dari thermostat yaitu untuk merespon perubahan temperatur oleh membuka dan menutupnya kontak listrik. Terdapat beberapa tipe thermostat yang digunakan di industri dan berbagai bentuk saklar yang digunakan.

Thermostat digunakan dalam berbagai macam kegunaan. Pada system air conditioning dan heating, thermostat digunakan sebagai alat kontrol temperatur untuk kenyamanan manusia. Thermostat pada system refrigerasi di desain untuk mengatur temperatur yang spesifik di dalam ruang refrigerasi, misalnya refrigerator, walkin cooler, display case, freezer untuk industri. Terdapat beberapa tipe thermostat yang khusus diaplikasikan untuk industri, seperti : outdoor thermostat dan safety thermostat. Apapun penggunaan thermostat, yaitu untuk memberi fungsi yang sama, bereaksi dengan temperatur dengan membuka dan menutup saklar.

Thermostat pada system heating menutup pada saat temperatur turun dan membuka pada saat temperatur naik. Thermostat pada system pendinginan menutup pada saat temperatur naik, dan membuka pada saat temperatur turun. Hal tersebut merupakan factor yang sangat penting pada waktu menentukan pembelian dan pemasangan thermostat. Thermostat untuk cooling dan heating dapat digunakan untuk system pendinginan dan pemanas. Thermostat cooling dan heating biasanya dibuat sebagai saklar untuk system pendinginan dan pemanas tanpa posisi tengah-tengah, dengan kata lain : saklar satu phasa dua arah (single pole double throw). Beberapa thermostat harus diisolasi dari panas atau dingin, dan harus dipisahkan penggunaannya dari panas atau dingin. Thermostat moderen mempunyai system switch yang dapat digunakan untuk system pendingin atau pemanas.

c. Jenis-jenis Thermostat dan Elemen Pengontrol

Ada 2 tipe elemen pengontrol thermostat yang biasa digunakan yaitu bimetal dan sensor bulb. Element pengontrol thermostat adalah bagian yang dapat bergerak jika temperatur

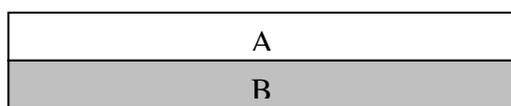
berubah pada sensor. Thermostat bimetal biasanya digunakan untuk mengontrol temperatur dalam system pendingin dan pemanas. Sensor bulb thermostat biasanya digunakan untuk mengontrol temperatur dengan berbagai medium yaitu cairan, uap dan media lain.

d. Sensor Bulb Thermostat

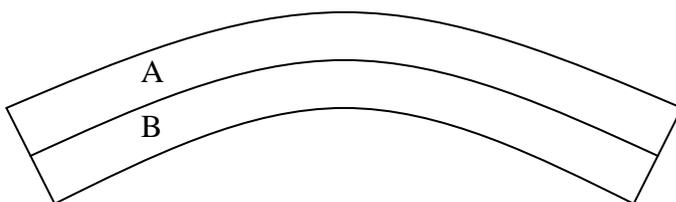
Elemen penggerak yaitu bulb dan diaprahma yang dihubungkan dengan pipa kecil. Bulb diisi dengan cairan atau gas kemudian ditutup (seal). Tekanan akan menekan diaprahma pada tangkai mekanik yang akan membuka dan menutup kontak. Pada saat temperatur bulb berubah maka tekanan akan menekan diaprahma. Jika temperatur bulb meningkat akan terjadi peningkatan tekanan, jika temperatur pada bulb menurun juga akan terjadi penurunan tekanan. Penurunan dan kenaikan tekanan menyebabkan kontak akan membuka dan menutup, begitulah thermostat dibuat.

e. Thermostat Bimetal

Hati dari hampir semua tipe thermostat adalah bimetal. Bimetal digunakan untuk menggerakkan kontak membuka dan menutup. Bimetal merupakan kombinasi dari dua bagian metal dimana akan memanjang pada temperatur tertentu. Kedua metal tersebut di las menjadi satu. Setiap metal mempunyai koefisien perpanjangan yang berbeda. Jika temperatur pada kedua metal tersebut meningkat, maka metal yang satu akan lebih panjang dari metal yang lain karena perbedaan koefisien perpanjangan. Hal ini menyebabkan bimetal melengkung (Gambar 13a dan 13b). Jika bimetal tersebut melekat pada sisi, maka sisi yang satu akan terlepas, hal itu akan bergerak turun dan naik sesuai dengan temperatur yang mengelilinginya.



(a) dua buah metal dengan koefisien perpanjangan berbeda

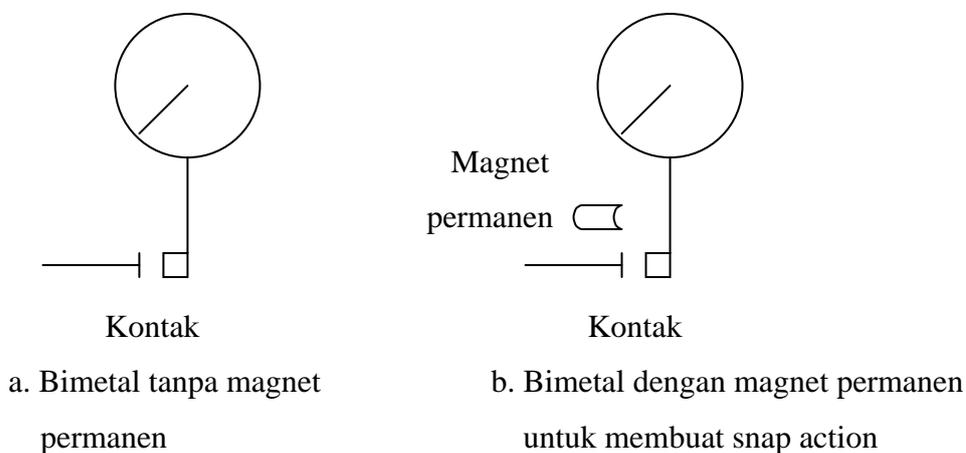


(b) Metal A lebih panjang dari B karena melengkung

Gambar 13. Bimetal thermostat

Jenis pertama thermostat bimetal dibuat seperti gambar 14. Jenis ini tidak baik karena tekanan yang tidak stabil dari bimetal sehingga kontak akan menempel bersama-sama. Jenis ini akan bereaksi (membuka dan menutup) relatif kecil pada perubahan temperatur ruang yang mengelilingi thermostat.

Thermostat harus mempunyai sambungan yang baik pada kontak. Hal ini, disempurnakan dengan system kancing (Snap action) thermostat bimetal terhadap kontak. Tipe sebelumnya tidak menerapkan system kancing (snap) pada kontak karena adanya perubahan temperatur yang kecil. Jika magnet permanen ditempelkan dekat lengan bimetal (Gambar 14b), maka akan menimbulkan snap action ketika bimetal bergerak menutup kontak secara bersamaan.



Gambar 14. Bimetal dengan magnet permanen

Ada dua metoda yang biasa digunakan pada thermostat untuk membuat snap action yaitu dengan magnet permanen dan bulb merkuri. Magnet permanen disimpan dekat kontak yang akan menarik bimetal dan menguncinya. Metoda ini akan membuat hubungan kontak lebih baik.

Thermostat bulb merkuri juga membentuk snap action, karena tetesan merkuri bergerak antara dua sisi sekat didalam tabung gelas.

f. Tegangan Thermostat

Tegangan thermostat dibuat untuk mengoperasikan pada saluran tegangan 110 dan 230 volt. Tegangan thermostat digunakan untuk industri pada air conditioning dan refrigerasi. Sedangkan thermostat tegangan rendah digunakan untuk alat kontrol dengan tegangan 24 volt. Biasanya thermostat tegangan rendah digunakan untuk pendingin dan pemanas di

rumah-rumah dan beberapa untuk komersial dan industri. Thermostat tegangan rendah dapat digunakan untuk mengoperasikan pemanas, pendingin, fan otomatis, fan manual, pemindah otomatis dari pemanas ke pendingin. Perbedaan tegangan thermostat dan thermostat tegangan rendah yaitu pada ukuran bimetal. Pada tegangan thermostat lebih banyak memerlukan tekanan untuk membuka dan menutup kontak dan itu membutuhkan bimetal yang besar. Thermostat tegangan rendah lebih akurat, murah, diagram pengawatan lebih kecil dibanding dengan tegangan thermostat.

JOB SHEET

PRAKTEK KELISTRIKAN PENDINGIN

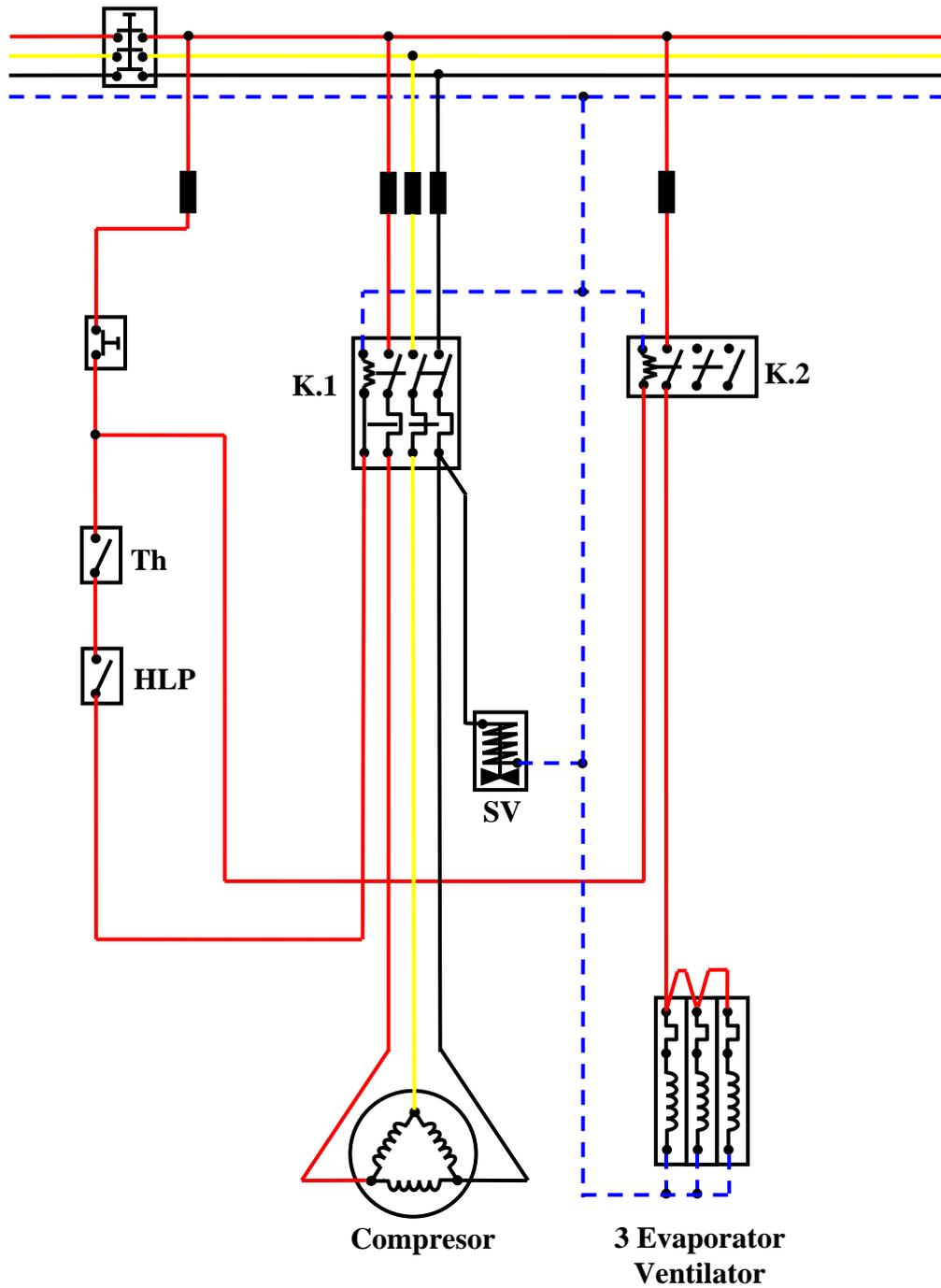
Job No 1	Simple Air Conditioning System
--------------------	---------------------------------------

Rangkaian utama :

- / Kompresor dihubungkan dengan arus 3 phasa dan tiap phasa menggunakan sekering.
- / 3 kipas evaporator dengan 1 phasa dihubungkan terpisah dan menggunakan sekering.
- / Kompresor dan kipas evaporator dihubungkan dengan masa.

Rangkaian kontrol :

- / Segera setelah saklar tangan di hubungkan, kipas evaporator bekerja untuk men-sirkulasikan udara dan tetap bekerja walaupun kompresor tidak bekerja.
- / Jika thermostat, presostat dan bimetal relai menutup, kompresor akan bekerja.
- / Prosesostat pada diagram ini berfungsi sebagai High atau Low security presostat.
- / Katup magnetik (solenoid valve) membuka jika kompresor bekerja.
- / Sirkuit kontrol dihubungkan dengan arus 1 phasa.



**RANGKAIAN SISTEM SIMPLE AIR
CONDITIONING SYSTEM**

RTU JPTM FPTK UPI

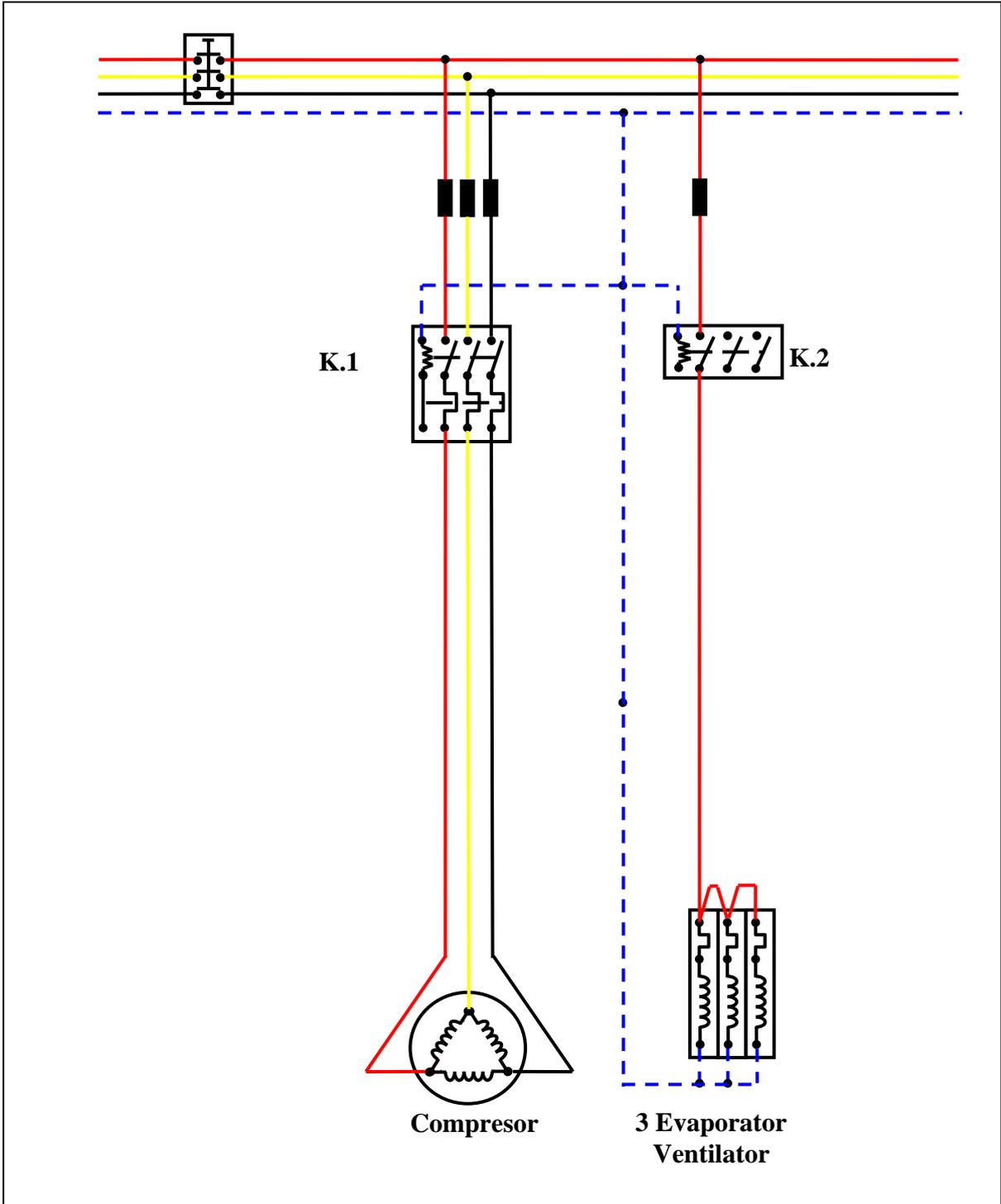
Digambar

Diperiksa

Visa

Dilihat

Job No. 1



**RANGKAIAN UTAMA SIMPLE AIR
CONDITIONING SYSTEM**

Digambar

Diperiksa

Visa

Dilihat

RTU JPTM FPTK UPI

Job No. 1

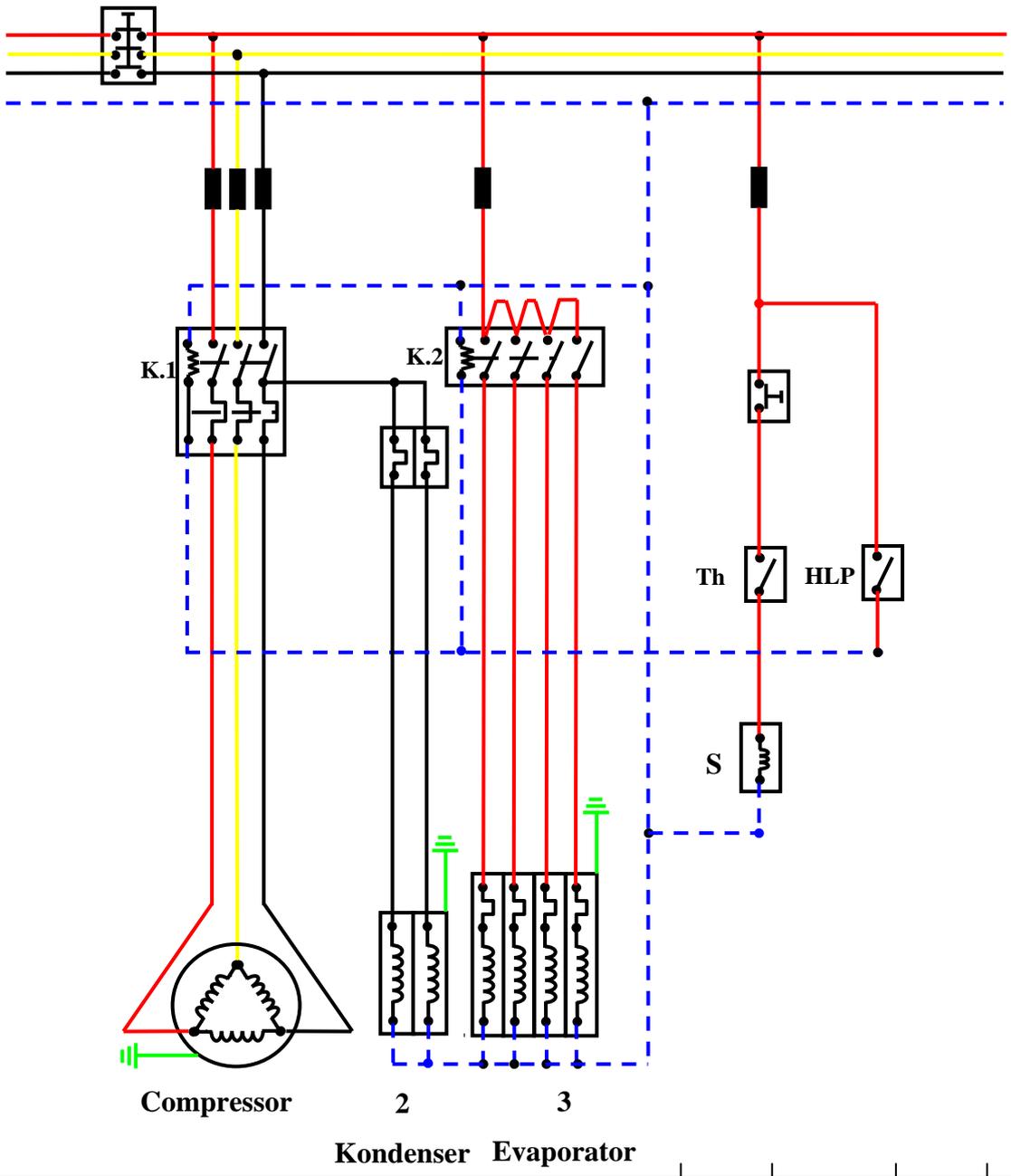
Job No 2	Simple Air Conditioning System With Pump Down Control
--------------------	--

Rangkaian utama :

- Kompresor dihubungkan dengan arus 3 phasa dengan sikring masing-masing.
- 2 kipas kondenser 1 phasa segera bekerja jika kontaktor dari kompresor menutup.
- 4 kipas evaporator 1 phasa dihubungkan dengan kontaktor secara terpisah dengan menggunakan sekring yang sama.
- Tiap motor menggunakan over load.

Rangkaian kontrol :

- Jika saklar dan thermostat terhubung, katup magnetik (solenoid valve) membuka sehingga tekanan pada sistem naik.
- Setelah tekanan tertentu dicapai, High Low Presostat (HLP) terhubung sehingga kontaktor dari kompresor dan kipas terhubung.
- Jika thermostat membuka atau saklar terputus, maka katup magnetik (SV) menutup aliran refrijeran dan kompresor tetap bekerja untuk menghisap refrijeran (pump down) sampai HLP memutuskan pada tekanan mendekati 0 atm dan kompresor berhenti bekerja.
- Low presostat pada sistem ini digunakan sebagai pump down control dan high presostat sebagai pengaman.
- Pada waktu kompresor berhenti kipas pun ikut berhenti sehingga tidak ada sirkulasi udara. Jika udara harus tetap disirkulasikan maka phasa rangkaian kontrol harus dihubungkan setelah saklar tangan langsung ke kontaktor dari kipas.

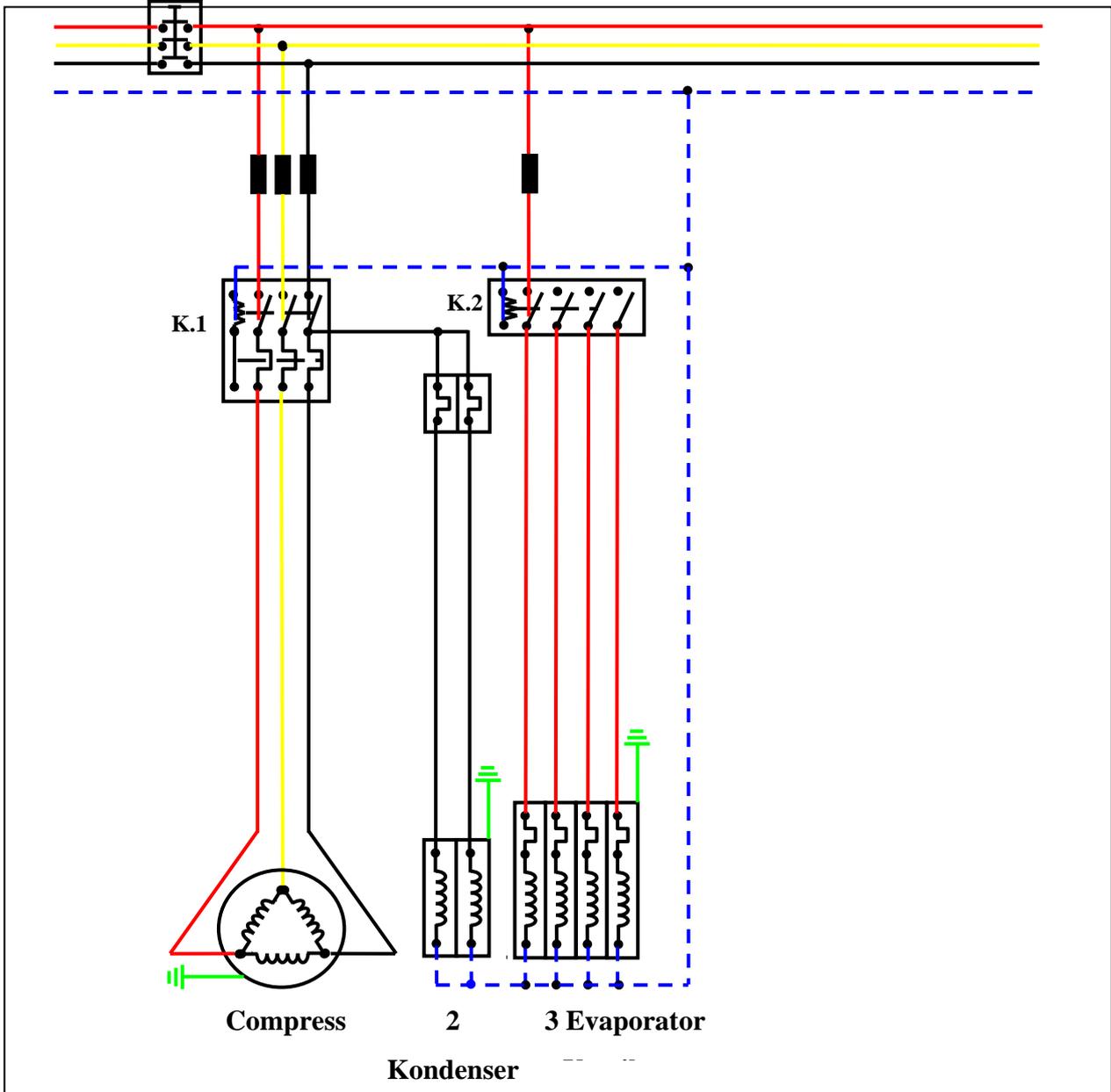


RANGKAIAN SYSTEM SIMPLE AC SYSTEM WITH PUMP DOWN CONTROL

Digambar		
Diperiksa		
Visa		
Dilihat		

RTU JPTM FPTK UPI

Job No. 2

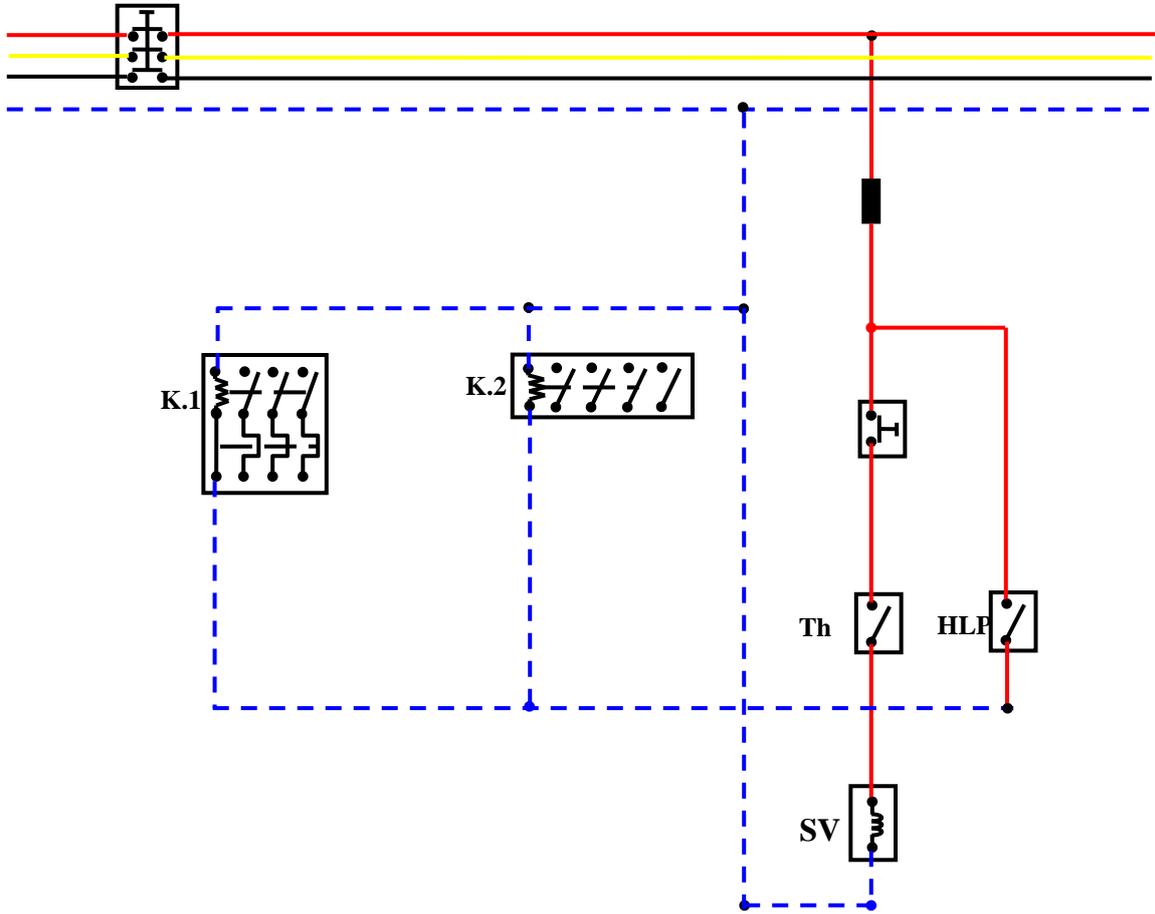


*RANGKAIAN UTAMA SIMPLE AC SYSTEM
WITH PUMP DOWN CONTROL*

<i>Dicambar</i>		
<i>Diperiksa</i>		
<i>Visa</i>		
<i>Dilihat</i>		

RTU JPTM FPTK UPI

Job No.2



*RANGKAIAN KONTROL SIMPLE AC SYSTEM
WITH PUMP DOMN CONTROL*

Digambar		
Diperiksa		
Visa		
Dilihat		

RTU JPTM FPTK UPI

Job. No.2

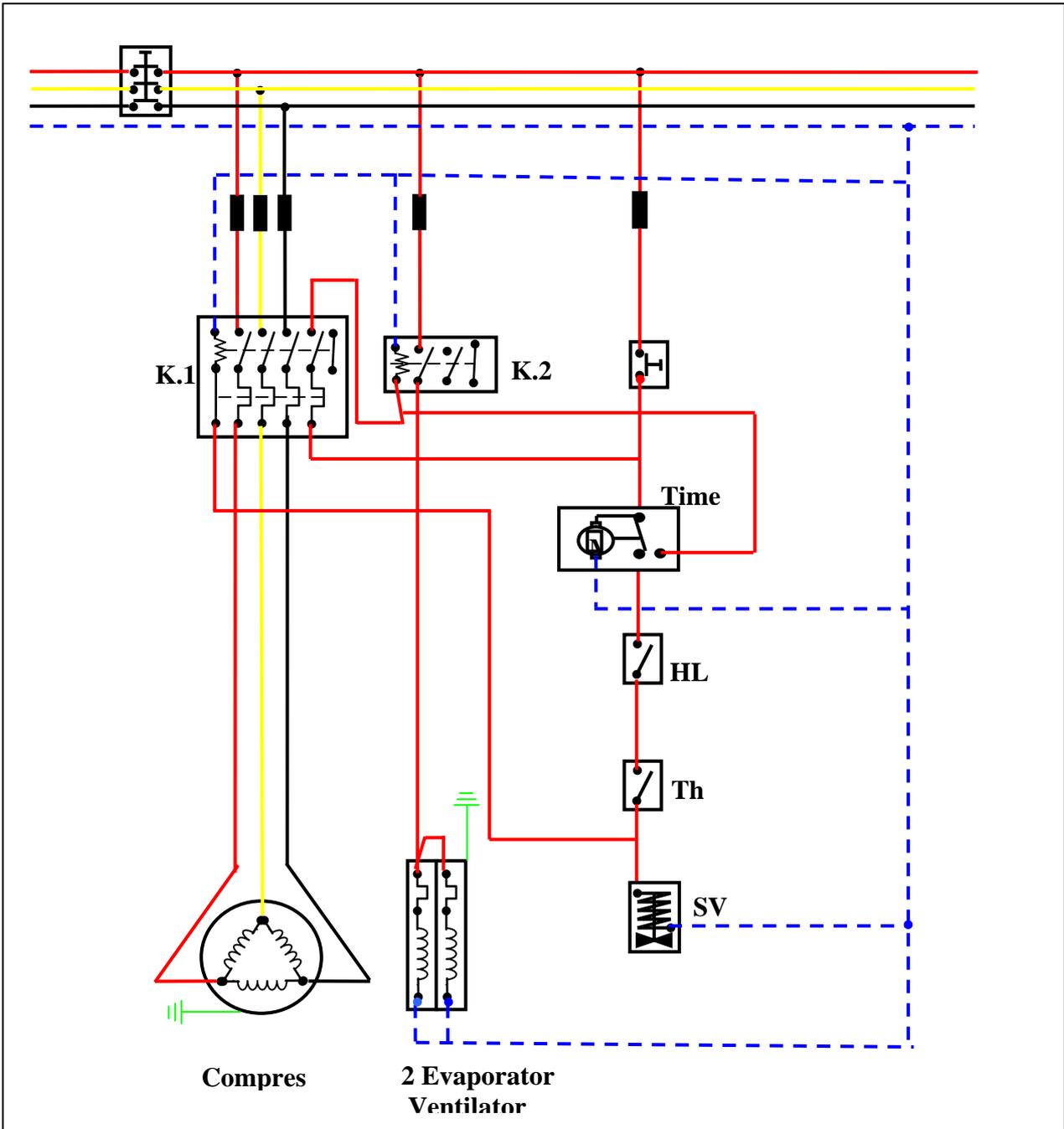
Job No 3	Refrigeration System Defrosted by Ventilators
--------------------	--

Rangkaian utama :

- / Rangkaian ini digunakan untuk ruang pendingin lebih dari $+4^{\circ}\text{C}$ dengan pencairan bunga es oleh kipas dan security pressostat.
- / Kompresor dihubungkan dengan arus 3 fasa dan kipas dengan satu fasa menggunakan sekring terpisah.

Rangkaian kontrol :

- / Pencairan es pada evaporator ruang pendingin ditentukan oleh timer dengan menggunakan kipas. Selama waktu pencairan, timer akan menghentikan kompresor, tetapi kipas tetap bekerja sehingga udara diruangan yang bertemperatur $+4^{\circ}\text{C}$ itu bersirkulasi melalui evaporator dan mencairkan bunga es yang terdapat pada evaporator. Pencairan bunga es dapat diset menurut penggunaan ruang 2–4 kali perhari selama 20-30 menit.
- / Selama waktu pendinginan arus mengalir pada saluran kontrol melalui kontak pembantu pada kontaktor kompresor, sehingga kipas hanya dapat bekerja bila kompresor bekerja.
- / Selama periode pencairan bunga es, arus mengalir melalui saluran kontrol terpisah ke kontaktor kipas.
- / Bila timer, presostat dan thermostat terhubung, katup magnetik (SV) membuka dan jika bimetal juga terhubung kontaktor kompresor bekerja.

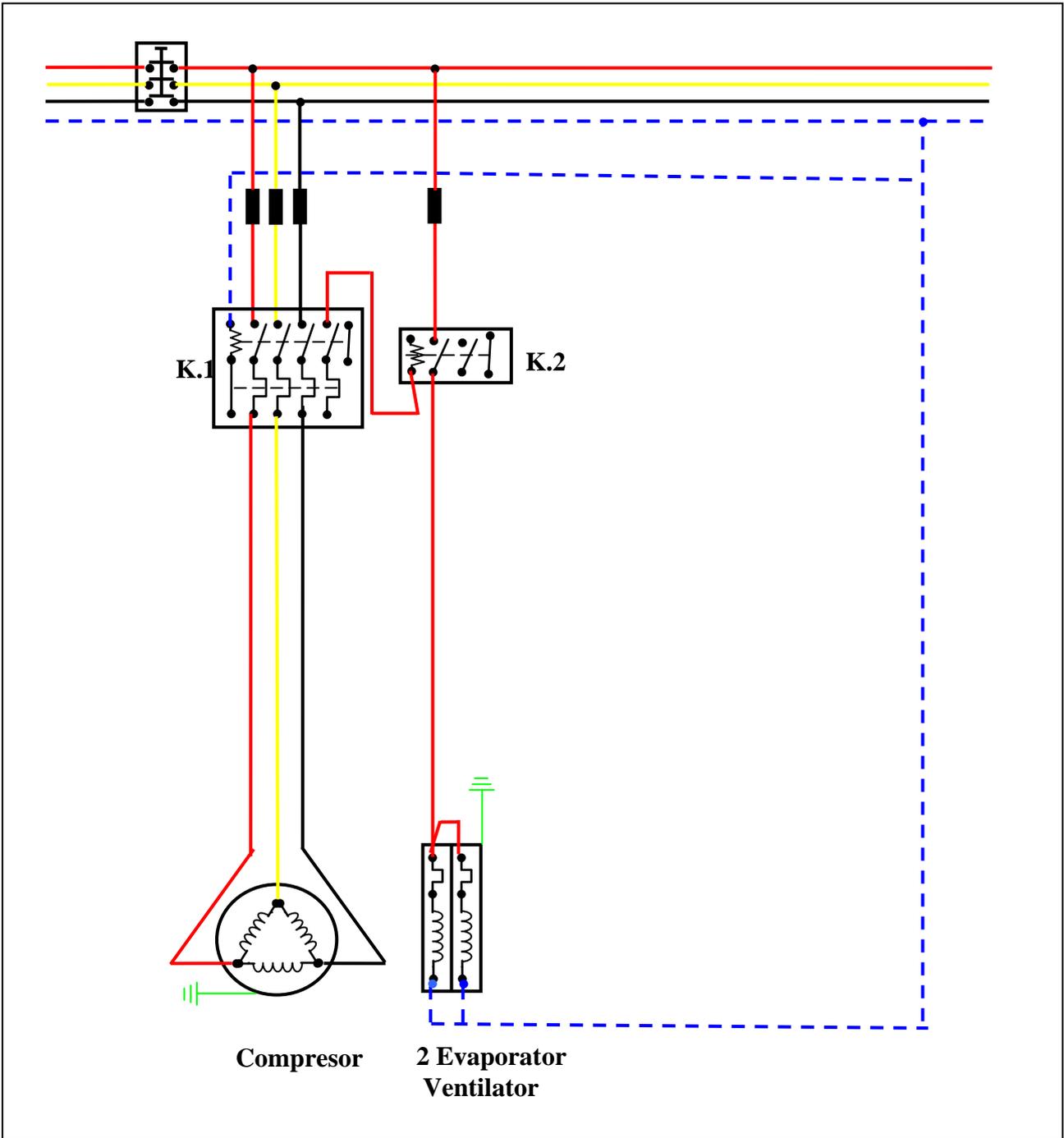


**RANGKAIAN SYSTEM REFRIGERATION SYSTEM
DEFROSTED BY VENTILATOR**

Digamb		
Diperiks		
Visa		
Dilihat		

RTU JPTM FPTK UPI

Job No.4



Compresor

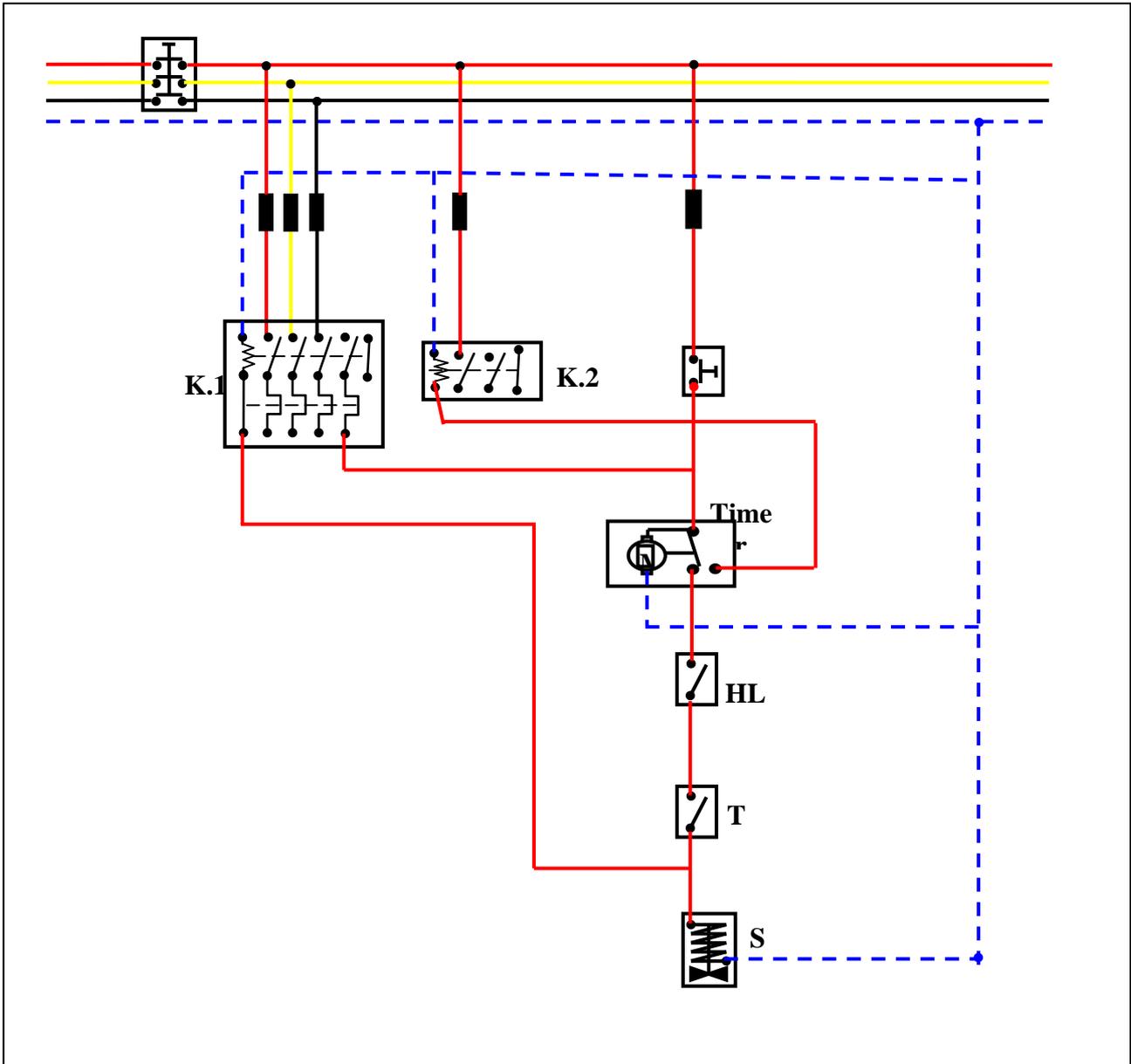
2 Evaporator
Ventilator

**RANGKAIAN UTAMA REFRIGERATION SYSTEM
DEFROSTED BY VENTILATOR**

Digamb		
Diperiks		
Visa		
Dilihat		

RTU JPTM FPTK UPI

Job No.3



**RANGKAIAN KONTROL REFRIGERATION
SYSTEM DEFROSTED BY VENTILATOR**

<i>Digamb</i>		
<i>Diperiks</i>		
<i>Visa</i>		
<i>Dilihat</i>		

RTU JPTM FPTK UPI

Job No.3

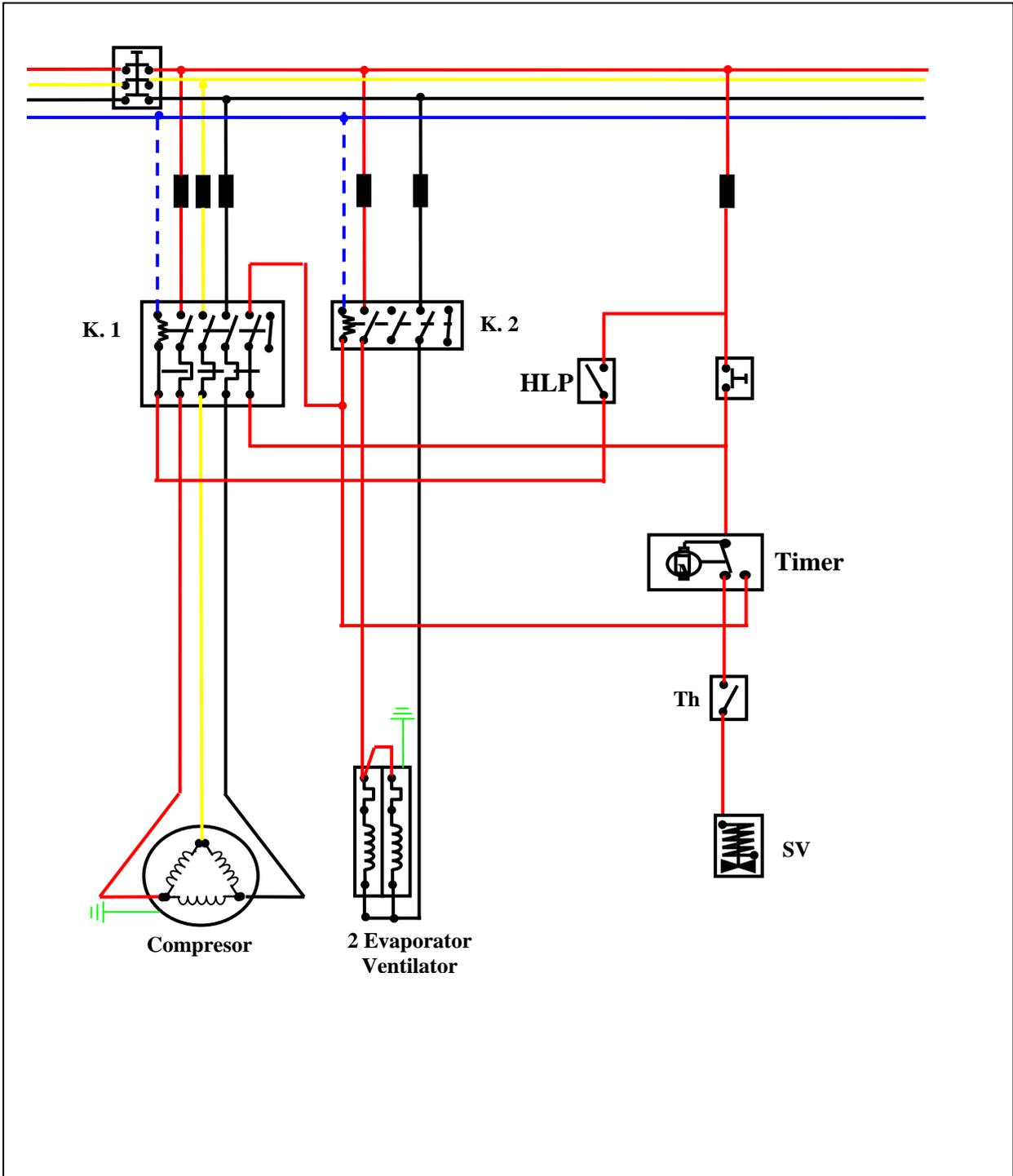
Job No 4	Refrigeration System Defrosted by Ventilators and Pump Down Control
--------------------	--

Rangkaian utama :

- / Rangkaian ini digunakan untuk ruang pendingin lebih dari $+4^{\circ}\text{C}$ dengan pencairan bunga es oleh kipas dan pump down control.
- / Kompresor dihubungkan dengan arus 3 fasa dan kipas dengan 2 (dua) fasa menggunakan sekring terpisah.

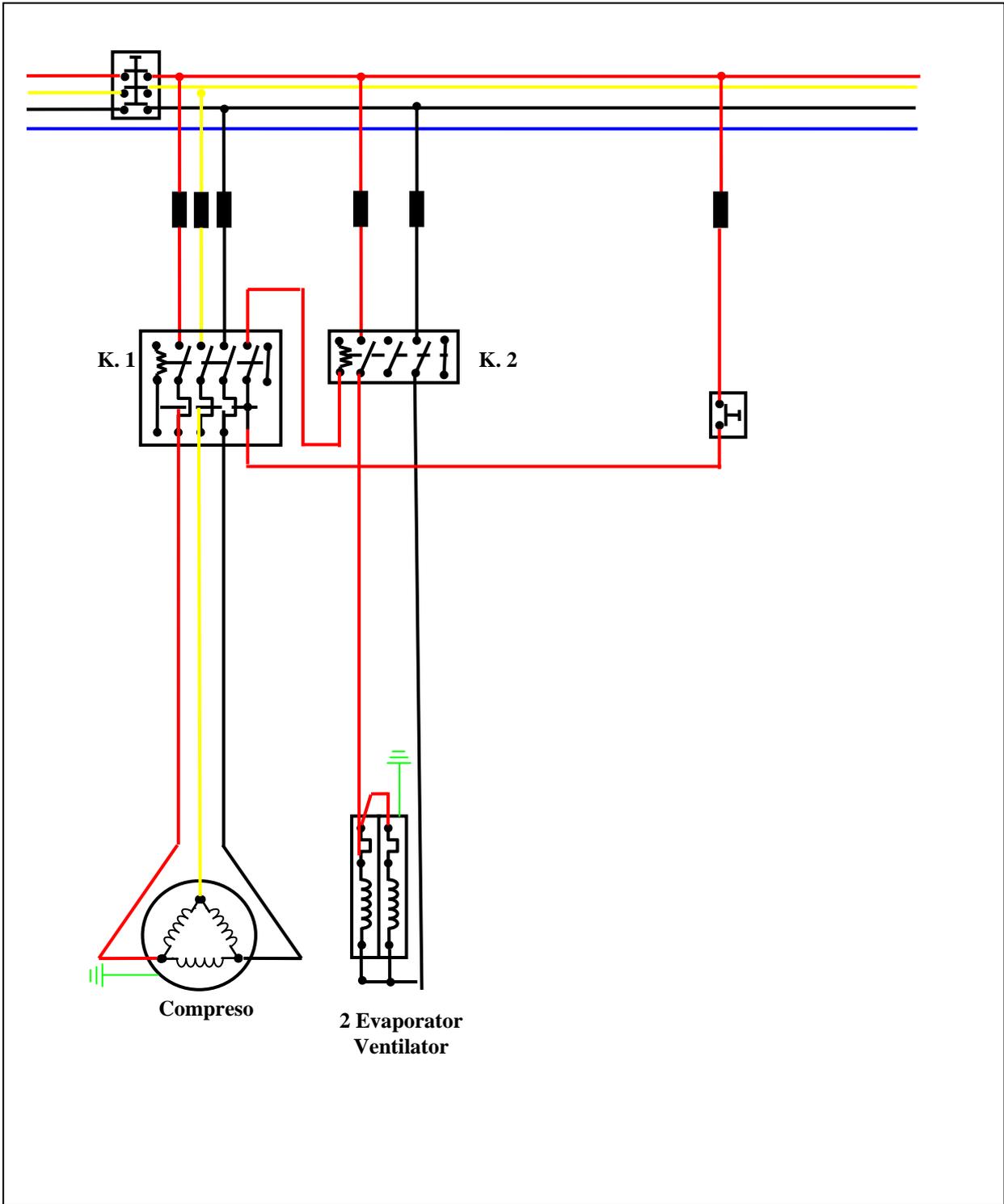
Rangkaian kontrol :

- / Pencairan es pada evaporator ruang pendingin ditentukan oleh timer dengan menggunakan kipas. Selama waktu pencairan, timer akan menghentikan kompresor, tetapi kipas tetap bekerja sehingga udara diruangan yang bertemperatur $+4^{\circ}\text{C}$ itu bersirkulasi melalui evaporator. Selain itu, kipas juga berfungsi untuk mencairkan bunga es yang terdapat pada evaporator. Pencairan bunga es dapat diset menurut penggunaan ruang 2-4 kali perhari selama 20-30 menit.
- / Selama waktu pendinginan arus mengalir pada saluran kontrol melalui kontak pembantu pada kontaktor kompresor, sehingga kipas hanya dapat bekerja bila kompresor bekerja.
- / Selama periode pencairan bunga es, arus mengalir melalui saluran kontrol terpisah ke kontaktor kipas.
- / Bila timer, presostat dan thermostat terhubung, katup magnetik (SV) membuka dan jika bimetal juga terhubung kontaktor kompresor bekerja.
- / Low Pressostat pada HLP berfungsi sebagai pump down control dan high pressostat berfungsi sebagai security.



**RANGKAIAN SISTEM REFRIGERATION SYSTEM DEFROSTED
BY VENTILATOR AND PUMP DOWN CONTROL**

Digambar		
Diperiksa		
Visa		
Dilihat		

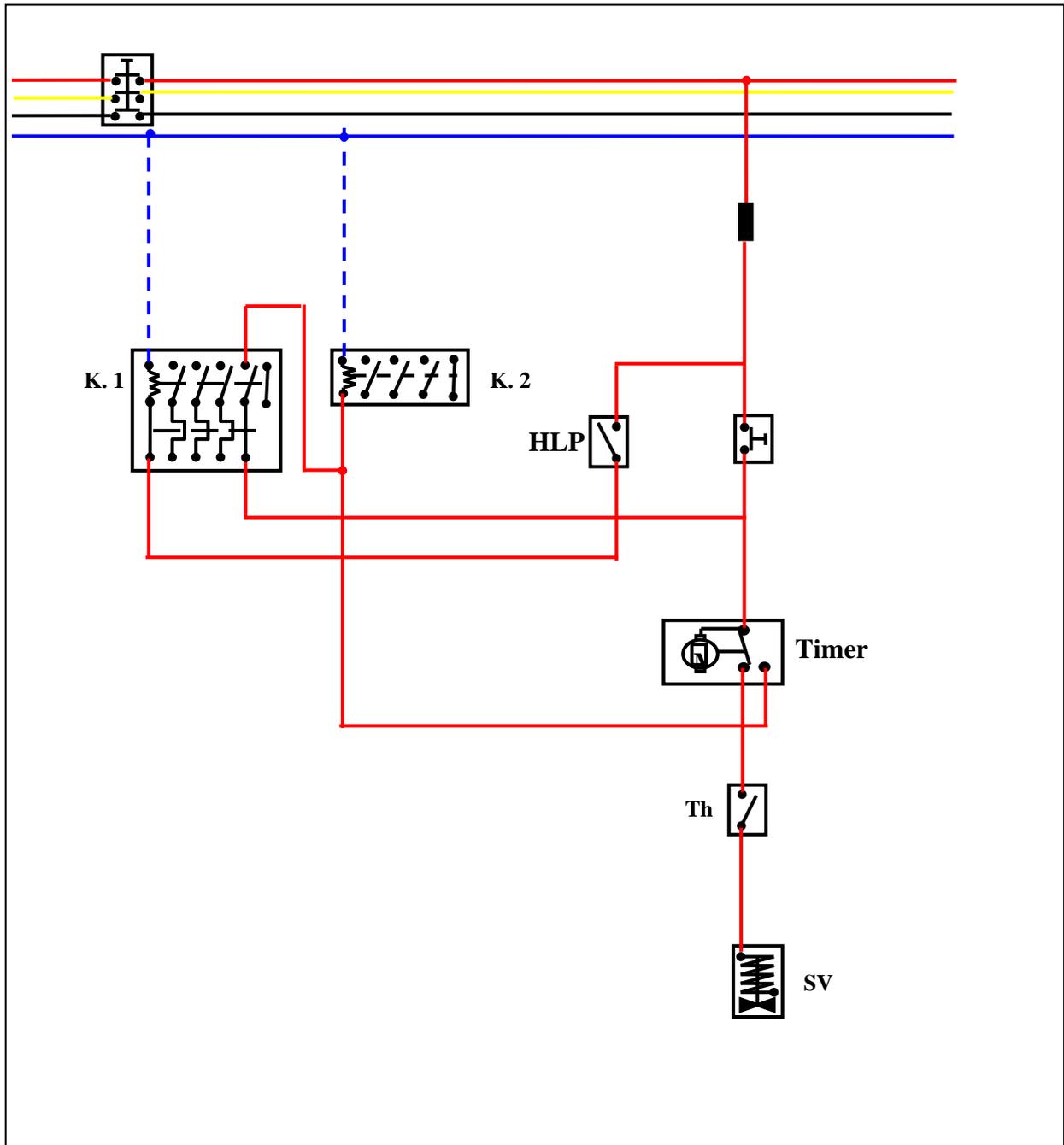


**RANGKAIAN UTAMA REFRIGERATION
SYSTEM DEFROSTED BY VENTILATOR AND
PUMP DOWN CONTROL**

Digambar		
Diperiksa		
Visa		
Dilihat		

RTU JPTM FPTK UPI

Job No. 4



RANGKAIAN KONTROL REFRIGERATION SYSTEM DEFROSTED BY VENTILATOR AND PUMP DOWN CONTROL	Digambar		
	Diperiksa		
	Visa		
	Dilihat		
RTU JPTM FPTK UPI	Job No. 4		

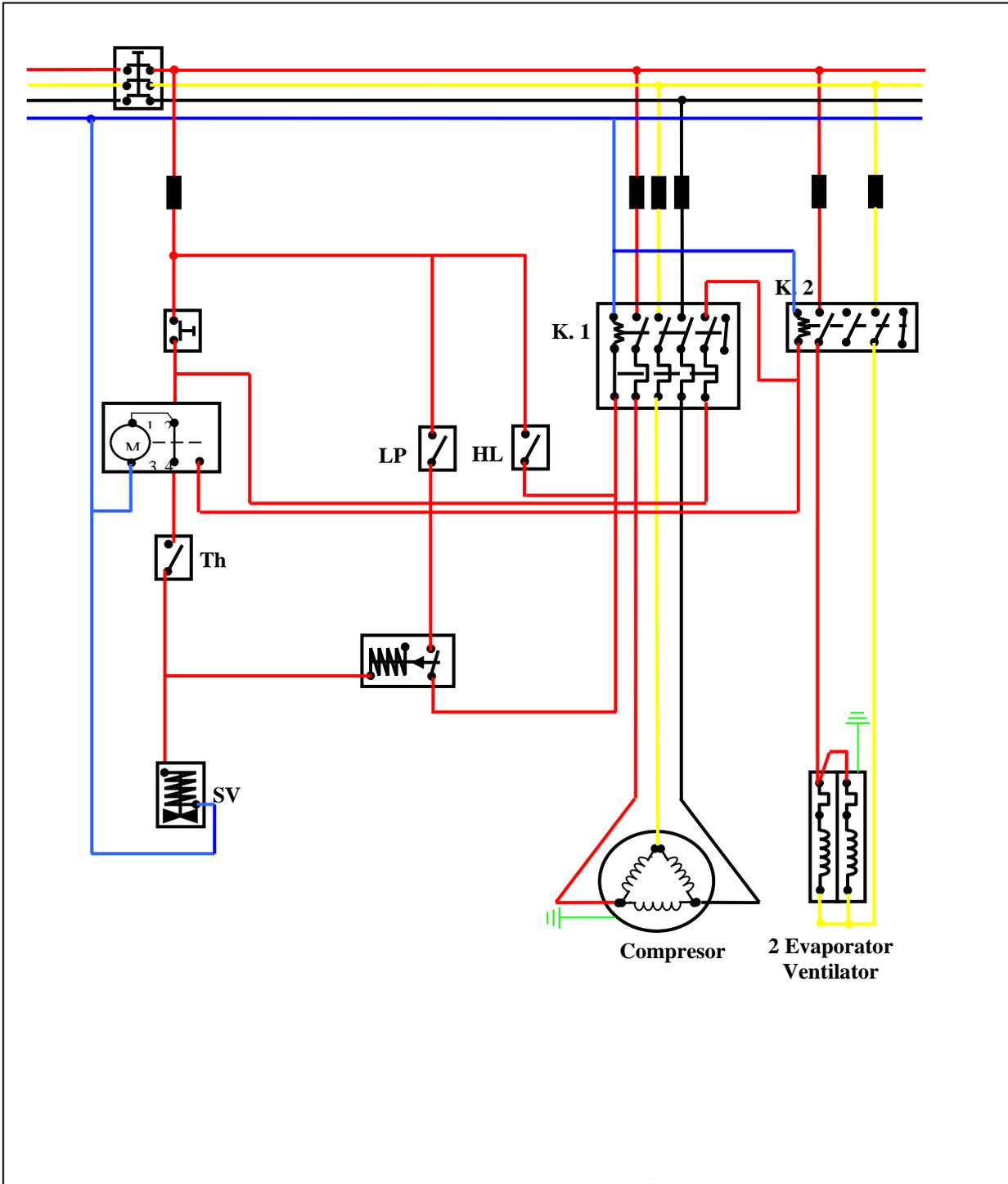
Job No 5	Refrigeration System Defrosted by Ventilators and Pump Down Control and Security Pressostat
---------------------------	--

Rangkaian utama :

- / Rangkaian ini digunakan untuk ruang pendingin lebih dari $+4^{\circ}\text{C}$ dengan pencairan bunga es oleh kipas, pump down control dan security pressostat.
- / Kompresor dihubungkan dengan arus 3 phasa dan kipas dengan 2 (dua) phasa menggunakan sekring terpisah.

Rangkaian kontrol :

- / Pencairan es pada evaporator ruang pendingin ditentukan oleh timer dengan menggunakan kipas. Selama waktu pencairan, timer akan menghentikan kompresor, tetapi kipas tetap bekerja sehingga udara diruangan yang bertemperatur $+4^{\circ}\text{C}$ itu bersirkulasi melalui evaporator. Selain itu, kipas juga berfungsi untuk mencairkan bunga es yang terdapat pada evaporator. Pencairan bunga es dapat diset menurut penggunaan ruang 2-4 kali perhari selama 20-30 menit.
- / Selama waktu pendinginan arus mengalir pada saluran kontrol melalui kontak pembantu pada kontaktor kompresor, sehingga kipas hanya dapat bekerja bila kompresor bekerja.
- / Selama periode pencairan bunga es, arus mengalir melalui saluran kontrol terpisah ke kontaktor kipas.
- / Bila timer, presostat dan thermostat terhubung, katup magnetik (SV) membuka dan jika bimetal juga terhubung kontaktor kompresor bekerja.
- / Low Pressostat pada HLP berfungsi sebagai pump down control dan high pressostat berfungsi sebagai security.

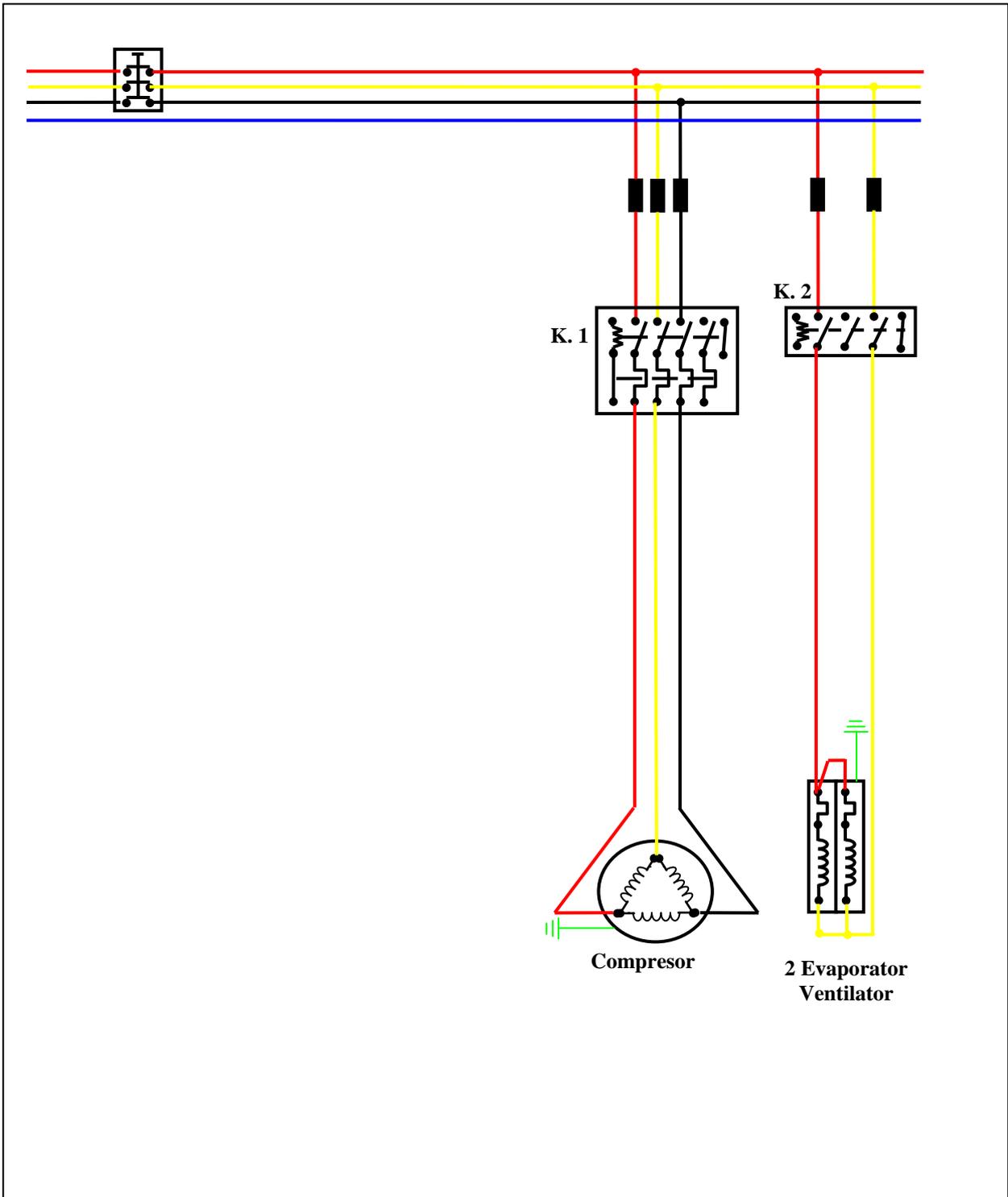


**REFRIGERATION SYSTEM DEFROSTED BY VENTILATOR, PUMP
DOWN CONTROL & SECURITY PRESSOSTAT**

Digamba		
Diperiks		
Dilihat		
Disetujui		

RTU JPTM FPTK UPI

Job No. 5

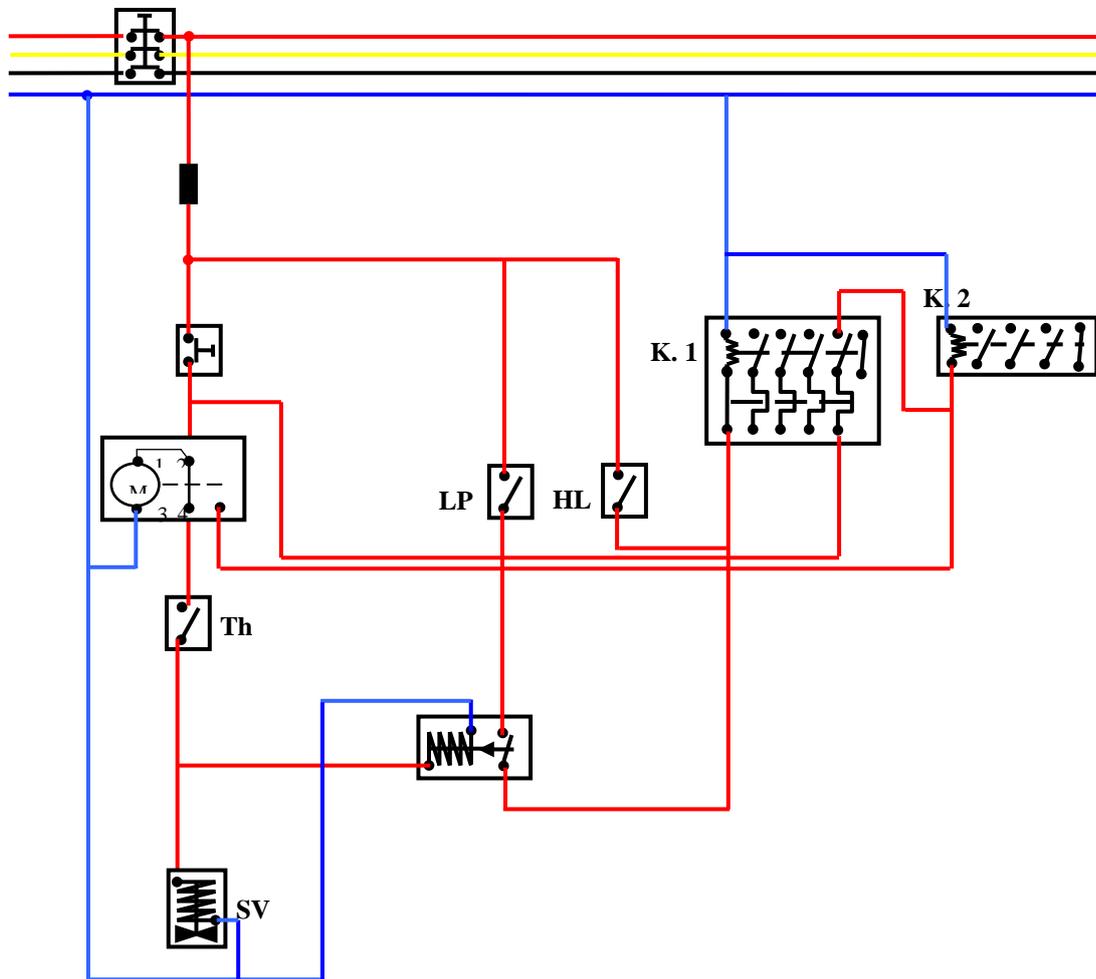


RANGKAIAN UTAMA REFRIGERATION SYSTEM DEFROSTED BY VENTILATOR, PUMP DOWN CONTROL & SECURITY PRESSOSTAT

Digambar		
Diperiksa		
Dilihat		
Disetujui		

RTU JPTM FPTK UPI

Job No.5b



**RANGKAIAN KONTROL REFRIGERATION SYSTEM
DEFROSTED BY VENTILATOR, PUMP DOWN
CONTROL & SECURITY PRESSOSTAT**

Digambar		
Diperiksa		
Dilihat		
Disetujui		

RTU JPTM FPTK UPI

Job No.5c

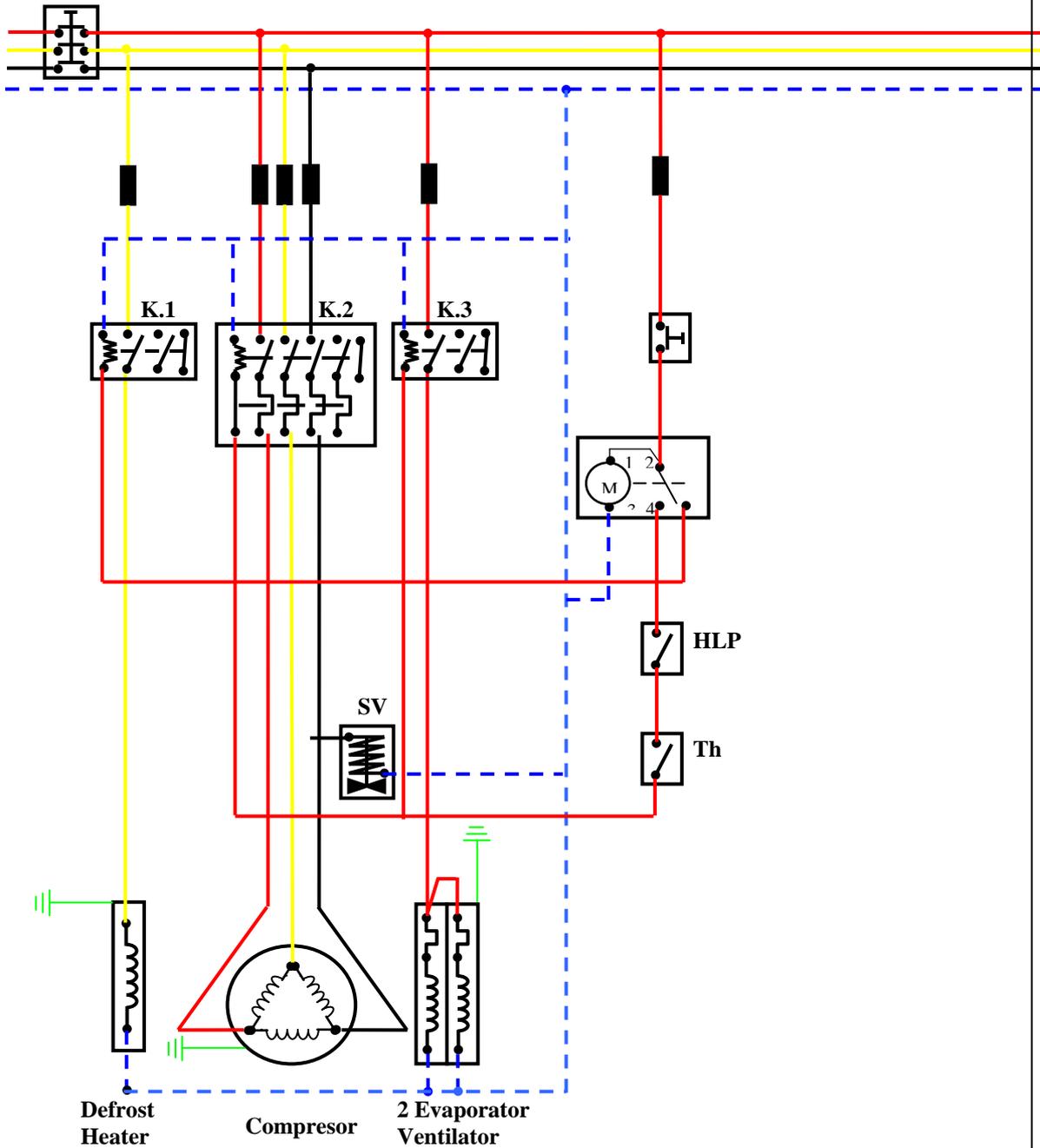
Job No 6	Refrigeration System With Electric Defrost
--------------------	---

Rangkaian utama :

- / Rangkaian ini digunakan untuk ruang pendingin -5°C sampai $+10^{\circ}\text{C}$ dengan pencairan bunga es oleh electric defrost dan security pressostat.
- / Pemanas listrik 1 phasa untuk mencairkan bunga es pada evaporator, kompresor 3 phasa, dan kipas 1 phasa dihubungkan dengan menggunakan sekering terpisah.
- / Katup magnetik (SV) dihubungkan dengan phasa utama dari kompresor.
- / Kipas motor didalamnya mempunyai saklar pengatur panas (over heating switch).

Rangkaian kontrol :

- / Pencairan bunga es pada evaporator ruang pendingin diatur oleh timer dengan menggunakan electric heater. Selama waktu pencairan bunga es, timer akan menghentikan kompresor dan kipas evaporator, hal ini agar mempercepat pencairan bunga es. Pencairan bunga es dapat diset (pada timer) sesuai dengan penggunaan ruang 2–4 kali perhari selama 10-20 menit.
- / Pressostat dalam hal ini digunakan sebagai HLP security pressostat.



*RANGKAIAN SISTEM REFRIGERATION
SYSTEM WITH ELECTRIC DEFROST*

Digambar

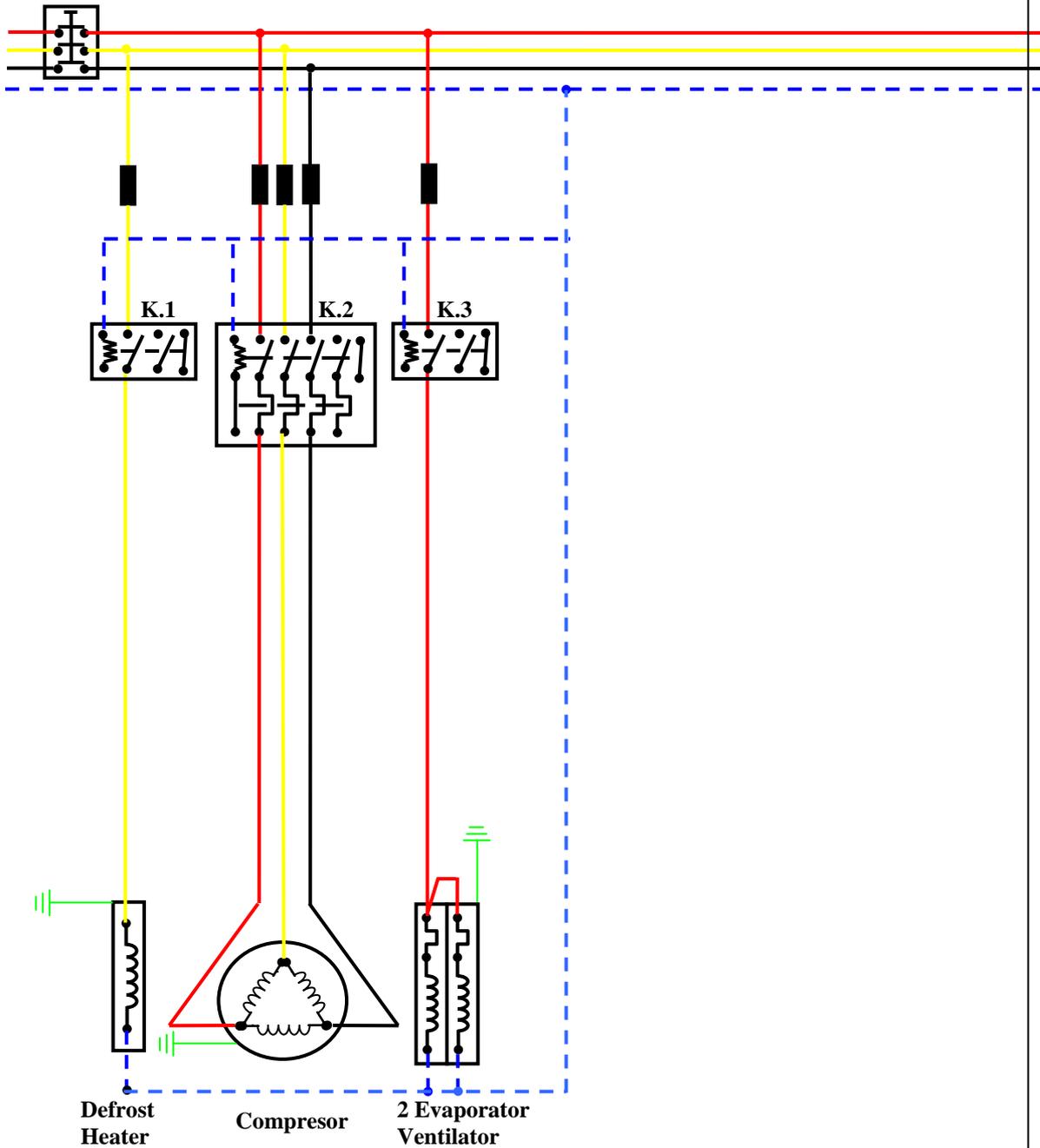
Dineriksa

Visa

Dilihat

RTU JPTM FPTK UPI

Job No.6



RANGKAIAN UTAMA

Digambar

Dineriksa

Visa

Dilihat

RTU JPTM FPTK UPI

Job No. 6

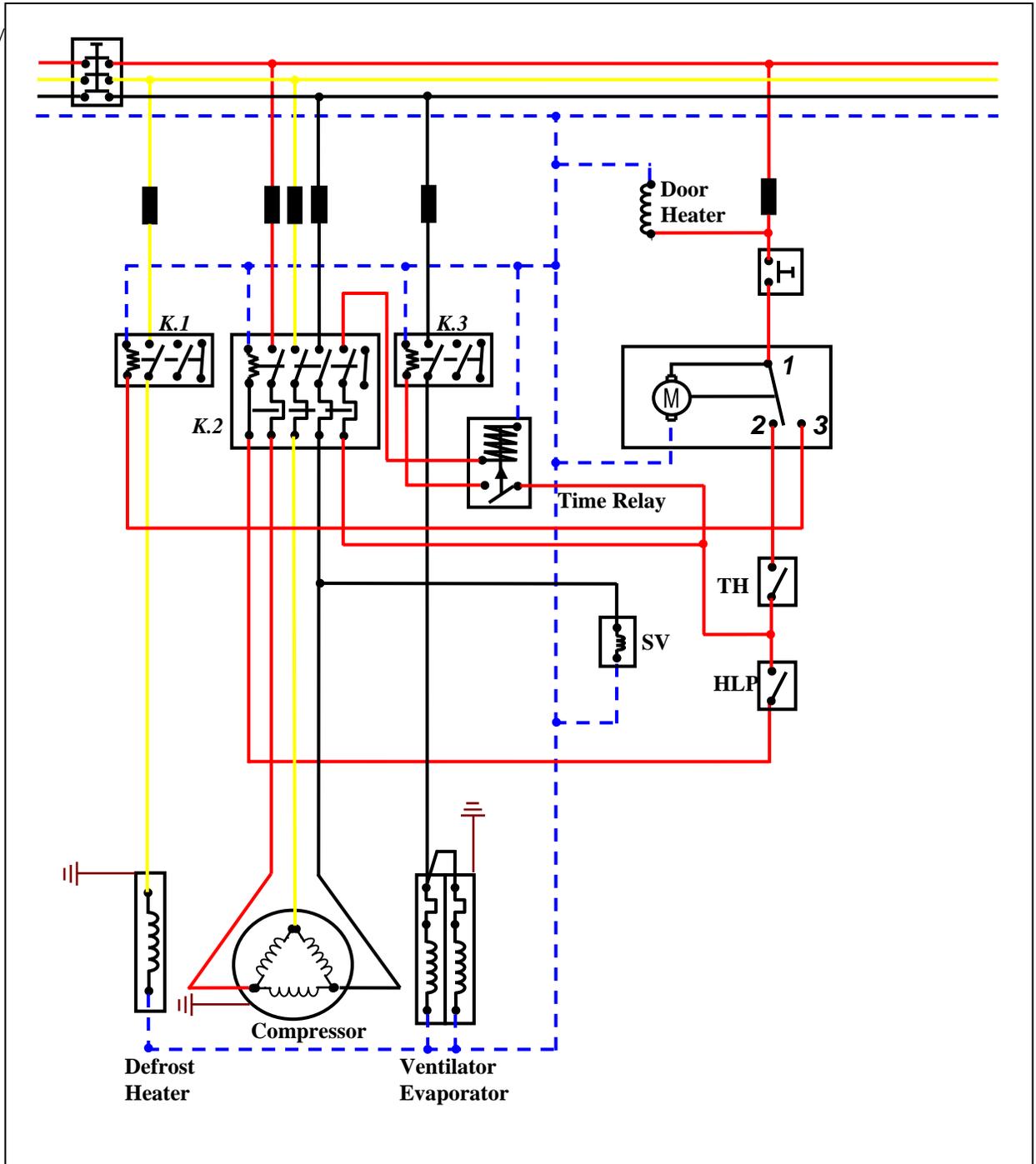
Job No 7	Refrigeration System with Electric Defrost, and Ventilator Start Delay
--------------------	---

Rangkaian utama :

- / Rangkaian ini digunakan untuk freezer room -25°C sampai -15°C dengan pencairan bunga es oleh electric heater, ventilator start delay dan security pressostat.
- / Pemanas listrik (defrost heater) 2 phasa untuk mencairkan bunga es pada evaporator, kompresor 3 phasa, dan kipas 2 phasa dihubungkan dengan menggunakan sekering terpisah.
- / Kipas motor didalamnya mempunyai saklar pengatur panas (over heating switch).

Rangkaian kontrol :

- / Door heater 2 phasa berfungsi untuk menjaga agar pintu tidak ikut membeku. Alat ini bekerja jika saklar tangan dan refrigeration system bekerja. Sistem ini biasanya digunakan untuk Freezer dengan temperatur -25°C sampai -15°C .
- / Pencairan bunga es pada evaporator ruang pendingin diatur oleh timer dengan menggunakan electric heater. Selama waktu pencairan bunga es, timer akan menghentikan kompresor dan kipas evaporator, hal ini agar mempercepat pencairan bunga es. Pencairan bunga es dapat diset (pada timer) sesuai dengan penggunaan ruang 2-4 kali perhari selama 10-20 menit.
- / Pressostat dalam hal ini digunakan sebagai HLP security pressostat.
- / Setiap kali setelah kompresor mulai bekerja (setelah defrost oleh heater), kipas bekerja setelah 5 menit yang diatur oleh Time Relai. Hal ini dilakukan karena setelah pencairan bunga es pada evaporator akan tertinggal tetesan air diantara celah celah evaporator yang akan dihembuskan/dipercikan oleh kipas keluar ruangan. Jika tidak tidak dikeluarkan oleh kipas maka sisa-sisa tetesan air tersebut akan membeku pada evaporator, pada saat kompresor mulai bekerja. Setelah 5 menit dan tetesan air keluar maka kipas mulai bekerja kembali.

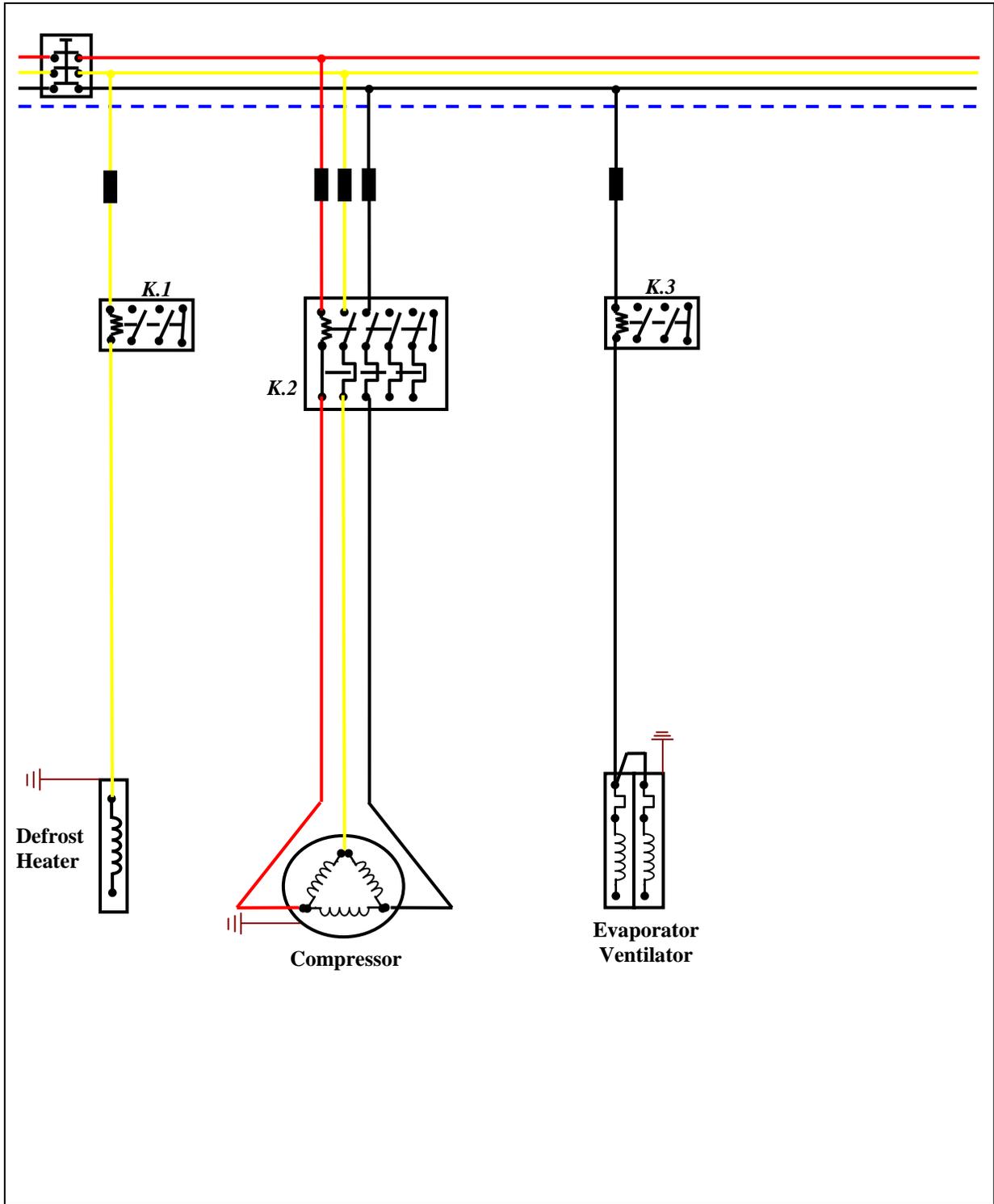


**RANGKAIAN SISTEM
REFRIGERATION SYSTEM WITH ELECTRIC
DEFROST AND VENTILATOR START DELAY**

Digambar		
Diperiksa		
Dilihat		
Visa		

RTU JPTM FPTK UPI

Job No.7

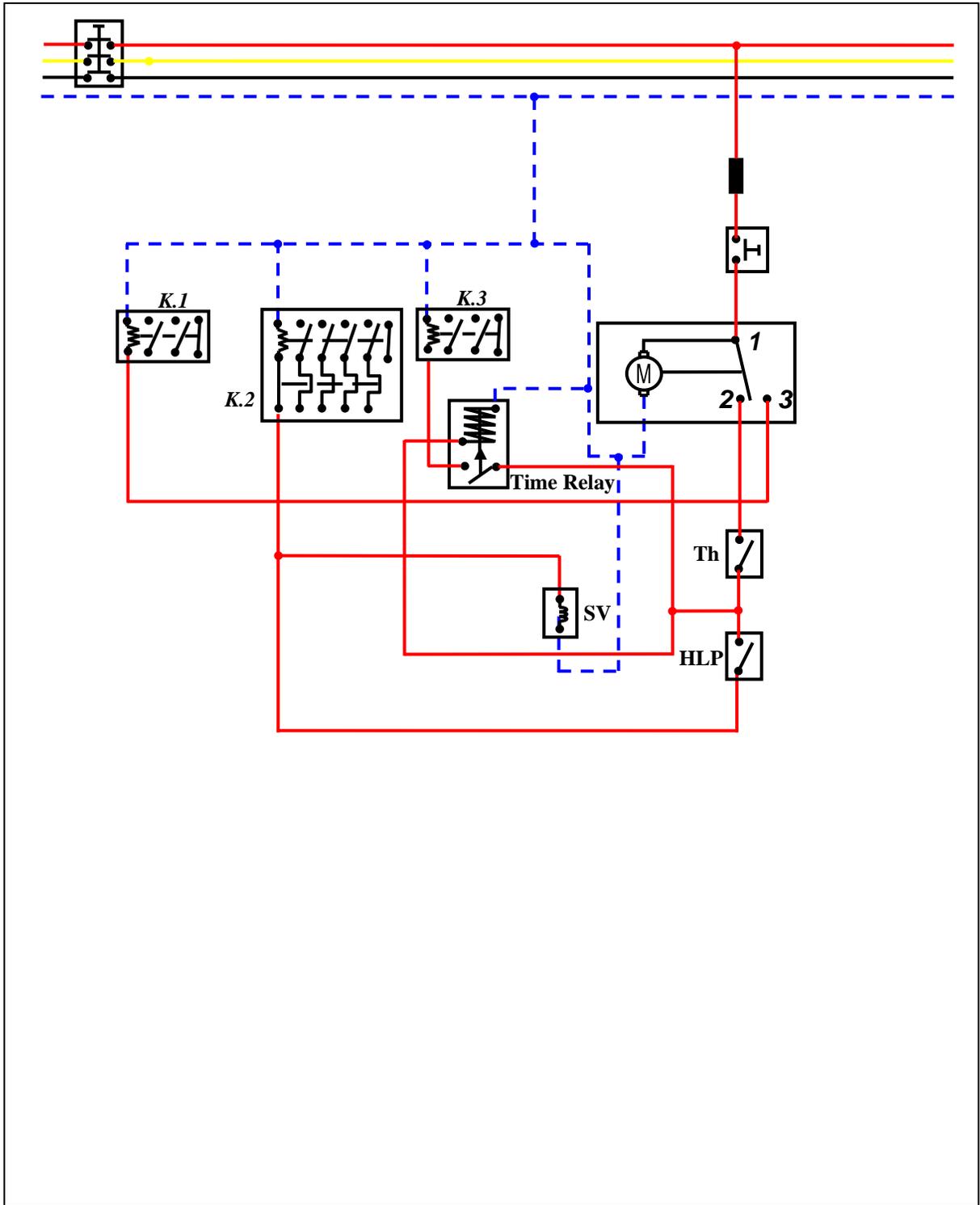


**RANGKAIAN UTAMA
REFRIGERATION SYSTEM WITH ELECTRIC
DEFROST AND VENTILATOR START DELAY**

Digambar		
Diperiksa		
Visa		
Dilihat		

RTU JPTM FPTK UPI

Job No.7b



**RANGKAIAN KONTROL
REFRIGERATION SYSTEM WITH ELECTRIC
DEFROST AND VENTILATOR START DELAY**

Digambar		
Diperiksa		
Visa		
Dilihat		

RTU JPTM FPTK UPI

Job No.7c

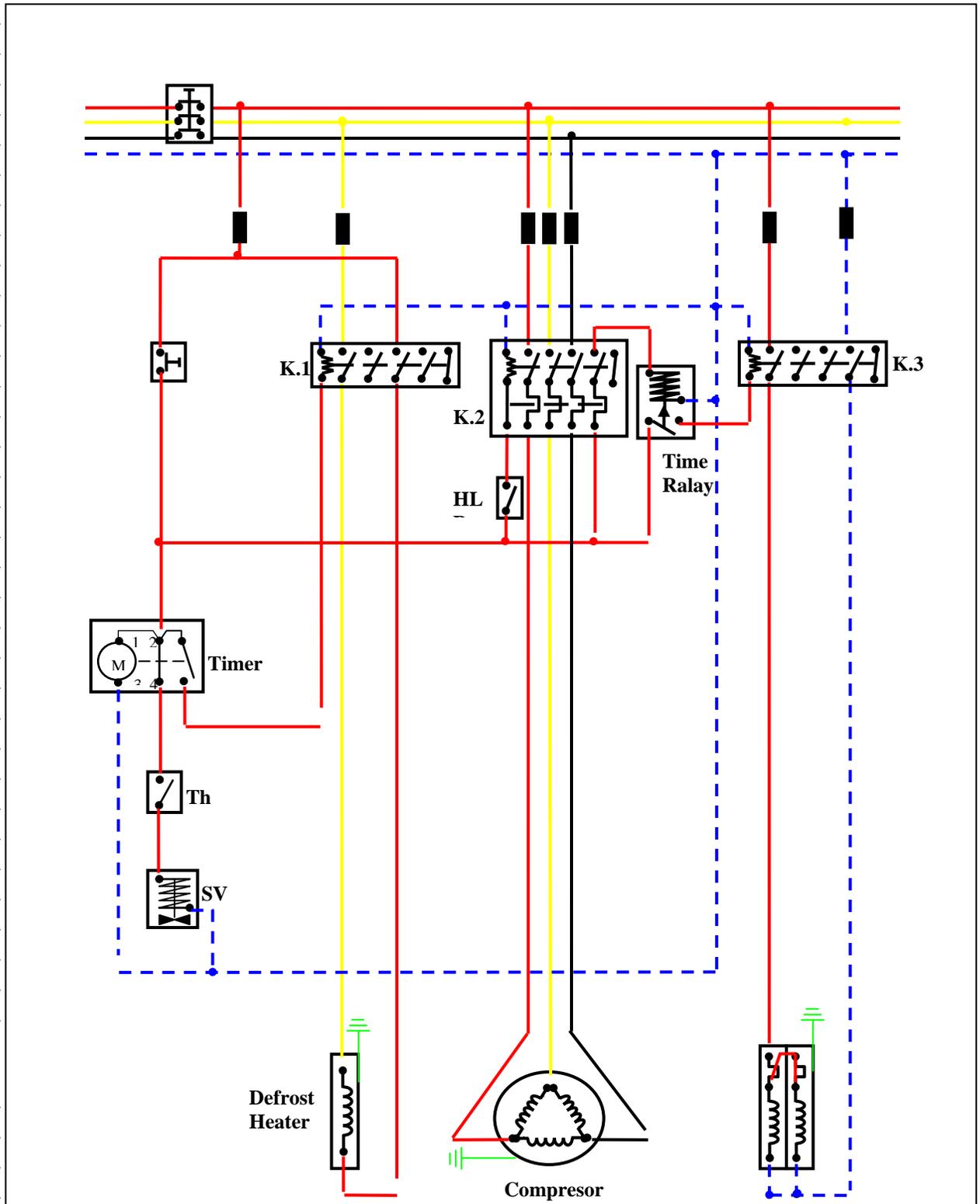
Job No 8	Refrigeration System with Pump Down Control, Electric Defrost, and Ventilator Start Delay
--------------------	--

Rangkaian utama :

- / Skema ini digunakan untuk ruang pendingin bertemperatur 0°C sampai $+10^{\circ}\text{C}$ dengan pencairan bunga es dengan pemanas listrik, pump down dan ventilator start delay.
- / Pemanas listrik (defrost heater) 2 fasa untuk mencairkan bunga es pada evaporator, kompresor 3 fasa, dan kipas 2 fasa dihubungkan dengan menggunakan sekring terpisah.
- / Kipas motor didalamnya mempunyai saklar pengatur panas (over heating switch).

Rangkaian kontrol :

- / Pencairan bunga es pada evaporator ruang pendingin diatur oleh timer dengan menggunakan electric heater. Selama waktu pencairan bunga es, timer akan menghentikan kompresor dan kipas evaporator, hal ini agar mempercepat pencairan bunga es. Pencairan bunga es dapat diset (pada timer) sesuai dengan penggunaan ruang 2-4 kali perhari selama 10-20 menit.
- / Low Pressostat dalam hal ini digunakan sebagai pump down control sedangkan High Pressostat sebagai security pressostat.
- / Setiap kali setelah kompresor mulai bekerja (setelah defrost oleh heater), kipas bekerja setelah 5 menit yang diatur oleh Time Relai. Hal ini dilakukan karena setelah pencairan bunga es pada evaporator akan tertinggal tetesan air diantara celah celah evaporator yang akan dihembuskan/dipercikan oleh kipas keluar ruangan. Jika tidak tidak dikeluarkan oleh kipas maka sisa-sisa tetesan air tersebut akan membeku pada evaporator, pada saat kompresor mulai bekerja. Setelah 5 menit dan tetesan air keluar maka kipas mulai bekerja kembali.
- / Tekanan pada evaporator dalam sistem pendingin ini minimum 1,5 atmosfer. Jika tekanan lebih rendah dari 1,5 at., maka refrijeran yang berbentuk gas didalam evaporator akan sedikit sehingga pump down tidak diperlukan.



REFRIGERATION SYSTEM WITH PUMP DOWN
CONTROL, ELECTRIC DEFROST AND VENTILATOR
START DELAY

Digambar

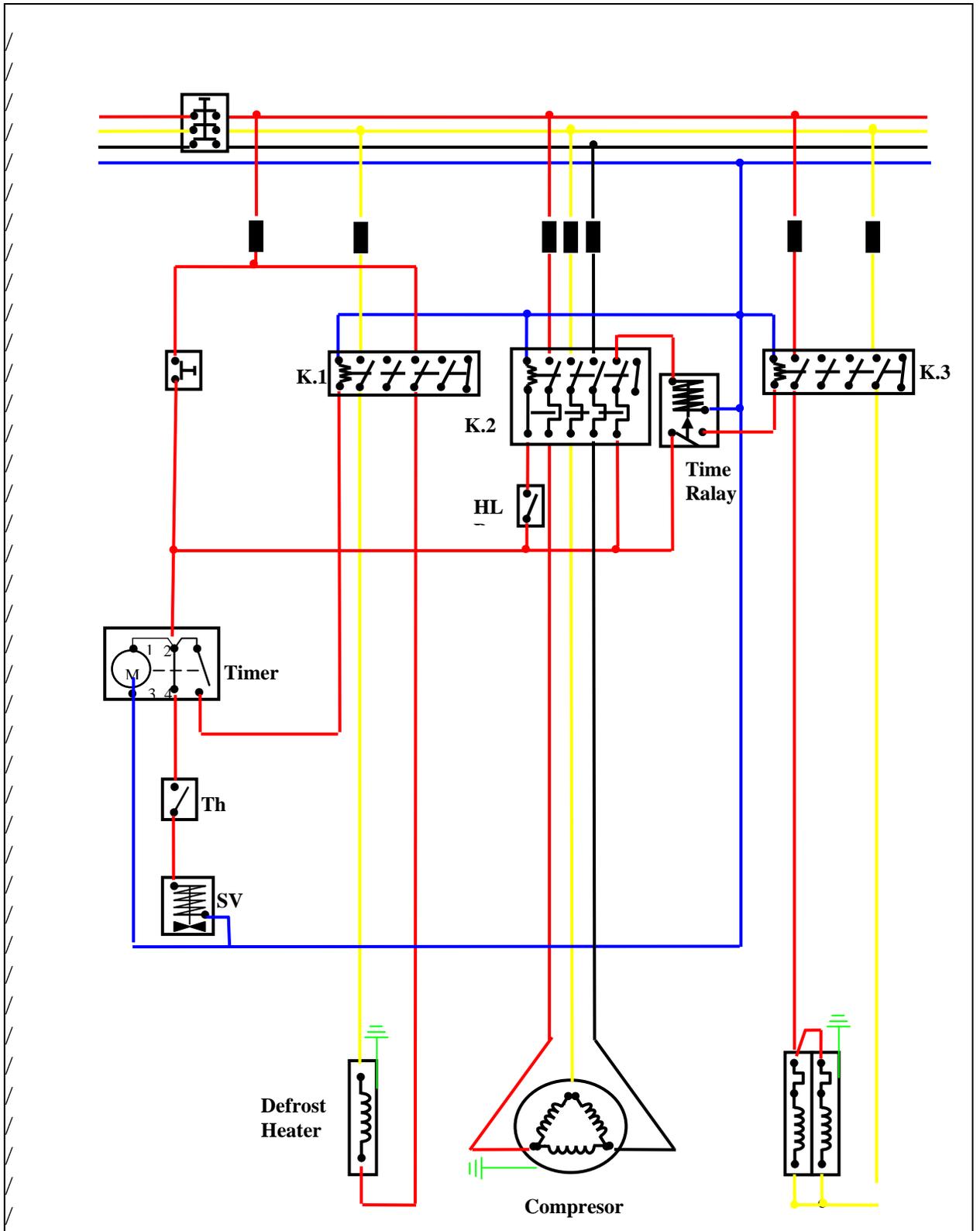
Diperiksa

Visa

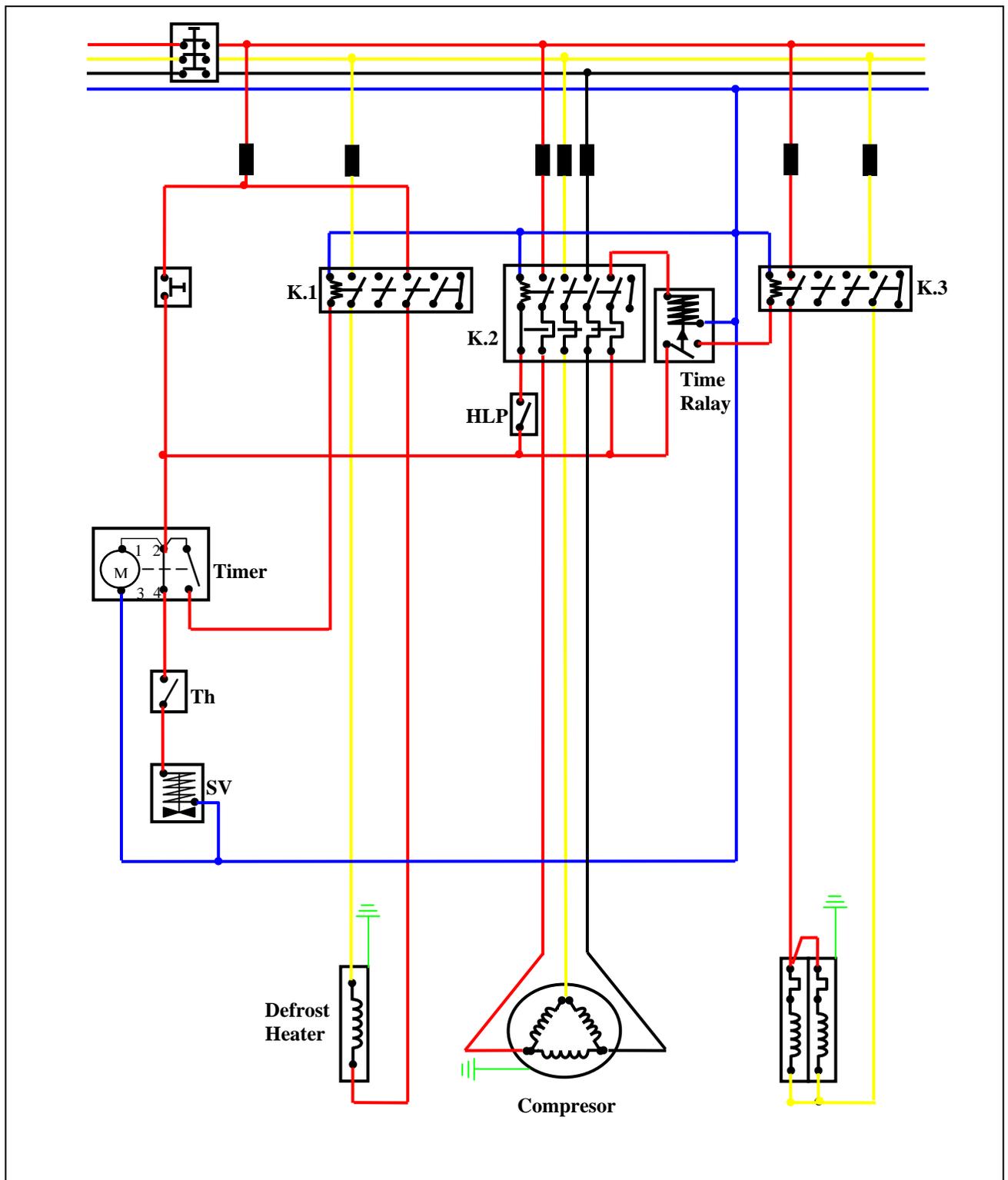
Dilihat

RTU JPTM FPTK UPI

Job No.8



<p>RANGKAIAN UTAMA REFRIGERATION SYSTEM WITH PUMP DOWN CONTROL, ELECTRIC DEFROST AND VENTILATOR START DELAY</p>	Digambar		
	Diperiksa		
	Visa		
	Dilihat		
<p>RTU JPTM FPTK UPI</p>		<p>Job No.8</p>	



RANGKAIAN KONTROL REFRIGERATION SYSTEM WITH PUMP DOWN CONTROL, ELECTRIC DEFROST AND VENTILATOR START DELAY

Digambar		
Diperiksa		
Visa		
Dilihat		

RTU JPTM FPTK UPI

Job No.8

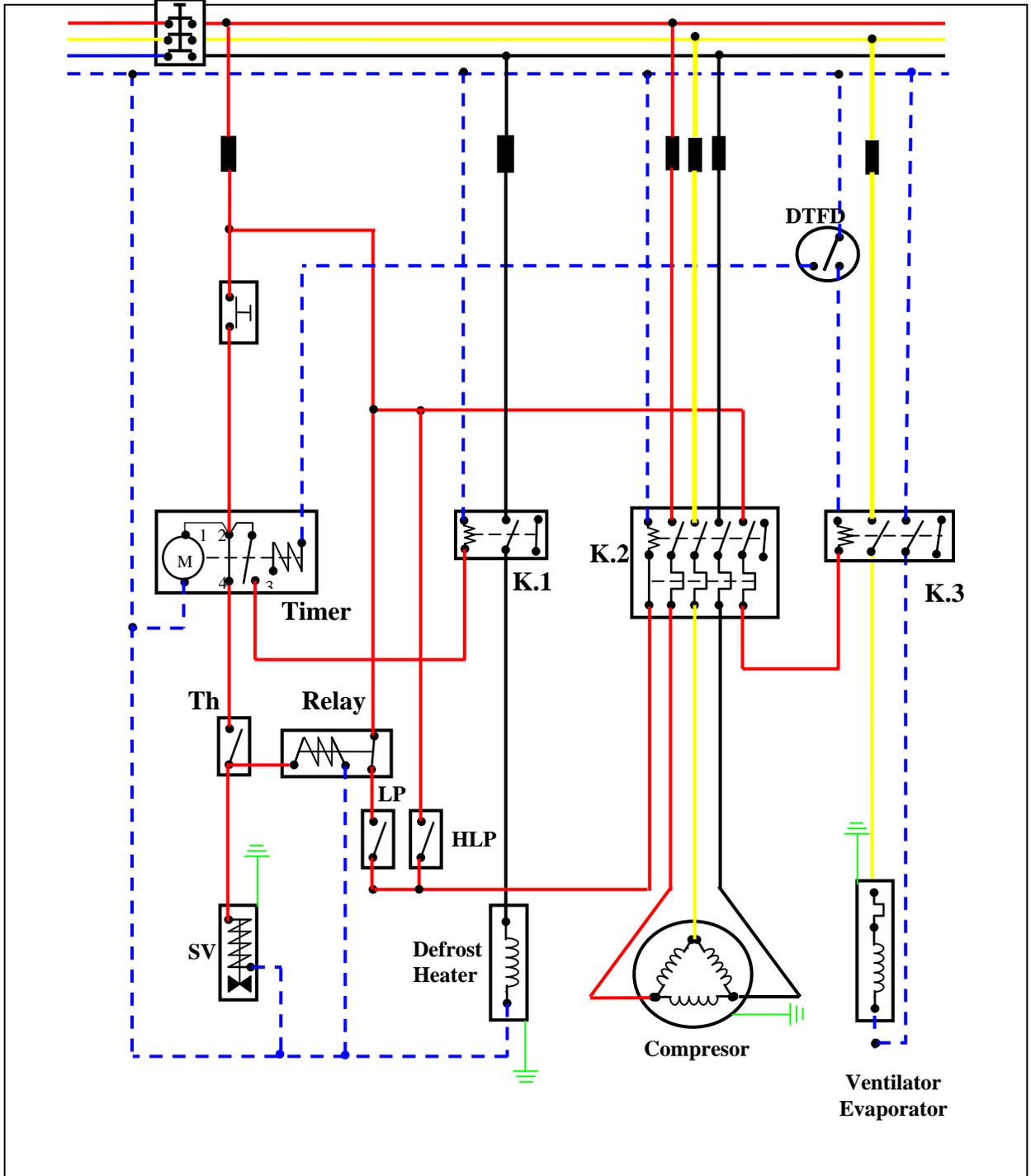
Job No 9	Refrigeration System with Pump Down Control, Electric Defrost, Security Pressostat and DTFD Thermostat
--------------------	---

Rangkaian utama :

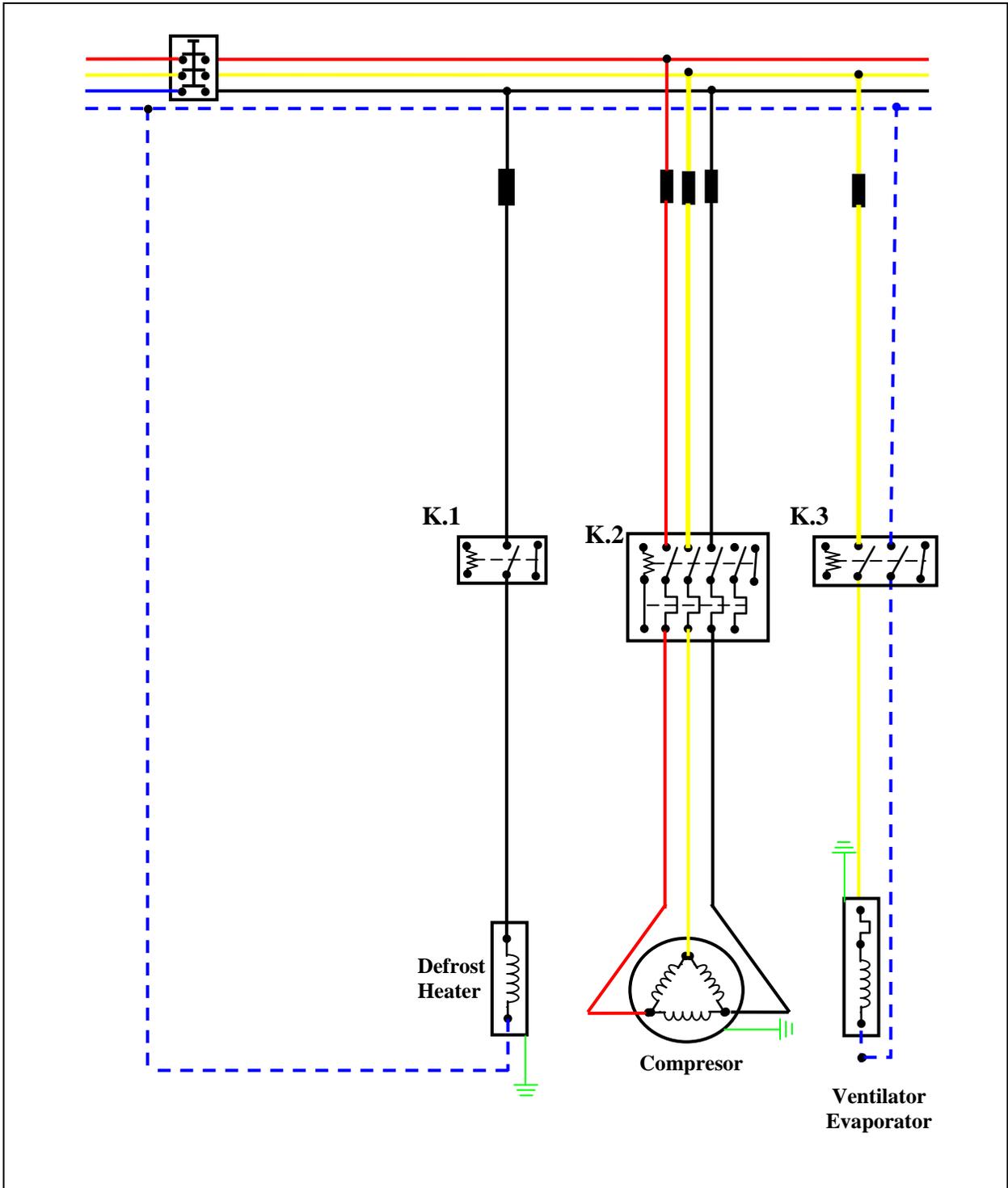
- / Skema ini digunakan untuk ruang pendingin bertemperatur 0°C sampai $+10^{\circ}\text{C}$ dengan pencairan bunga es dengan pemanas listrik, pump down control, security presostat dan Automatic Defrost Termination and Fan Delay.
- / Pemanas listrik (defrost heater) 2 phasa untuk mencairkan bunga es pada evaporator, kompresor 3 phasa, dan kipas 2 phasa dihubungkan dengan menggunakan sekring terpisah.
- / Kipas motor didalamnya mempunyai saklar pengatur panas (over heating switch).

Rangkaian kontrol :

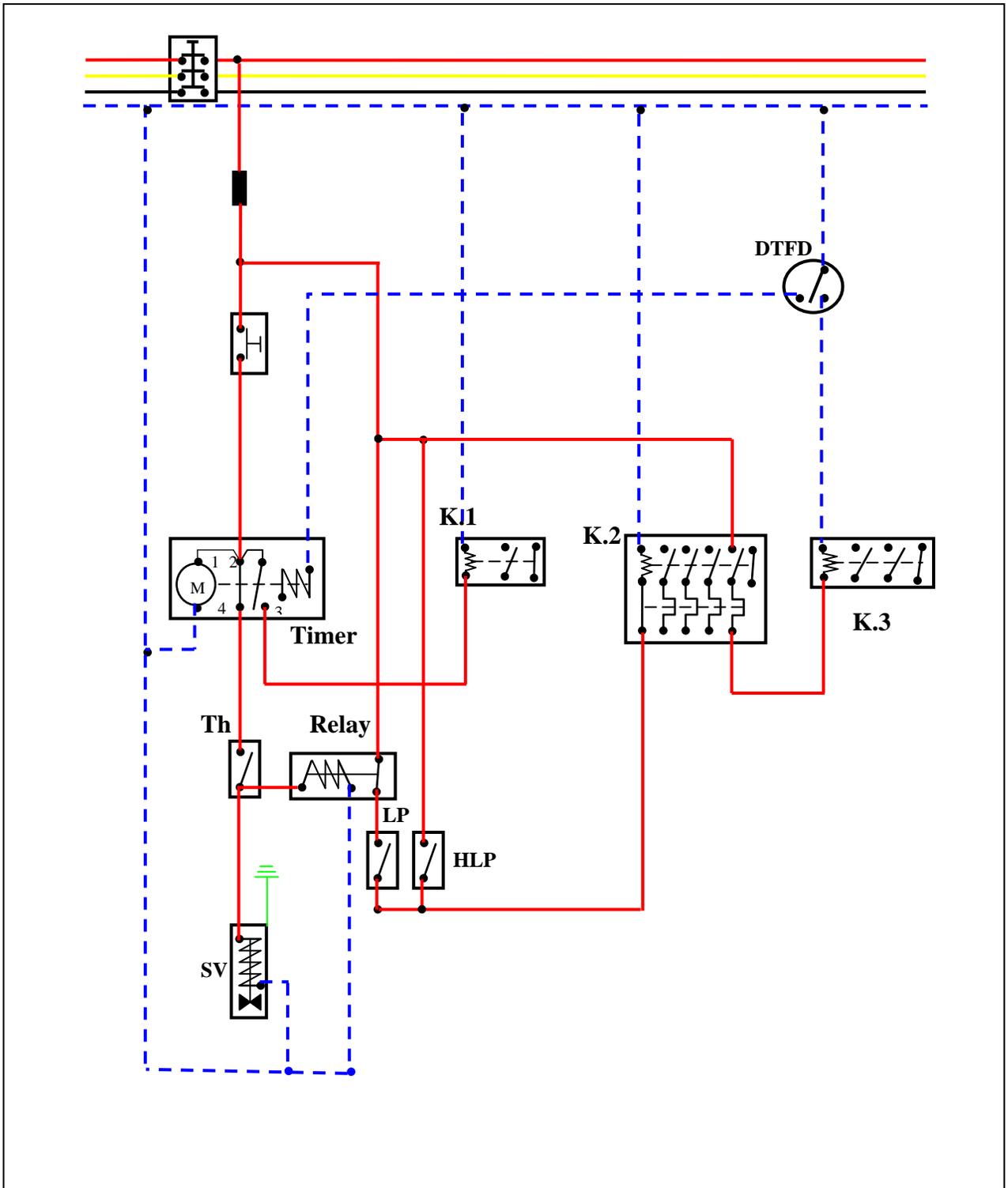
- / Pencairan bunga es pada evaporator ruang pendingin diatur oleh timer dengan menggunakan electric heater. Selama waktu pencairan bunga es, timer akan menghentikan kompresor dan kipas evaporator, hal ini agar mempercepat pencairan bunga es. Pencairan bunga es dapat diset (pada timer) sesuai dengan penggunaan ruang 2-4 kali perhari selama 10-20 menit.
- / Low Pressostat dalam hal ini digunakan sebagai pump down control sedangkan High Pressostat sebagai security pressostat.
- / Setiap kali setelah kompresor mulai bekerja (setelah defrost oleh heater), kipas bekerja setelah 5 menit yang diatur oleh DTFD. Hal ini dilakukan karena setelah pencairan bunga es pada evaporator akan tertinggal tetesan air diantara celah celah evaporator yang akan dihembuskan/dipercikan oleh kipas keluar ruangan. Jika tidak tidak dikeluarkan oleh kipas maka sisa-sisa tetesan air tersebut akan membeku pada evaporator, pada saat kompresor mulai bekerja. Setelah 5 menit dan tetesan air keluar maka kipas mulai bekerja kembali.
- / Tekanan pada evaporator dalam sistem pendingin ini minimum 1,5 atmosfer. Jika tekanan lebih rendah dari 1,5 at., maka refrijeran yang berbentuk gas didalam evaporator akan sedikit sehingga pump down tidak diperlukan.



RANGKAIAN SISTEM REFRIGERATION SYSTEM WITH ELECTRIC DEFROST, PUMP DOWN CONTROL, SECURITY PRESOSTAT AND DTFD THERMOSTAT	Digambar		
	Diperiksa		
	Visa		
	Dilihat		
RTU JPTM FPTK UPI	Job No.9		



RANGKAIAN UTAMA REFRIGERATION SYSTEM WITH ELECTRIC DEFROST, PUMP DOWN CONTROL, SECURITY PRESOSTAT AND DTFD THERMOSTAT	Digambar		
	Diperiksa		
	Visa		
	Dilihat		
RTU JPTM FPTK UPI	Job No.9b		



RANGKAIAN KONTROL REFRIGERATION SYSTEM WITH ELECTRIC DEFROST, PUMP DOWN CONTROL, SECURITY PRESOSTAT AND DTFD THERMOSTAT	Digambar		
	Diperiksa		
	Visa		
	Dilihat		
RTU JPTM FPTK UPI	Job No.9c		

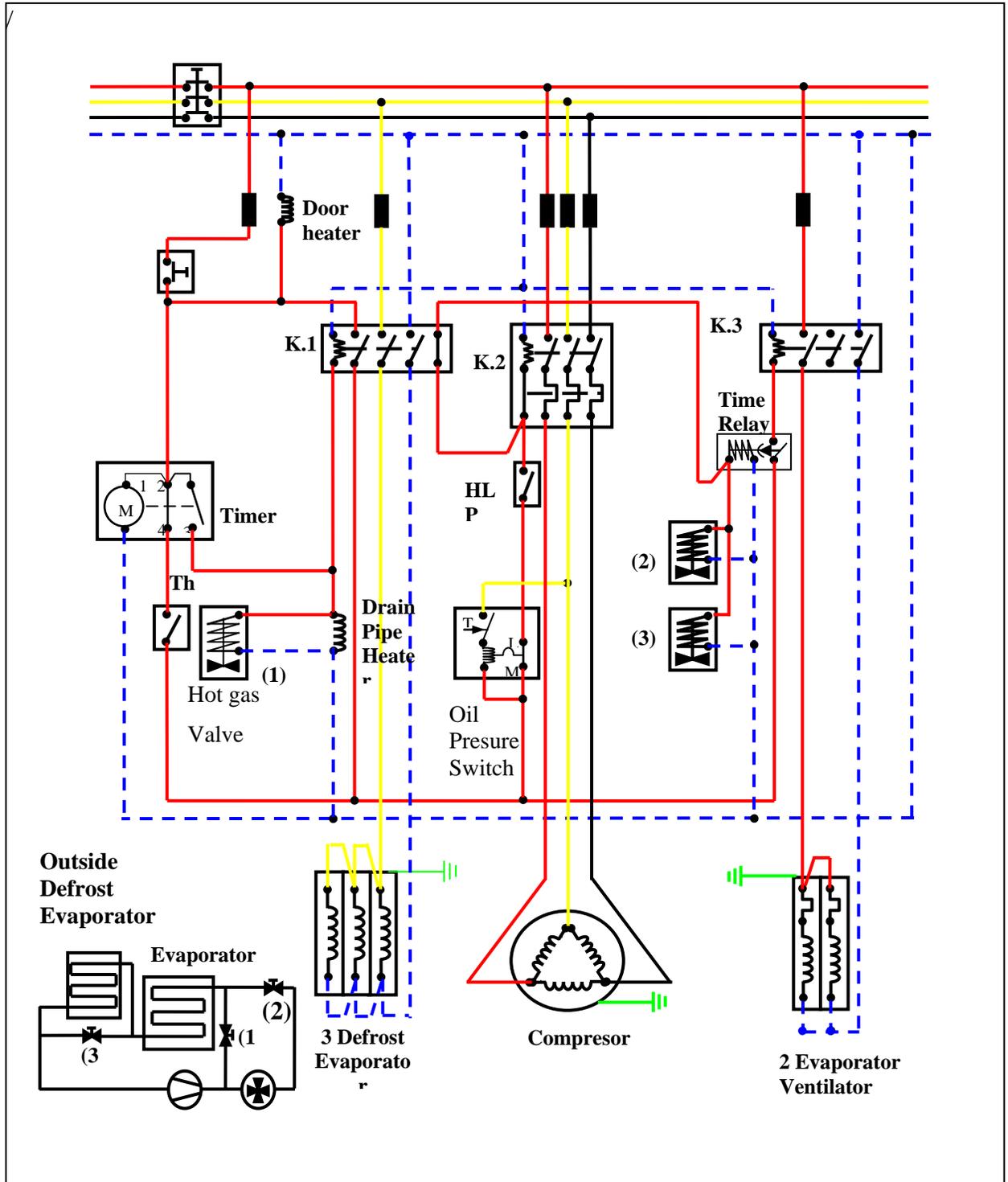
Job No 10	Refrigeration System with Hot Gas Defrost, and Ventilator Start Delay
----------------------------	--

Rangkaian utama :

- / Skema ini digunakan untuk ruang pendingin bertemperatur -25°C sampai $+10^{\circ}\text{C}$ dengan *Hot gas defrost* (pencairan bunga es dengan gas panas), security presostat, oil pressure switch dan Ventilator start delay.
- / Masing-masing 1 kontaktor untuk defrost evaporator, kompresor, dan out side evaporator (re-evaporator).

Rangkaian kontrol :

- / Selama waktu pembekuan/pendinginan katup magnetik 2 dan 3 (katup hot gas) harus terbuka dan selama waktu pencairan bunga es katup magnetik 1 terbuka sedangkan katup magnetik 2 dan 3 tertutup.
- / Selama waktu pendinginan arus listrik mengalir melalui Timer, Thermostat, Oil Pressure Switch menuju ke kontaktor kompresor. Demikian juga, arus listrik mengalir dari HLP pressostat melalui kontaktor tambahan yang tertutup (normaly close) untuk defrost evaporator (re-evaporator) menuju Time Relay dari katup magnetik 2 dan 3, sehingga kipas evaporator, kompresor, katup magnetik 2 dan 3 bekerja.
- / Selama periode pencairan bunga es, Timer menutup (berpindah) dan arus listrik mengalir menuju katup magnetik (hot gas valve), drain pipe heater dan kontaktor dari defrost evaporator. Normaly Open menjadi Normaly Close pada kontaktor ini, sehingga arus melintasi Timer, Thermostat diteruskan melalui Oil Pressure Switch dan HLP menuju kontaktor dari kompresor. Kontaktor kompresor tetap tertutup karena selama periode pencairan bunga es, kompresor harus bekerja agar evaporator ruang pendingin memperoleh got gas. Normaly close menjadi normaly open pada kontaktor ini, sehingga arus listrik tidak dapat mengalir menuju Time Relay dan katup magnetik 2 dan 3 keduanya tidak bekerja (menutup). Kipas ruang pendingin tidak boleh bekerja karena dapat menyebabkan evaporator menjadi panas sehingga tidak ada udara yang panas yang memasuki ke ruang pendingin.

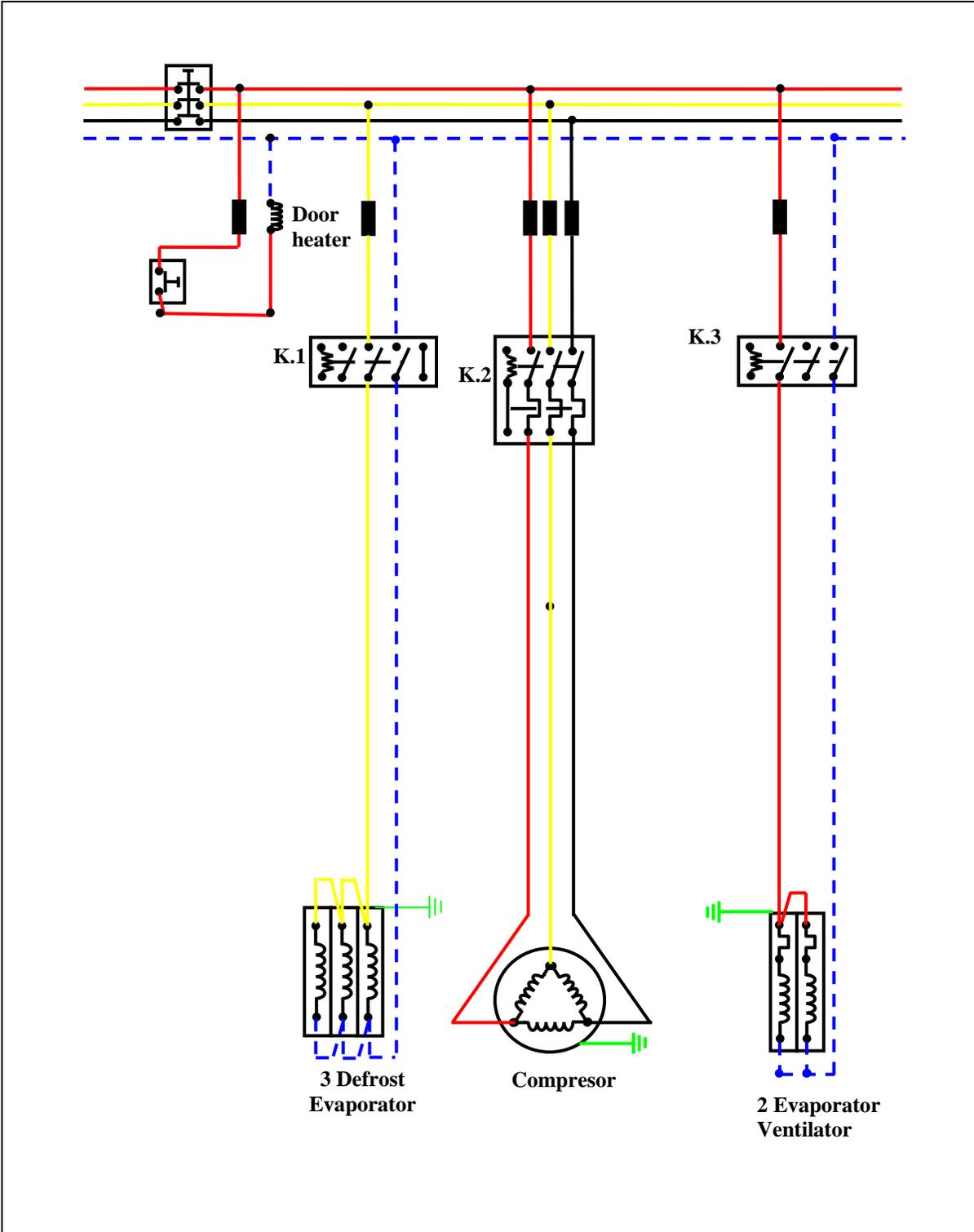


RANGKAIAN SISTEM REFRIGERATION SYSTEM WITH HOT GAS DEFROST AND VENTILATOR START DELAY

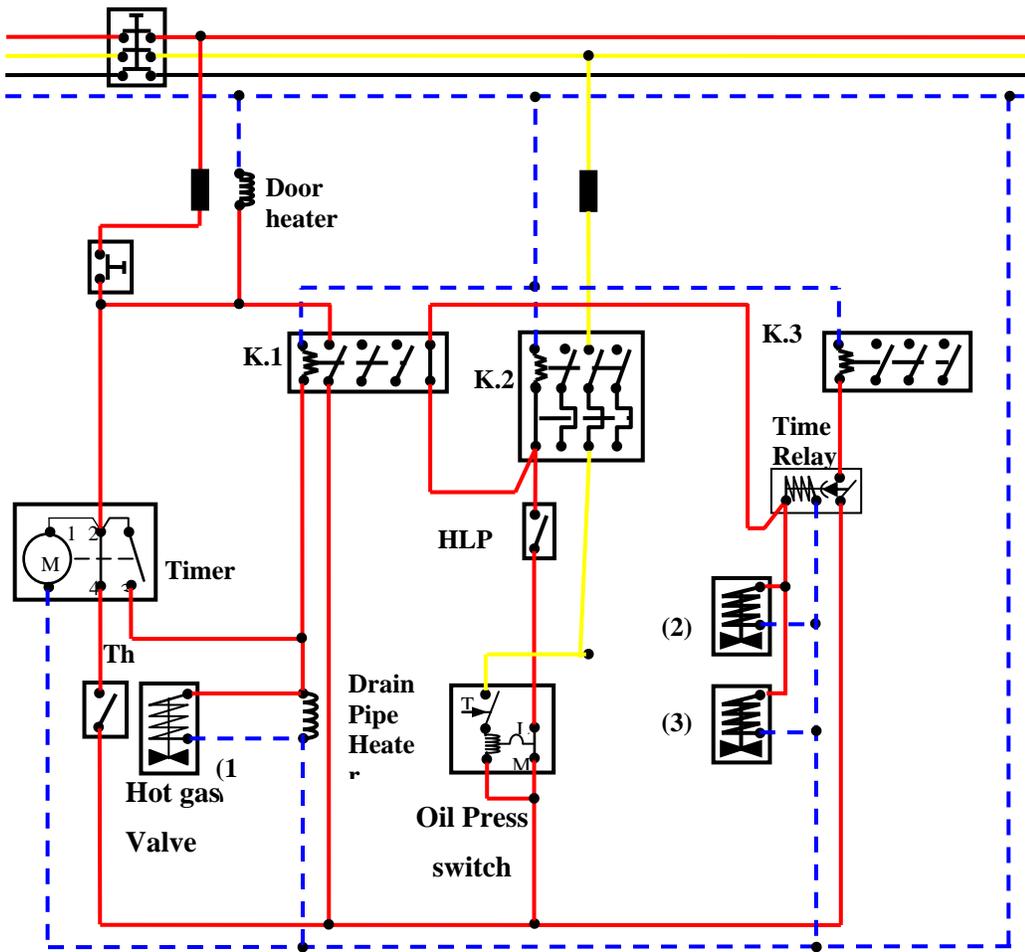
Digambar		
Diperiksa		
Visa		
Dilihat		

RTU JPTM FPTK UPI

Job No.10



RANGKAIAN UTAMA REFRIGERATION SYSTEM WITH HOT GAS DEFROST AND VENTILATOR START DELAY	Digamba		
	Diperiksa		
	Visa		
	Dilihat		
RTU JPTM FPTK UPI	Job No. 10b		



RANGKAIAN KONTROL REFRIGERATION SYSTEM WITH HOT GAS DEFROST AND VENTILATOR START DELAY

Digambar

Diperiksa

Visa

Dilihat

RTU JPTM FPTK UPI

Job No.10c

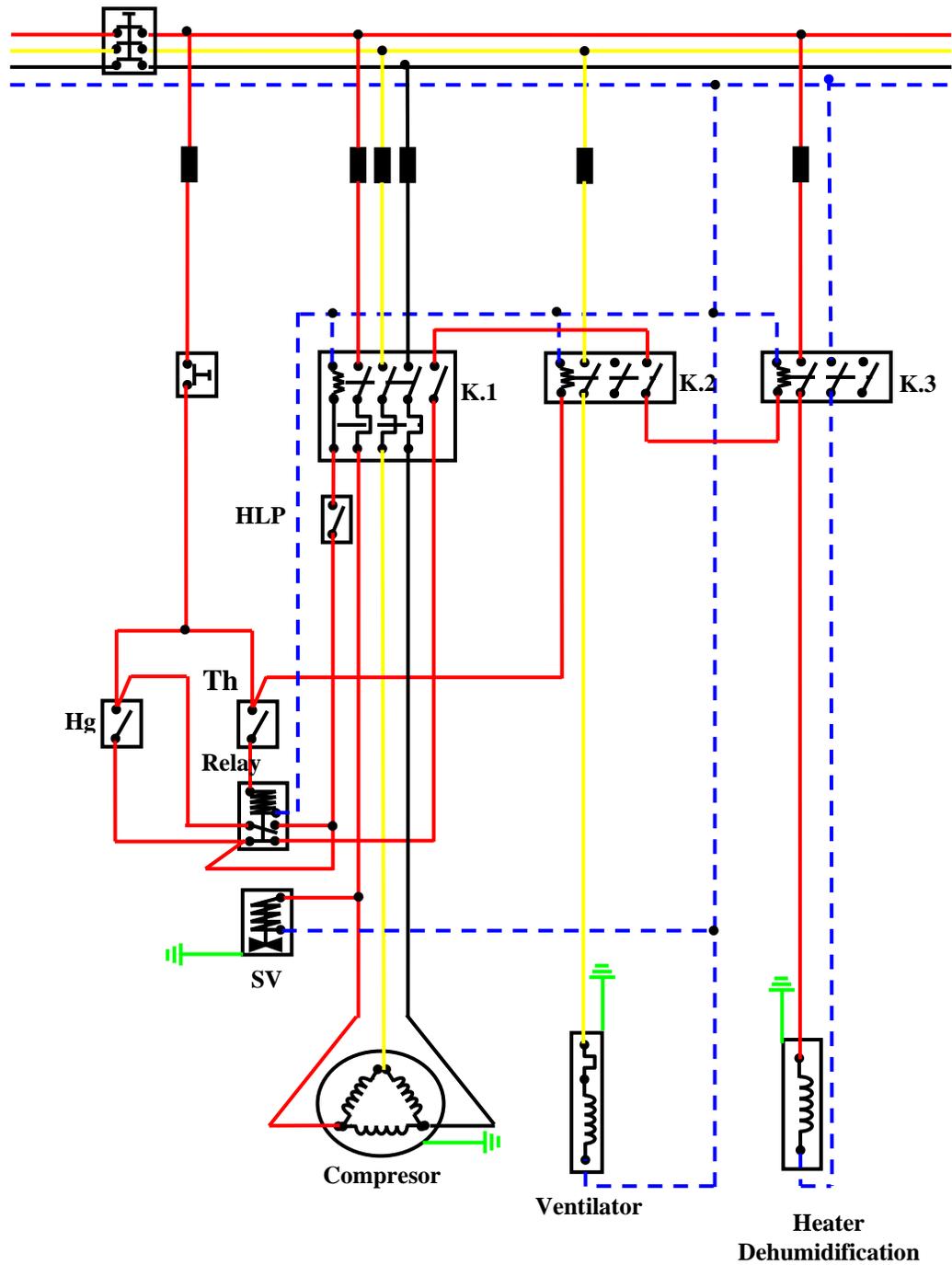
Job No 11	Air Conditioning System with Dehumidification
----------------------------	--

Rangkaian utama :

- / Skema ini digunakan untuk air conditioning dengan pengurangan kelembaban udara.
- / Masing-masing 1 kontaktor untuk kompresor, ventilator dan pemanas (electric heater for dehumidification).

Rangkaian kontrol :

- / Pengurangan uap air diperlukan jika thermostat membuka dan menghentikan kompresor, karena temperatur ruangan sudah tercapai walaupun kelembaban udara dalam ruangan masih tinggi.
- / Selama periode pengurangan uap air, ruangan tidak boleh didinginkan lebih lanjut, kompresor harus bekerja bersamaan dengan heater dan ventilator.
- / Jika thermostat membuka (suhu ruangan sudah tercapai), arus listrik tidak akan mengalir ke Relay sehingga menutup dan pendinginan akan berhenti, sedangkan NC bekerja.
- / Karena NC bekerja maka arus listrik mengalir dari hygrostat, ke kompresor, ventilator dan electric heater. Hygrostat bekerja jika kelembaban udara diruangan tinggi. Kelembaban dikurangi oleh heater yang dikontrol oleh hygrostat.
- / Saluran kontrol menuju electric heater harus melalui NO pada kontaktor kompresor dan kontaktor ventilator, karena electric heater tidak boleh bekerja tanpa kipas dan kompresor.
- / Selama thermostat bekerja (tertutup), hygrostat tidak berfungsi (tidak bekerja).

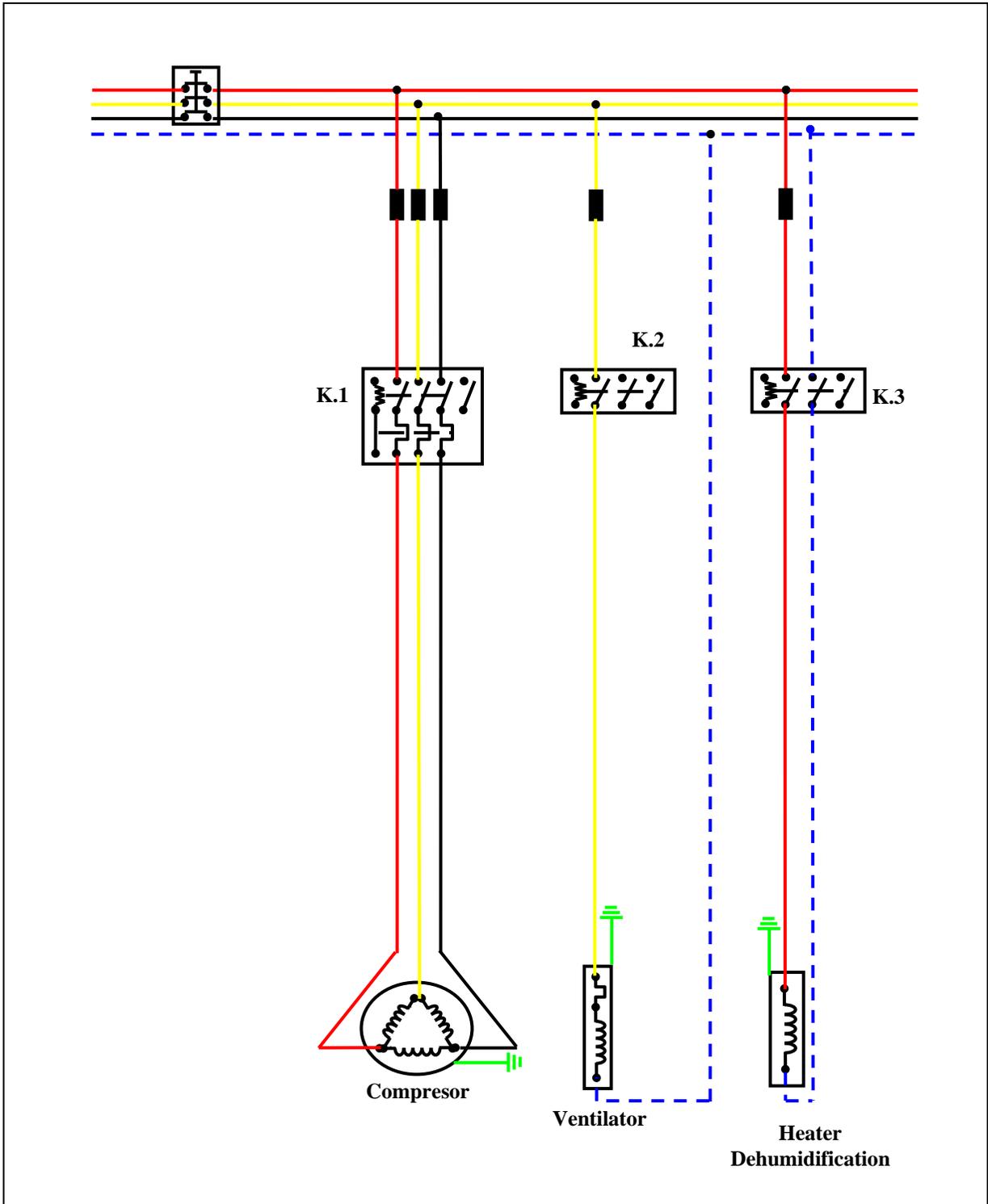


RANGKAIAN SISTEM AIR CONDITIONING SYSTEM WITH DEHUMIDIFICATION

Digambar		
Diperiksa		
Visa		
Dilihat		

RTU JPTM FPTK UPI

Job No.11

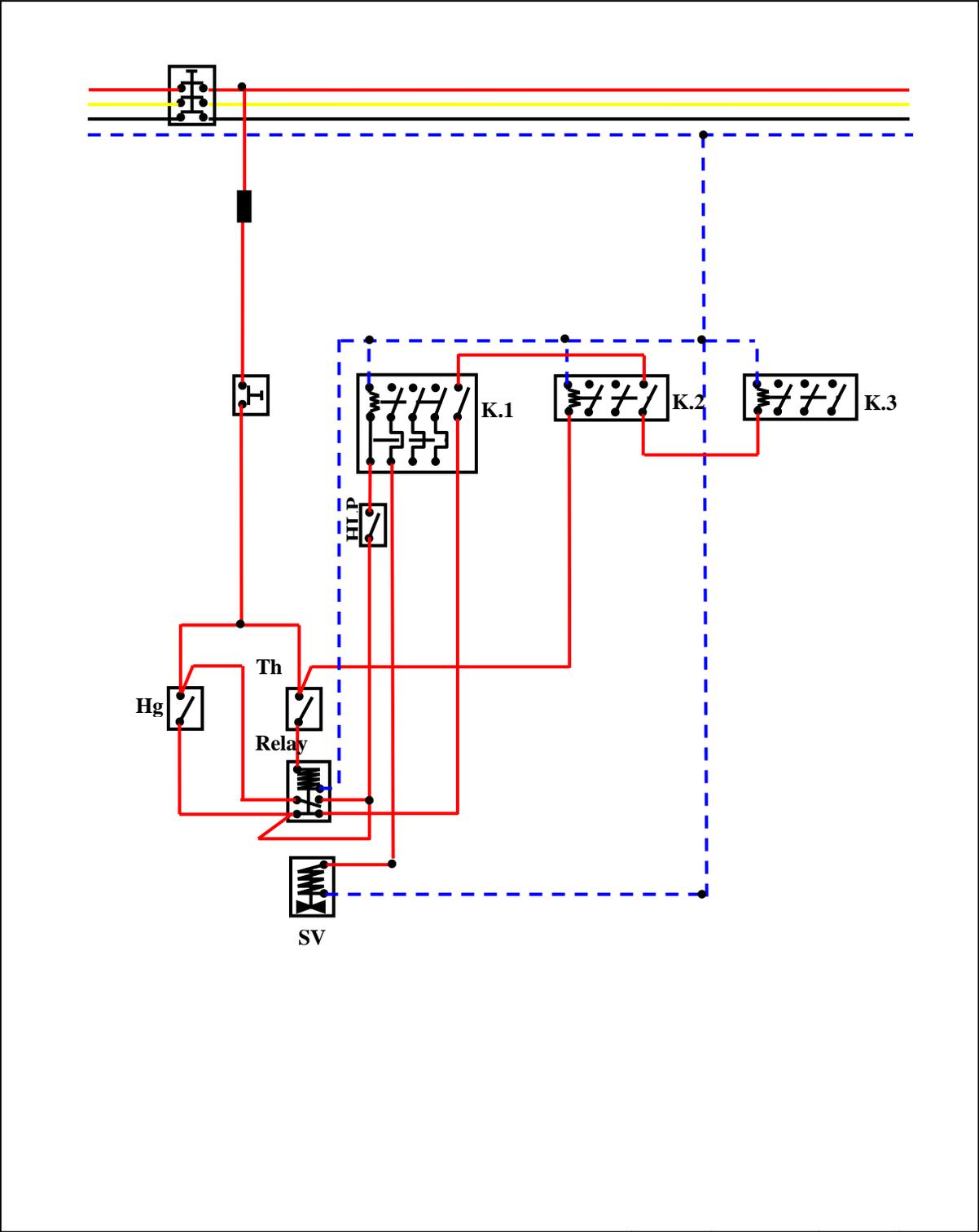


RANGKAIAN UTAMA AIR CONDITIONING SYSTEM WITH DEHUMIDIFICATION

Digambar		
Diperiksa		
Visa		
Dilihat		

RTU JPTM FPTK UPI

Job No.11b



RANGKAIAN KONTROL AIR CONDITIONING SYSTEM WITH DEHUMIDIFICATION	Digambar		
	Diperiksa		
	Visa		
	Dilihat		
RTU JPTM FPTK UPI	Job No.11c		

DAFTAR PUSTAKA

Air Conditioning and Refrigeration Institute. (1987). *Refrigeration and Air Conditioning* 2nd Edition. New Jersey: Prentice-Hall Inc.

Handoko, (1987). *Alat Kontrol Mesin Pendingin*. Jakarta : Ichtiar Baru.

Smith, Russell E. (1987). *Electricity for Refrigeration, Heating, and Air Conditioning*. 3rd edition. California : Delmar Publishers Inc.

Weiger, R. Brounsh. (1987). *Teknik Listrik Untuk Teknik Pendingin*. Bandung : STM Pembangunan.