

Pemodelan Rangkaian Kontrol Panel NICE 3000 Lift 5 Lantai Menggunakan Software Electrical Control Techniques Simulator

Mohammad Zidan Alfariki¹, Rizky Mubarak²

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro
Universitas Peradaban

Article Info**Article history:**

Received: 03 Mei 2022

Received in revised form: 14 Mei 2022

Accepted: 30 Mei 2022

Available online: 30 Mei 2022

Keywords:

Elevators / lifts,

NICE 3000 Control Panel,

Electrical Control Techniques Simulator

Software,

Kata Kunci:

Elevator/ lift,

Kontrol Panel NICE 3000,

Software Electrical Control Techniques

Simulator,

ABSTRACT

MODELING THE CONTROL PANEL CIRCUIT FOR NICE 3000 ELEVATOR 5 FLOORS USING ELECTRICAL CONTROL TECHNIQUES SIMULATOR SOFTWARE. Elevator or is one of the tools that serves to facilitate human activities whose routines are more often in a storied room. The existence of this elevator is a substitute for the function of the stairs in reaching each subsequent floor in a multi-storey building. This study simulates a 5-floor elevator control circuit using electrical control techniques simulator software. The use of this application is very helpful for simulating control circuits before the equipment is installed and assembled. Useful for minimizing failures and troubleshooting of the circuit. Based on the results and discussion of the research, there are three main circuits in the control circuit, the new contact circuit and the power circuit. The connection of the power circuit to the motor between the UP contactor and DOWN contactor is not the same. UP contactor connection and motor (R and U), (V and T), (T and W). While DOWN contactor and motor (T and U), (V and R), (R and W). This circuit is commonly called an interlock circuit in which the two auxiliary contacts are locked between the auxiliary contact (R. NC) and the auxiliary contact (F.NC) which ensures that they cannot work simultaneously. The process of the elevator going up (UP) has been successful and shows a simulation of the lit going up and without any errors. And the elevator down (DOWN) process has been successful and shows the simulation of the lit going up and up without any errors.

Elevator atau yang lebih dikenal dengan lift adalah salah satu alat bantu yang berfungsi untuk mempermudah aktifitas manusia yang rutinitasnya lebih sering berada dalam ruangan yang bertingkat. Keberadaan lift ini merupakan sebagai pengganti fungsi dari tangga dalam mencapai tiap-tiap lantai berikutnya pada suatu gedung bertingkat. Penelitian ini melakukan simulasi rangkaian control NICE 3000 lift 5 lantai menggunakan *software electrical control techniques simulator*. Penggunaan aplikasi ini sangat membantu untuk mensimulasikan rangkaian kontrol sebelum peralatan dipasang dan dirangkain. Berguna untuk meminimalisir kegagalan dan *troubleshooting* terhadap rangkaian. Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian menunjukan tiga rangkaian utama dalam rangkaian kontrol, rangkaian kontak baru dan rangkaian daya. Penyambungan rangkaian daya terhadap motor antara kontaktor *UP* dan kontaktor *DOWN* tidak sama. Sambungan kontaktor *UP* dan motor (R dan U), (V dan T), (T dan W). Sedangkan kontaktor *DOWN* dan motor (T dan U), (V dan R), (R dan W). Rangkaian ini biasa disebut rangkaian interlock yang kedua kontak bantu terkunci antara kontak bantu (R. NC) dan kontak bantu (F.NC) yang memastikan bahwa keduanya tidak dapat bekerja secara bersamaan. Proses elevator naik (*UP*) sudah berhasil dan menunjukan simulasi lit yang naik keatas dan tanpa terjadi kesalahan. Dan proses elevator turun (*DOWN*) sudah berhasil dan menunjukan simulasi lit yang naik keatas dan tanpa terjadi kesalahan

Corresponding author:

Rizky Mubarak

Universitas Peradaban

Jalan Raya Pagojengan Km.3 Bumiayu Kab. Brebes 52276

E-mail addresses: Barokstematel@gmail.com

1. Pendahuluan

Sekarang ini banyak bangunan atau gedung (perkantoran, apartemen, instansi, hotel berbintang, *trade center*, dan lainnya) yang dibangun dengan konsep luas dan ketinggian yang berbeda. Sebagian besar gedung-gedung tersebut mencapai ketinggian hingga empat lantai atau bahkan lebih. Hal tersebut diperhatikan dengan maksud untuk meminimalisir lahan bangunan, supaya tidak memakan banyak tempat atau lahan yang dipakai. Para arsitektur membuat konsep bangunan gedung bertingkat yang kebanyakan diterapkan di daerah perkotaan, dikarenakan banyak faktor yang mendukung hal tersebut [1], [2].

Pembangunan gedung perlu diperhatikan meminimalisir lahan bangunan, supaya tidak memakan banyak tempat atau lahan yang dipakai. Para arsitektur membuat konsep bangunan gedung bertingkat yang kebanyakan diterapkan di daerah perkotaan, dikarenakan banyak faktor yang mendukung hal tersebut [3], [4]. Dahulu sebelum adanya (lift), *Eskalator* (tangga berjalan), dan *Travelator* (*Moving walk*) untuk mencapai lantai atas dari lantai dasar

atau sebaliknya, kita harus naik tangga lantai secara manual yaitu dengan jalan kaki. Mungkin hal ini tidak akan menjadi masalah/kerepotan, jika lantai gedung berjumlah sedikit dan hanya kita saja yang naik ke atas atau turun gedung, namun akan menjadi masalah besar dan sangat kerepotan, jika lantai gedung berjumlah banyak, sedangkan kita akan memindahkan barang yang berbobot berat dari lantai dasar ke lantai atas. Hal tersebut dirasa kurang efektif dan efisien, karena terlalu banyak memakan waktu dan tenaga. Apalagi bila hal tersebut terjadi di sebuah perkantoran atau instansi penting lainnya, maka bisa dibayangkan banyak kerugian yang akan dirasakan instansi perusahaan/perkantoran tersebut [5].

Namun seiring kemajuan teknologi hal tersebut bukanlah menjadi penghalang lagi untuk berbagai alasan dalam sebuah instansi perkantoran. Karena kini kebanyakan gedung-gedung tinggi khususnya daerah kota dipermudah dengan adanya teknologi *Eskalator* (tangga berjalan), *Travelator* (*moving walk*) maupun (*lift*). Sehingga hal tersebut membuat pekerjaan jadi lebih mudah, efektif, dan efisien bagi manusia [6]. Karena kita dapat naik/turun lantai sebuah gedung tinggi dalam beberapa detik maupun menit saja. Kini kita tak perlu kerepotan untuk memindahkan barang berat hingga mencapai lantai ke dua puluh sekalipun pada suatu gedung.

Elevator atau yang lebih akrab dikenal *oleh* masyarakat luas dengan nama lift adalah salah satu alat bantu dalam kehidupan manusia yang berfungsi untuk mempermudah aktifitas manusia yang rutinitasnya lebih sering berada didalam gedung-gedung bertingkat [7]. Ada tiga kelompok lift yaitu lift penumpang (*passenger*), lift barang (*freight*), dan lift pelayan (*dumb waiter*, lift barang berukuran kecil) [8]. Secara teknis lift-lift tersebut tidak jauh berbeda secara prinsip. Perbedaan yang nyata pada interior dan perlengkapan operasi dari lift-lift tersebut. Juga pada sistem pengamanan operasi yang dipasang sebagian besar sama, hanya pada *dumb waiter* sistem pengamanan operasi yang disediakan lebih sederhana [9]. Perbedaan tersebut akan semakin nyata apabila dibandingkan antara lift barang untuk pabrik (besar) dengan lift penumpang yang dipergunakan didalam gedung-gedung dipertanian. Lift barang untuk pabrik (sesuai dengan kebutuhan) dilengkapi dengan pembuka pintu yang lebih besar, baik dipasang dengan pembukaan secara horizontal (terdiri lebih dari dua pintu) maupun yang dipasang dengan sistem pembukaan pintu vertikal (biasanya terdiri dari dua daun pintu atau lebih).

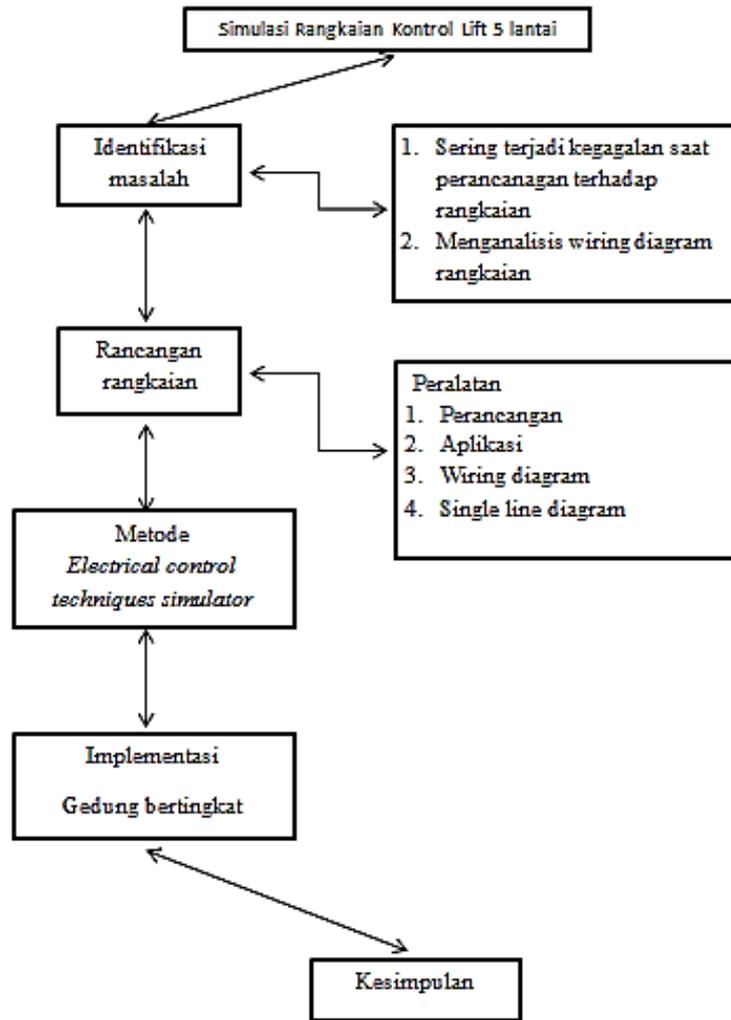
Perbedaan lain juga dapat dilihat pada cara penulisan kapasitas muatannya. Kapasitas digerakan pada COP (*Car Operation Panel*, *Operation Panel Board*) didalam kereta biasanya dinyatakan dalam kilogram (kg) atau (lb) untuk jenis lift barang, sedangkan untuk penumpang sering dinyatakan dalam jumlah orang (*persons*) atau kombinasi keduanya [10]. Akan tetapi perbedaan tersebut akan menjadi semakin tipis apabila kita bandingkan lift penumpang dan lift barang yang terpasang dalam gedung perkantoran. Hal tersebut disebabkan karena sebagian besar lift barang yang terpasang didalam gedung hunian dipersyaratkan juga untuk dapat mengangkut penumpang atau orang [11]. Lift adalah transportasi yang pengendaliannya tidak dilakukan oleh manusia secara langsung, sehingga semua pengguna lift sepenuhnya tergantung pada kehandalan teknologi dari alat transportasi vertikal ini [12]. Keberadaan lift ini merupakan sebagai pengganti fungsi dari pada tangga dalam mencapai tiap-tiap lantai berikutnya pada suatu gedung bertingkat, dengan demikian keberadaan lift tidak bisa dikesampingkan. Hal ini dikarenakan dapat mengefisienkan energi dan waktu pengguna lift tersebut [13].

Pada perangkat sistem lift, perangkat lunak memegang peranan yang penting terhadap pengoperasian lift tersebut. Ketidaktepatan kerja lift terutama disebabkan oleh adanya kesalahan perangkat lunak yang terdapat pada perangkat kerasnya. Perangkat lunak tersebut berfungsi sebagai kontrol penentu keputusan termasuk didalamnya kontrol motor penggerak sistem lift [14]. Untuk itu dalam pembuatan perangkat lunak kontrol lift, perancangan perangkat lunak menjadi hal yang sangat penting untuk mencegah terjadinya kesalahan pemrograman. Setelah itu untuk memastikan bahwa hasil rancangan sudah benar, perlu juga disimulasikan terlebih dahulu [15]. Sistem pengontrol ini menggunakan Monarch NICE3000 adalah pengontrol elevator terintegrasi generasi baru yang dikembangkan secara independen dan diproduksi oleh *Suzhou MONARCH Control Technology Co., Ltd* [16], [17]. Pengontrol terintegrasi NICE3000 (disingkat sebagai "NICE3000" atau "pengontrol" selanjutnya) telah keuntugan pertama mendukung kontrol vektor kinerja tinggi dan putaran terbuka kecepatan rendah. Itu bisa mengemudikan keduanya. Motor asinkron AC dan motor sinkron magnet permanen (PMSM), dan *implement* peralihan antara dua jenis motor dengan mudah dengan memodifikasi hanya satu parameter [18]. Kedua mendukung kontrol paralel langsung dari dua elevator dan kontrol grup dari beberapa, dan mendukung protokol komunikasi *CANbus* dan *Modbus* untuk pemantauan jarak jauh, yang mengurangi jumlah kabel *travling* yang dibutuhkan [19]. Ketiga Mendukung maksimum 40 lantai dan diterapkan secara luas pada yang digunakan di kediaman, kantor gedung, pusat perbelanjaan, dan rumah sakit. Keempat mengadopsi teknologi berhenti langsung berbasis jarak, dengan kurva N yang dihasilkan secara otomatis, mencapai berkendara yang nyaman dan nyaman [20].

Untuk mengetahui seberapa besar efisiensi penggunaan elevator tentunya di uji coba terlebih dahulu untuk memastikan perancangan sudah benar. Dalam memenuhi tujuan tersebut, diperlukan simulasi software ECTS (*Electrical Control Techniques Simulator*) untuk mengetahui nilai tingkat keberhasilan suatu rancangan *single line diagram* terhadap elevator.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini melakukan simulasi rangkaian kontrol lift 5 lantai menggunakan *software electrical control techniques simulator* sesuai dengan gambar 2.1. Penggunaan aplikasi ini sangat membantu untuk mensimulasikan rangkaian kontrol sebelum peralatan dipasang dan dirangkain [21]. Berguna untuk meminimalisir kegagalan dan *troubleshooting* terhadap rangkaian.



Gambar 2.1. Tahapan Penelitian

2.1. Identifikasi Masalah

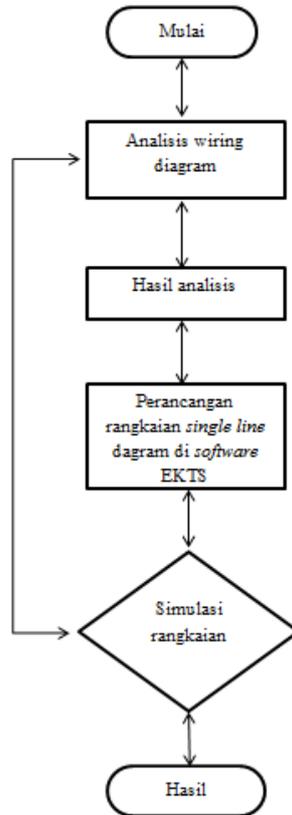
Pada tahap ini diperoleh dari hasil observasi diLingkungan PT. Barata Indonesia cabang Tegal yang berhubungan dengan rangkaian kontrol lift ini. Bisa dilihat ditabel 2.2.

Tabel 2.1. Observasi

Posisi	Lantai	Hasil
Up	Lantai 1 ke 5 secara berturut	Sangkar Lift akan bergerak dengan melewati lantai 2,3,4 sehingga menuju ke lantai 5 tanpa terjadi masalah terhadap motor penggerak atau terjadi hubung singkat
Down	Lantai 5 menuju lantai 1	Motor listrik akan menggerakkan sangkar lift dengan membalikan arah putaran motor. Dan sangkar lift akan turun mengikuti perintah yang terdapat di tombolnya. Hasil ini berupa tidak terjadi masalah terhadap rangkaian daya yang mengakibatkan terjadinya konslet antara phasa dengan phasa.
Campuran (Up-Down)	Lantai 1 menuju lantai 5 langsung menuju lantai bawah. Contoh Lantai 2	Lift akan berhenti ke lantai 5 terlebih dahulu, lalu akan melanjutkan perintah sesuai yang dituju menuju ke lantai bawah atau lantai 2. Hasilnya motor tidak terjadi konslet saat melakukan 2 arah putaran secara langsung.

2.2. Metode Simulasi EKTS

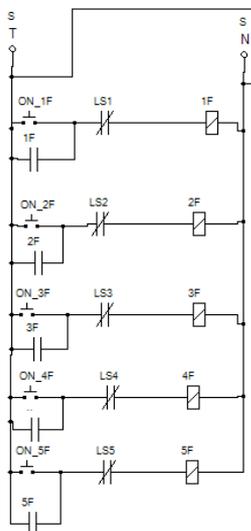
Proses ini dilakukan simulasi dengan software EKTS untuk menrangkai proses pengkabelan dalam system control elevator/ lift yang ditunjukkan pada gambar 2.2 berikut :



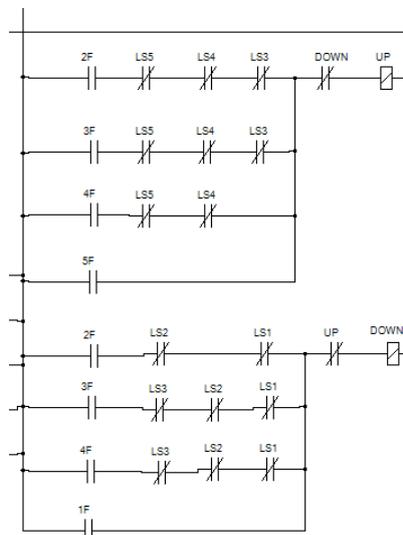
Gambar 2.2 Flowchart Simulasi

3. Hasil dan Pembahasan

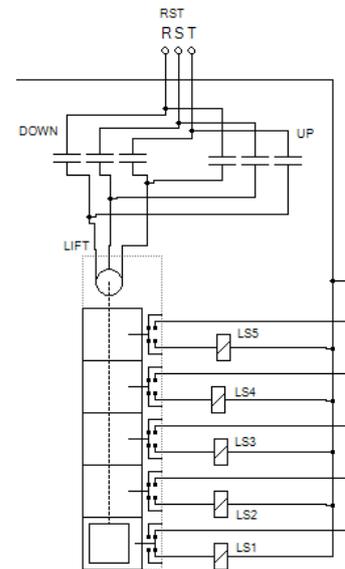
Terdapat beberapa komponen yang digunakan untuk rangkaian kontrol lift 5 lantai seperti *push button* dan kontaktor. Terdapat kontak bantu NO yang berfungsi untuk mengunci push button jika sudah ditekan. *Push button* ini berfungsi untuk mengaktifkan kontaktor utama pada rangkaian kontrol. Prinsip kerja kontaktor ini jika A1 diberi arus atau tegangan maka koil yang terdapat pada kontaktor akan bekerja menjadi NC, kontak bantu NO berubah menjadi NC dan kontak bantu NC berubah menjadi NO. Terdapat juga rangkaian daya yang dihubungkan terhadap motor listrik. Rangkaian daya merupakan suatu rangkaian yang memperlihatkan sambungan kontak utama pada kontaktor. Penyambungan rangkaian daya terhadap motor antara kontaktor *UP* dan kontaktor *DOWN* tidak sama. Sambungan kontaktor *UP* dan motor (R dan U), (V dan T), (T dan W). Sedangkan kontaktor *DOWN* dan motor (T dan U), (V dan R), (R dan W). Rangkaian ini biasa disebut rangkaian interlock yang kedua kontak bantu terkunci antara kontak bantu (R. NC) dan kontak bantu (F.NC) yang memastikan bahwa keduanya tidak dapat bekerja secara bersamaan [22].



Gambar 3.1 Rangkaian Kontrol

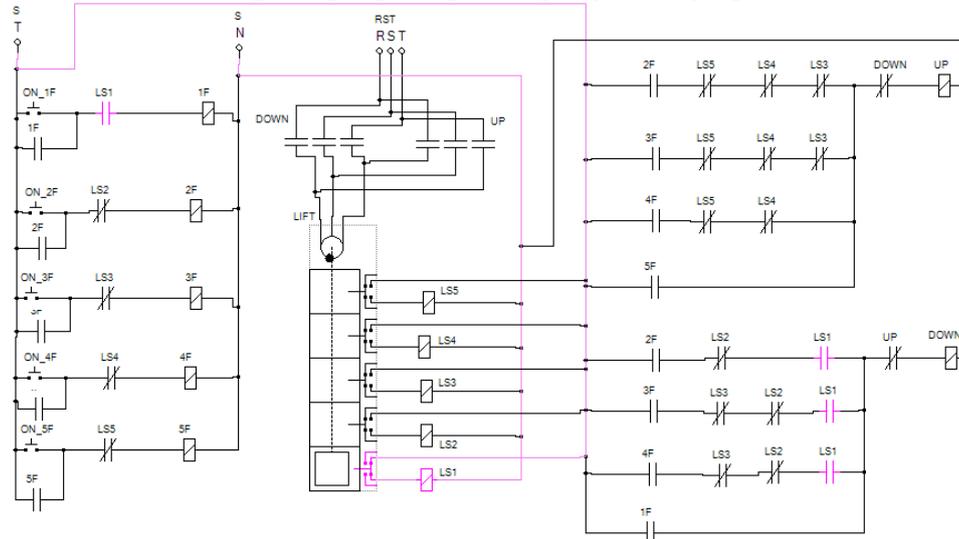


Gambar 3.2. Rangkaian Kontak Bantu



Gambar 3.3 Rangkaian Daya Lift

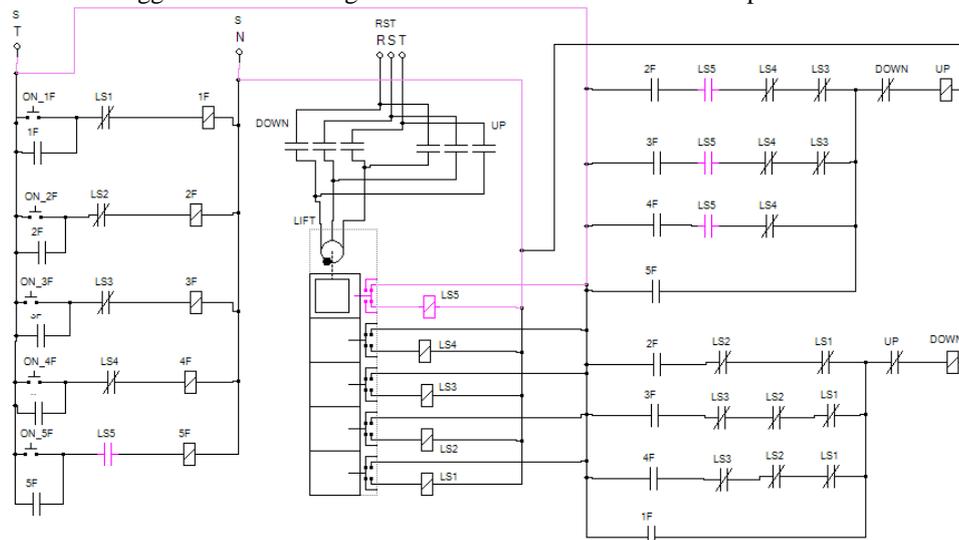
Pada gambar 3.1 untuk rangkaian kontrol membutuhkan sumber tegangan 1 phasa. Lalu dihubungkan ke sumber dan di *couple* ke kontak bantu NO K1. Fungsi kontak bantu NO yaitu untuk mengunci push button saat ditekan dan kontaktor utama akan berfungsi setelah *push button* ditekan. Output NO K1 dan *push button* dihubungkan langsung ke kontak bantu NC untuk meneruskan arus atau tegangan ke A1 kontaktor utama dan A2 dihubungkan kesumber netral. Kontak bantu rangkaian kontrol ini berfungsi untuk memberikan tegangan atau arus sesuai perintah *push button* lift [23]. Kontak bantu bekerja jika kontaktor utama LS5, LS4, LS3,LS2,LS1 diberi tegangan, lalu sangkar lift akan bergerak sesuai perintah *push button*. Gambar kontak bantu NC dan NO bisa dilihat digambar 3.2. Gambar 3.3 adalah rangkaian daya lift ini membutuhkan 2 kontaktor *UP* dan *DOWN* yang terdapat dirangkaian kontak bantu. Kontaktor ini bekerja jika A1 dari 2 kontaktor menerima tegangan dari kontak bantu. Rangkaian daya lift membutuhkan 5 kontaktor utama tergantung tergantung dari banyaknya lantai yang dibutuhkan [24].



Gambar 3.4 Hasil Rangkaian Kontrol Lift

Pada rangkaian Gambar 3.4 terdapat rangkaian kontrol dan rangkaian daya yang dihubungkan dengan motor. Sebelum dihubungkan dengan motor, rangkaian daya terlebih dahulu diamati untuk mengetahui apakah terjadi hubung singkat atau tidak. Dari rangkaian diatas, menunjukan tidak adanya hubung singkat antara fasa dengan fasa, fasa dengan netral. Yang berarti rangkaian kontrol dan rangkaian daya tersebut aman digunakan. Jika tegangan sumber dimasukan maka kontaktor LS1 dalam keadaan mati dan selanjutnya kontaktor LS2,LS3,LS4,LS5 dalam keadaan *stand by*. Kontaktor tersebut bekerja jika tombol perintah lift ditekan makan sangkar lift dan motor listrik tersebut akan bekerja.

Hasil rangkaian dengan perintah Naik (*UP*) sesuai gambar 3.5 yaitu setelah arus listrik masuk ke rangkaian kontrol melalui kontak NO dari 1F, maka Lift siap untuk dioperasikan bergerak menuju ke lantai atas berikutnya. Pada saat ini kontaktor LS 1 sedang tidak aktif karena terdapat kontak bantu NO Lift di Lantai 1. Sedangkan kontaktor LS 2 s/d LS 5 sedang aktif,maka Lift telah dapat digerakan ke lantai 2 atau lantai selanjutnya. Sekarang tekan tombol lantai 5 maka arus listrik akan masuk ke LS 5 melalui kontak NO dari 5F maka motor penggerak Lift akan mendapat arus melalui kontak sehingga motor akan bergerak arah naik dan menarik Lift sampai ke lantai 5.



Gambar 3.5. Permintaan *UP*

Hasil rangkaian dengan perintah turun (*DOWN*) sesuai gambar 3.6 yaitu Untuk turun ke lantai 2, tekanlah tombol lantai 2 maka arus listrik akan masuk ke LS 2 melalui kontak NO dari 2F yang akan bekerja dan memasukan arus listrik ke motor penggerak Lift, akibatnya motor bergerak dengan arah turun untuk menarik Lift turun ke lantai 2. Begitu dengan lantai berikutnya.

Temuan dalam penelitian Saat menggunakan elevator terdapat dua permintaan yang mempengaruhi arah kerja elevator, yaitu permintaan lantai dan permintaan elevator. Pertama dalam permintaan lantai, Ketika pengguna telah sampai pada *landing door* namun tidak menemukan elevator *car* di lantai tersebut, kemudian pengguna tersebut menekan tombol lantai (tombol naik atau tombol turun sesuai keinginan [25]). Sehingga elevator *car* akan menuju ke permintaan pengguna tersebut. Setelah sampai pada lantai yang dituju. Yang kedua Permintaan *Car*, Ketika pengguna berada di dalam elevator *car*, dia akan meminta elevator untuk membawanya ke lantai yang ingin dituju, inilah yang disebut permintaan *car*. Orang tersebut akan menekan tombol *car* yang berupa angka lantai, sehingga elevator akan membawanya ke lantai tersebut. Ketika telah sampai pada lantai tujuan, elevator *car* kembali membuka pintunya untuk beberapa saat, sehingga orang yang menggunakan elevator dapat keluar dari elevator *car* ke lantai tujuannya.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian menunjukan tiga rangkaian utama dalam rangkaian kontrol, rangkaian kontak baru dan rangkaian daya. Penyambungan rangkaian daya terhadap motor antara kontaktor *UP* dan kontaktor *DOWN* tidak sama. Sambungan kontaktor *UP* dan motor (R dan U), (V dan T), (T dan W). Sedangkan kontaktor *DOWN* dan motor (T dan U), (V dan R), (R dan W). Rangkaian ini biasa disebut rangkaian interlock yang kedua kontak bantu terkunci antara kontak bantu (R. NC) dan kontak bantu (F.NC) yang memastikan bahwa keduanya tidak dapat bekerja secara bersamaan. Proses elevator naik (*UP*) sudah berhasil dan menunjukan simulasi lit yang naik keatas dan tanpa terjadi kesalahan. Dan proses elevator turun (*DOWN*) sudah berhasil dan menunjukan simulasi lit yang naik keatas dan tanpa terjadi kesalahan.

Daftar Pustaka

- [1] Sudaesi, Abdurrohman, Giri Wahyu Wiriassto, and Paniran Paniran. "Rancang Bangun Simulator Pengendalian Lift 6 Lantai Berbasis Plc." *Jurnal Teknologi Informasi, Komputer, dan Aplikasinya (JTika)* 4.1 (2022): 97-106.
- [2] Paulang, Hipolitus. *Perencanaan Passanger Elevator Kapasitas 1600 Kg Pada Ketinggian 3 Lantai Dengan Menggunakan Mesin Penggerak Berjenis Gearless (Studi Kasus Gedung RSUD Undata Palu)*. Diss. Universitas Tadulako, 2020.
- [3] Nurdin, Rosiyah. "Perencanaan Elevator (LITF) Kampus Sekolah Tinggi Teknologi Industri Bontang (STTI Bontang) Lantai Enam Dengan Kapasitas Delapan Orang." *Jurnal Teknik Juara Aktif Global Optimis* 2.1 (2022): 62-70.
- [4] Maulana, Pitu, and Joko Sutopo. *Rancang Bangun Elevator Berbasis Arduino*. Diss. University of Technology Yogyakarta, 2018.
- [5] Andani, Gita Ayu. "Prototipe kendali lift penumpang 4 lantai berbasis PLC." *SKRIPSI Mahasiswa UM* (2022).
- [6] Pratama, Gales Nur Indriatno Putra, and H. Sumarjo. "Aksesibilitas Tata Letak Elevator Penumpang Gedung Kantor Pusat Layanan Terpadu (KPLT) Fakultas Teknik UNY." *INERSIA: Informasi dan Ekspose hasil Riset teknik Sipil dan Arsitektur* 14.1 (2018): 26-35.
- [7] Afifah, Aisyah Fitri, and Nugroho Hartono. "Analisa Kebutuhan Dan Manajemen Pemeliharaan Elevator Pada Gedung Perum Perhutani Unit I Jawa Tengah." *Wahana Teknik Sipil: Jurnal Pengembangan Teknik Sipil* 22.1 (2017): 17-28.
- [8] WAFA, ABI. *Desain Mechanical Electrical Pada Gedung Pasca Sarjana Unisnu Jepara Untuk Menentukan Kapasitas Panel Surya*. Diss. UNISNU Jepara, (2018).
- [9] M. D. Sebayang, *Cara Kerja dan Perbaikan Lift pada Gedung BUMN*. Jakarta: Teknik Mesin Universitas Peradaban, (2013).
- [10] Wu, Kai Fa, et al. "Design of Machine Operating Panel based on CAN Bus for the PC-based CNC System." *Advanced Materials Research*. Vol. 819. Trans Tech Publications Ltd, (2013).
- [11] Z. Astamar, *Mekanika Teknik 1*. Jakarta: Erlangga, (1992).
- [12] Budiarti, Erlin. *Studi kualitas transportasi vertikal lift (elevator) pada gedung RSUD Bangil 2 di kabupaten Pasuruan*. Diss. Universitas Negeri Malang, (2009).
- [13] Nishar, Nadia Utami, and Andi Tenrisukki. "Analisis Kebutuhan Dan Manajemen Pemeliharaan Elevator Gedung Kementerian Dalam Negeri Republik Indonesia." *TERAS JURNAL* 11.1 (2021): 149-156.
- [14] Lumenta, Arie SM. "Perancangan Dan Simulasi Perangkat Lunak Sistem Kontrol Lift." *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer* 3.1 (2014): 87-97.
- [15] Burhanuddin, Muhammad Aji. *Simulasi Pembuatan Miniatur Lift 3 Lantai Dengan Menggunakan Sensor Load Cell Dan Infrared Berbasis Programmable Logic Controller (PLC) Schneider Tm221ce16r Dan Human Machine Interface (HMI)*. Diss. undip, 2018.
- [16] Huang, Qiang, Jianmin Cao, and Ruize Sun. "Design and Implementation of an Elevator Power Failure Warning System." *Journal of Physics: Conference Series*. Vol. 1621. No. 1. IOP Publishing, 2020.
- [17] He, H., Long, Y., & Yu, W. (2021, March). Design and simulation of elevator emergency system based on TIA Portal V15. 1. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1802, No. 4, p. 042089). IOP Publishing.
- [18] Winarno, Yoyok. "Sistem kontrol kecepatan Motor Dc pada Lift Konvensional Dengan Kontrol Linier Quadratic Regulator (LQR) Berbasis Arduino Uno." *JURNAL TEKNIK ELEKTRO* 9.2 (2020).
- [19] Sopandi, Imaludin. *Perancangan Sistem Keamanan Elevator dengan Metode Strain Controlled Berbasis PLC*. Diss. Universitas Jenderal Soedirman, 2020.
- [20] Chamdareno, Prian Gagani, Erwin Dermawan, and Hendra Octafriandi. "Desain dan Analisa Permanen Magnet Motor Sinkron untuk Aplikasi pada Lift." *RESISTOR (elektRONika kEndali telekomunikaSI tenaga liSTrik kOMputer)* 2.2 (2019): 113-120.

- [21] Wahidani, Endang. *Pengaruh Implementasi Software Electrical Control Techniques Simulator (Ekts) Dalam Praktikum Sistem Kontrol Instalasi Motor Listrik Tiga Fasa Terhadap Hasil Belajar Siswa Kelas Xi Smk Pab I Helvetia*. Diss. UNIMED, 2017.
- [22] Ahyadi, Zaiyan, Sarifudin Sarifudin, and Ivan Maududy. "Rancang Bangun Simulator Sistem Kontrol Elevator 3 Lantai." *Poros Teknik* 10.2 (2018): 82-29.
- [23] Sudaesi, Abdurrohman, Giri Wahyu Wiriasto, and Paniran Paniran. "Rancang Bangun Simulator Pengendalian Lift 6 Lantai Berbasis Plc." *Jurnal Teknologi Informasi, Komputer, dan Aplikasinya (JTIKA)* 4.1 (2022): 97-106.
- [24] Anggraini, Maharani Ongky, and Antonius Suhartomo. "Perancangan Sistem Deteksi Dini Lift Barang Berbasis Arduino di PT Dharma Electrindo Manufacturing." *Journal of Electrical and Electronics Engineering* 2.1 (2019): 32-41.
- [25] Septiawan, Muhammad Hendrik, Dadang Suherman, and Prihadi Murdiyat. "Perencanaan Eskalator Lantai Satu ke Dua pada Gedung Direktorat Politeknik Negeri Samarinda dengan Kendali PLC." *J. Tek. Mesin* (2020).