

Desain Alat Penggerak *Fuse carrier* pada *Fuse cut out* Menggunakan ARM STM32F103 Pada Jaringan Tegangan Menengah

Suryono¹, Endro Wahjono¹, Ade Candra Bahtiar^{1*}

¹ Teknik Elektro Industri, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, 60111, Indonesia

Corresponding Author: adecb001@gmail.com

Riwayat Artikel

Diserahkan: 7 Januari 2024

Direvisi: 20 Juni 2024

Diterima: 15 Juli 2024

Dipublikasi: 30 November 2014

Abstrak

Fuse cut out (FCO) merupakan alat pemisah pada jaringan tegangan menengah, pelepasan FCO dilakukan dengan memisahkan kontak atas dengan *fuse carrier*. Cara pelepasan *fuse carrier* pada umumnya masih menggunakan metode manual dengan peralatan khusus yaitu tongkat telescopic 20KV. Penggunaan tongkat telescopic sangat memakan waktu serta rawan sekali mengalami kebocoran isolasi yang berpengaruh terhadap keselamatan kerja. Pada penelitian ini pelepasan *fuse carrier* dilakukan dengan remot kontrol sebagai perintah lepas dan masuk *fuse carrier*. Pengujian alat ini dilakukan pada tegangan 223 Volt AC. Rancangan remot kontrol mampu memberikan sinyal perintah dengan jarak maksimum 21 m pada kondisi realtime. Kontruksi mekanik disesuaikan dengan standar *Clearance Distance* pada jaringan tegangan menengah dan diperoleh hasil pembuatan mekanik terhadap kontak atas dengan jarak lepas *fuse carrier* sebesar 207 mm serta kontak atas dengan aktuator pneumatik sebesar 200 m, sumber udara bertekanan menggunakan 5 bar. Rata-rata keberhasilan sebesar 88.8% Fasa R, 77.7% Fasa S, 77.7% Fasa T. Konstruksi alat penggerak *fuse carrier* dalam penelitian ini digunakan pada pelepasan FCO sehingga lepas dan masuk membutuhkan waktu yang lebih cepat serta mengoptimalkan keselamatan kerja.

Kata kunci: *Fuse cut out*, Pneumatik, Remot Kontrol, *Clearance Distance*.

Abstract

Fuse cut out (FCO) is a separation device in medium voltage networks, FCO removal is done by separating the top contact with the fuse carrier. How to remove the fuse carrier in general still uses a manual method with special equipment, namely a 20KV telescopic stick. The use of telescopic sticks is very time consuming and prone to leakage of insulation which affects work safety. In this study, the release of the fuse carrier was carried out with a remote control as a command to release and enter the fuse carrier. Testing of this tool is carried out at a voltage of 223 Volts AC. The remote control design is able to provide a command signal with a maximum distance of 21 m in real time conditions. The mechanical construction is adapted to the standard *Clearance Distance* in the medium voltage network and the results of mechanical manufacturing of the upper contact with the fuse carrier release distance of 207 mm and the upper contact with the pneumatic actuator of 200 m, the compressed air source uses 5bar. The average success was 88.8% Phase R, 77.7% Phase S, 77.7% Phase T. The construction of the fuse carrier drive tool in this study is used in the

release of FCO so that release and entry require faster time and optimise work safety.

Keywords: *Fuse cut out, Pneumatic, Remote Control, Clearance Distance.*

1. Pendahuluan

Fuse cut out merupakan sebuah alat pemisah yang digunakan pada jaringan distribusi tenaga listrik. *Fuse cut out* sendiri dapat berfungsi sebagai pemisah antara tegangan menengah atau penyulang 20KV dengan transformator distribusi. Pada dasarnya untuk pengoperasian *Fuse cut out* sebagai pemisah, dengan dilakukannya lepas serta masuk *fuse carrier* atau biasa disebut deksel. Masuknya *fuse carrier* dilakukan agar transformator distribusi mendapat sumber tegangan dari penyulang supaya pendistribusian tenaga listrik untuk jaringan tegangan rendah dapat dilakukan. Dalam lepasnya *fuse carrier* didasari dengan kondisi yang sering dilakukan berkala yaitu pemeliharaan gardu distribusi.

Dalam pengoperasian lepas dan masuk *fuse carrier* terkait menjaga keselamatan ketenagalistrikan terhadap tegangan menengah 20KV, pengoperasian lepas dan masuk *fuse carrier* dilakukan dengan peralatan isolasi berupa Tongkat Telescopic 20KV yang wajib digunakan, serta peralatan wajib lainnya harus dipakai oleh operator yaitu sarung tangan isolasi dan sepatu bot isolasi. Dalam pengoperasian ini lebih merepotkan dan memotong waktu, dikarenakan tongkat telescopic 20KV yang berat serta operasinya masih manual untuk kondisi tinggi tongkat telescopic yang digunakan untuk menjangkau *fuse carrier*.

Penggunaan peralatan isolasi tongkat telescopic 20 KV juga sangat mudah mengalami kegagalan isolasi seperti kebocoran isolasi atau isolasi turun tidak sesuai standar yang mengakibatkan terjadinya tegangan kejut atau tegangan tembus tak langsung. Hal ini juga sangat bermasalah saat pengoperasian dalam kondisi cuaca buruk seperti hujan, yang dapat dengan mudah

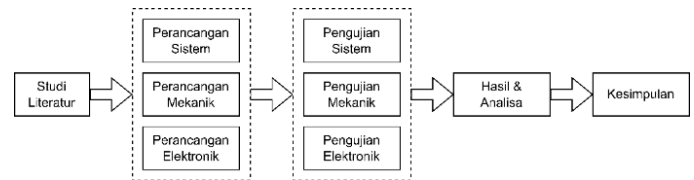
membahayakan keselamatan kerja terhadap operator pelaksana [2]. Dalam menjaga keselamatan tenaga listrik sangat harus diupayakan agar tidak terjadi kecelakaan kerja terhadap peralatan listrik yang gagal isolasi [5].

Permasalahan – permasalahan tersebut dapat diatasi dengan dirancang sebuah alat yang digunakan untuk lepas dan masuk *fuse carrier* melalui jarak jauh berbasis remot kontrol. Langkah ini didasarkan pada penggunaan sebelumnya yang telah dilakukan, penyesuaian pelepasan dan masuk *fuse carrier* menggunakan tongkat telescopic 20KV sebagai metode pencegah kecelakaan kerja [5]. Tujuan dari penelitian ini yaitu dilakukan pengembangan lepas dan masuk *fuse carrier* dengan lebih efisien terhadap waktu serta lebih mengupayakan keselamatan kerja dikarenakan tanpa bersentuhan langsung dengan operator, dengan menggunakan aktuator penggerak berupa silinder pneumatic agar mudah bergerak secara linier untuk mendorong serta menarik *fuse carrier*, serta digunakan sumber udara bertekanan untuk menggerakkan silinder dengan torsi dan gerak yang cepat. Untuk bagian elektrik digunakan untuk memberikan sinyal pada sistem supaya dapat menjalankan perintah untuk kerja aktuator. Penggunaan remot kontrol sebagai perintah lepas dan masuk *fuse carrier*.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yang digunakan untuk meunjang perancangan sistem penggerak *fuse carrier* pada *fuse cut out*. Berdasarkan studi literatur tentang penggunaan tongkat stick 20 KV untuk lepas dan masuknya *fuse carrier* membutuhkan waktu dalam pengoperasian serta masih ada celah terhadap tegangan sentuh tak langsung. Setelah memahami studi literatur, akhirnya diperoleh

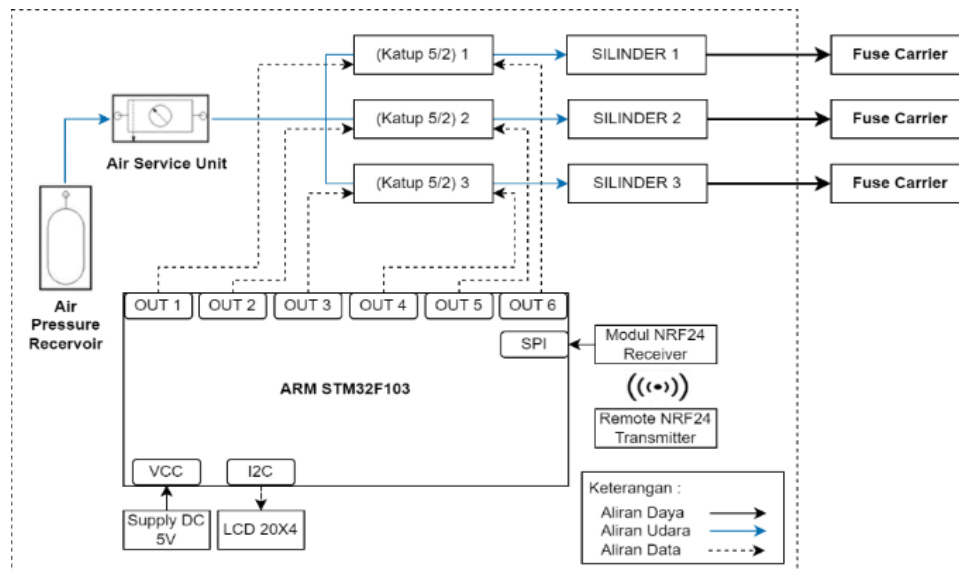
wawasan pengetahuan terkait dengan alat serupa. Dilanjutkan dengan perancangan beserta pembuatan sistem yang melibatkan aspek mekanik dan elektronik serta tujuan utama sebagai lepas dan masuk *fuse carrier* yang lebih optimal terhadap waktu dan keselamatan kerja. Pengujian meliputi sistem, mekanik, dan elektronik yang berfungsi untuk memastikan kondisi sistem sesuai perancangan. Dalam proses pengujian dilakukan pengambilan data untuk melanjutkan ke tahap Hasil dan Analisa, sebagai kaca mata dari kinerja sistem dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan perencanaan. Tahap akhir dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan dari rancangan hasil sistem yang telah dibuat.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

2.1 Perancangan Sistem

Sistem yang telah dirancang akan dijelaskan melalui gambar dalam suatu diagram blok. Pada diagram blok meliputi cara kerja keseluruhan sistem yang digunakan sebagai acuan dari pembuatan sistem dengan fungsi hasil yang sesuai perancangan. Diagram blok desain alat penggerak *fuse carrier* pada *Fuse cut out* dapat ditunjukkan pada Gambar 2.



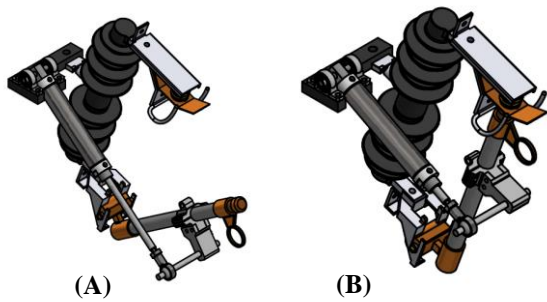
Gambar 2. Diagram Blok Sistem

Pada Gambar 2 dapat dijelaskan mengenai sistem pergerakan *fuse carrier*. Dari sistem penggerak *fuse carrier* terjadi kondisi lepas dan masuk mekanik melalui perintah remot kontrol dengan menggunakan modul Transmitter NRF24L01 dan diterima oleh modul Receiver NRF24L01, selanjutnya proses sistem diolah mikrokontroler ARM STM32F103C8T6. Proses tersebut meliputi perintah untuk pergeseran Katub 5/2 kerja ganda pneumatic, sebagai pengatur arah aliran dari sumber udara bertekanan serta memberikan tenaga pendorong dan penarik silinder pneumatic. Geraknya

silinder berpengaruh terhadap lepas dan masuk *fuse carrier*, dikarenakan desain perencanaan sistem silinder pneumatic yang terhubung dengan rancangan *fuse carrier*. Kondisi sistem mekanik lepas dan masuk dapat ditampilkan menggunakan indikator LCD Character 20x4.

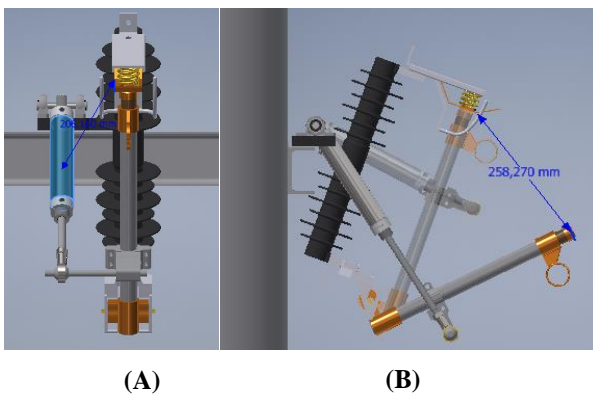
2.2 Perancangan Mekanik

Perancangan sistem mekanik memiliki peranan yang sangat penting dalam menunjang terciptanya arah gambaran dalam pengerjaan penelitian ini. Desain mekanik ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain Perancangan Mekanik Penggerak Fuse carrier

Pada rancangan alat penggerak *fuse carrier* seperti yang ditunjukkan Gambar 3 memiliki dua kondisi yaitu kondisi tertutup (masuk) dan kondisi terbuka (lepas). Kondisi tersebut dapat terjadi ketika diberikan perintah dari remot kontrol. Pada perencanaan mekanik ini juga memperhitungkan jarak aman (*Clearance Distance*) dengan jarak minimum yang diizinkan kelistrikan Tegangan Menengah. Adapun untuk desain jarak aman ditunjukkan Gambar 4.

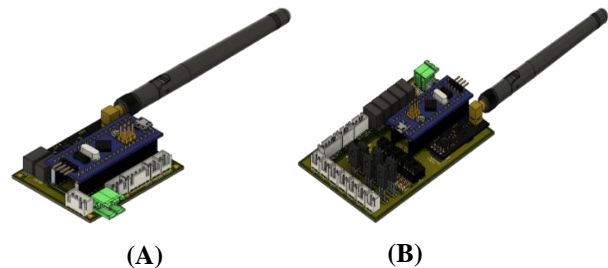


Gambar 4. Desain Clearance Distance

Gambar 4 merupakan jarak *Clearance Distance* dalam keadaan tertutup dan terbuka. Jarak antara aktuator silinder pneumatik dengan kontak atas pada *Fuse cut out* dengan *fuse carrier* dalam kondisi menutup ini terukur jarak 206 mm. Pada acuan Standar Perusahaan Listrik Negara dengan jarak aman ketika bertegangan 20 kV adalah 20 mm, sehingga rancangan atau desain ini telah disesuaikan dengan standar aturan Perusahaan Listrik Negara. Sedangkan desain *fuse carrier* dalam kondisi membuka, kerja kondisi silinder berada pada posisi

maksimal supaya dapat mendorong *fuse carrier*. Pada posisi *fuse carrier* membuka terdapat jarak antara kontak atas dengan kepala *fuse carrier* sebesar 258,270 mm.

2.3 Perancangan Elektronik



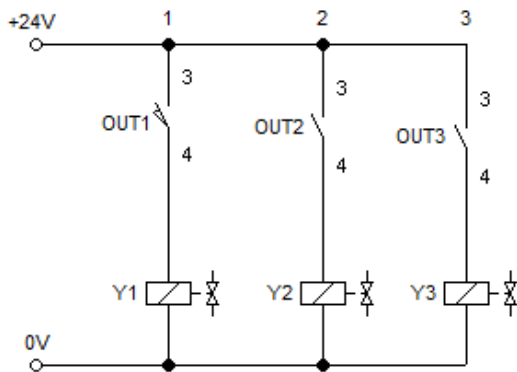
Gambar 5 (A) Main Board Transmitter dan (B) Main Board Receiver

Gambar 5 (A) merupakan perencanaan board transmitter remot kontrol ini berfungsi sebagai perintah untuk pengirim data agar dapat diterima oleh *Receiver* melalui kode program yang dibuat. Sedangkan Gambar 5 (B) merupakan perencanaan board *Receiver* remot kontrol digunakan sebagai penerima data yang dikirimkan melalui board transmitter serta digunakan sebagai pengolahan sistem dengan menggunakan ARM STM32F103, yang dilengkapi dengan komunikasi SPI (Serial Peripheral Interface) penghubung Modul NRF24L01.

2.4 Perancangan Elektro Pneumatik

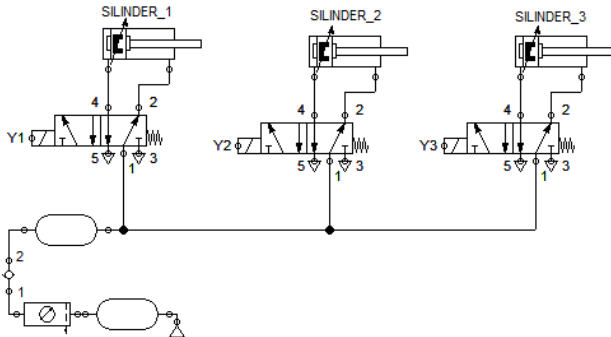
Dalam perencanaan elektro pneumatik ini terdiri dari perencanaan katup solenoid dan perencanaan rangkaian daya pneumatik. Rangkaian solenoid ini bertujuan untuk mengetahui perpindahan katup 5/2 melalui solenoid yang akan diberikan tegangan pemicu untuk menggerakkan katub solenoid. Dalam perencanaan katup solenoid digunakan 5/2 dengan solenoid ganda. Pengaturan katup akan berpengaruh terhadap perubahan aliran udara terhadap silinder pneumatik. Gerak silinder pneumatik maju serta mundur dilandasi oleh aliran dari katup 5/2. Berikut merupakan rangkaian dari kerja solenoid yang telah

disesuaikan dengan sistem yang ditunjukkan oleh Gambar 6.



Gambar 6. Rangkaian Solenoid

Pada perencanaan rangkaian daya pneumatik ini silinder yang akan digunakan yaitu 3 buah silinder kerja ganda dengan masing-masing silinder terdapat katup 5/2 double solenoid untuk mengatur kerja dari silinder tersebut. Dalam pengendalian 3 buah silinder memiliki proses berurutan antara masing-masing silinder. Berikut merupakan rangkaian untuk pneumatik.



Gambar 7. Rangkaian Daya Pneumatik

Gambar 7 merupakan rangkaian daya pneumatik, dimana dalam perencanaan ini menggunakan tangki penyimpanan udara yang nantinya sebagai sumber dari udara yang akan menggerakkan piston silinder. Untuk menggerakkan silinder pada sistem ini akan digunakan katup 5/2 double solenoid yang digunakan sebagai pengatur arah silinder. Pada kondisi solenoid diberikan tegangan pemicu sisi koil Y maka silinder akan bergerak maju dan ketika solenoid diberikan pemicu sisi Z maka solenoid akan bergerak mundur.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan beberapa pengujian untuk mengetahui kinerja sistem yang telah dibuat. Adapun untuk pengujian sistem yang dilakukan adalah sebagai berikut:

3.1 Pengujian Manual Katup 5/2

Katup 5/2 kerja ganda digunakan untuk pengatur pergeseran arah aliran udara, dimana dalam pengujian ini supaya dapat mengetahui arah aliran udara yang akan digunakan dengan memberikan perintah manual (tombol) yang terdapat pada katup 5/2. Pengujian katup 5/2 ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Pengujian Manual Katup 5/2

Gambar 8 merupakan pengujian secara manual dari kerja katup pengatur arah 5/2, pada gambar tersebut terdapat masukan tekanan udara yang dibatasi air service unit dan keluaran dari katup 5/2 yang masuk ke air service unit sebagai pembukti keluaran arah udara pada katup 5/2 dan terdapat tombol pada katup 5/2 sebagai penggeser arah aliran udara yang dilakukan secara manual. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui baik dan tidaknya katup 5/2 double solenoid. Hasil dari pengujian manual katup 5/2 double solenoid dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 merupakan hasil pengujian katup 5/2, pada tabel tersebut terdapat simbol P yang berarti masukan udara bertekanan dari katup 5/2, Y1 merupakan kode simbol untuk arah pergeseran pada arah aliran yang diberikan kode

simbol A dan Y2 merupakan kode simbol untuk pergeseran katup pada arah aliran kode simbol B.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Manual Katup 5/2

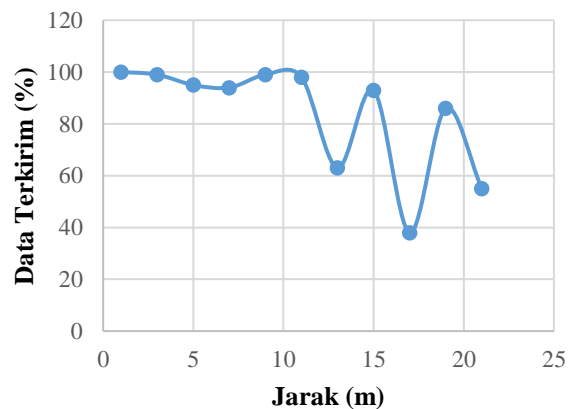
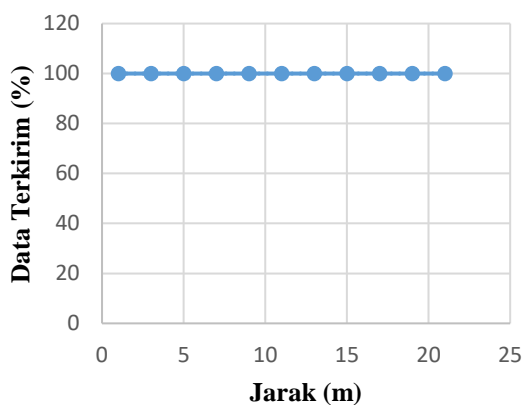
Masukan Tekanan P (Bar)	Manual Tombol	Arah Udara	Keluaran Tekanan (Bar)
1	Y1	A	0
2	Y1	A	2
3	Y1	A	3
4	Y1	A	4
5	Y1	A	5
6	Y1	A	6
7	Y1	A	7
1	Y2	B	0
2	Y2	B	2
3	Y2	B	3
4	Y2	B	4
5	Y2	B	5
6	Y2	B	6
7	Y2	B	7

Pada Tabel 1 dilakukan pengujian dengan merubah tekanan yang masuk ke simbol P dalam kondisi katup diberikan tekanan dengan nilai 1 bar maka katup tidak mengeluarkan udara pada arah A maupun B, hal ini mengacu pada nilai

referensi dari katup 5/2 dengan range 0.15-0.8 MPa atau 1.5-8 Bar. Untuk katup 5/2 ini terpenuhinya aliran keluaran udara harus diatas 1.5 bar agar katup dapat mengalirkan udara yang masuk. Untuk nilai tekanan diatas 1.5 bar katup dapat mengalirkan udara menuju lubang keluar dengan simbol A maupun B. Dari hasil data yang diperoleh katup 5/2 pada kondisi arah simbol A dan arah simbol B dapat dikatakan baik dikarenakan nilai yang masuk pada katup 5/2 sama dengan nilai yang keluar pada keluran katup.

3.2 Pengujian Modul Remot pada Kondisi Halangan

Pada pengujian remot kontrol ini dilakukan pengujian tanpa dan dengan adanya halangan, pengambilan data masih dilakukan dengan jarak 3meter sampai dengan 21meter yang diuji terhadap modul remot NRF24L01.



Gambar 9. (A) Grafik Jumlah Data Terkirim tanpa Halangan dan (B) Grafik Jumlah Data Terkirim dengan Halangan

Gambar 9 (A) merupakan grafik presentase jumlah data terkirim terhadap jarak pada saat pengujian tanpa adanya halangan. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pengiriman data dilakukan dengan variasi jarak 1meter sampai dengan 21meter dengan presentase pengiriman sebesar 100 % tanpa adanya data yang hilang. Hasil dari pengujian ini sangat layak digunakan pada saat modul remot berada tanpa halangan

sama sekali dengan jarak sesuai grafik data. Gambar 9 (B) merupakan grafik presentase jumlah data terkirim terhadap jarak pada saat pengujian dengan simulasi halangan. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pengiriman data sangat tidak stabil dengan jarak lebih dari 1 meter. Rata-rata dari data terkirim sebesar 84% dari total jarak pengujian yang ditempuh. Hasil dari pengujian ini kurang begitu baik untuk

modul remot yang menyebabkan respon sistem dari alat penggerak *fuse carrier* akan lambat.

3.3 Pengujian Sistem

Pada pengujian sistem diberikan tegangan 223.0 Volt AC, bertujuan untuk mengetahui kinerja dari sistem yang telah mengikuti standar. Proses pengujian sistem ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Pengujian Mekanik Kondisi Bertegangan

Adapun hasil pengujian sistem tegangan pada FCO ini dapat ditunjukkan oleh Tabel 2. Tabel 2 merupakan hasil pengujian dari sistem

integrasi diambil dengan kondisi remot kontrol real time, parameter kegagalan sistem mekanik dapat diperhatikan kondisi *fuse carrier* menutup (close) dimana *fuse carrier* tidak menutup sempurna dapat dilihat pada Tegangan Fasa yang memiliki sisa tegangan sebesar 10 Volt AC, *fuse carrier* dalam kondisi baik dapat menutup sempurna dengan tegangan terbaca 223 Volt AC. Kegagalan sistem ditandai dengan X serta keberhasilan sistem ✓. Pengujian diambil sampel kali 9 kondisi open dan kali 9 kondisi close, total percobaan kali 18. Sistem ini tidak dapat bekerja ketika tekanan udara kurang dari 2.12 bar ditandai dengan ketiga fasa tidak menutup sempurna. Maka dari data penelitian ini diambil rata-rata keberhasilan sistem mekanik kondisi close dengan masing-masing fasa sebesar 88.8% Fasa R, 77.7% Fasa S, dan 77.7% Fasa T. Rata-rata data kondisi sistem mekanik open tidak mengalami kegagalan dengan presentase 100%.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sistem

Sampel	Tekanan (Bar)	Tegangan Fasa (Volt)			Kondisi <i>Fuse carrier</i> Fasa			Keterangan Fasa		
		R	S	T	R	S	T	R	S	T
1	5.00	0.0	0.0	0.0	Open	Open	Open	✓	✓	✓
2	4.88	223.0	223.0	223.0	Close	Close	Close	✓	✓	✓
3	4.76	0.0	0.0	0.0	Open	Open	Open	✓	✓	✓
4	4.64	223.0	223.0	223.0	Close	Close	Close	✓	✓	✓
5	4.52	0.0	0.0	0.0	Open	Open	Open	✓	✓	✓
6	4.40	223.0	223.0	223.0	Close	Close	Close	✓	✓	✓
7	4.28	0.0	0.0	0.0	Open	Open	Open	✓	✓	✓
8	4.16	223.0	223.0	223.0	Close	Close	Close	✓	✓	✓
9	4.04	0.0	0.0	0.0	Open	Open	Open	✓	✓	✓
10	3.92	223.0	223.0	10.0	Close	Close	Close	✓	✓	✓
11	3.80	0.0	0.0	0.0	Open	Open	Open	✓	✓	✓
12	3.68	223.0	10.0	223.0	Close	Close	Close	✓	X	✓
13	3.32	0.0	0.0	0.0	Open	Open	Open	✓	✓	✓
14	3.08	10.0	223.0	10.0	Close	Close	Close	X	✓	X
15	2.72	0.0	0.0	0.0	Open	Open	Open	✓	✓	✓
16	2.48	223.0	10.0	10.0	Close	Close	Close	✓	X	X
17	2.12	0.0	0.0	0.0	Open	Open	Open	✓	✓	✓
18	1.76	10.0	10.0	10.0	Close	Close	Close	X	X	X

4. Kesimpulan

Setelah melakukan beberapa langkah-langkah dalam pengerjaan penelitian ini mulai dari perencanaan, pembuatan alat dan pengambilan

data keseluruhan. Penggunaan remot kontrol sebagai penggerak *fuse carrier* telah memberikan dampak yang baik dalam keselamatan kerja operator dan membutuhkan

waktu yang relatif singkat pada saat lepas dan masuk *fuse carrier*. Hasil pengujian sistem masih dalam kondisi baik, yang dapat dilihat pada rata-rata keberhasilan mekanik sistem.

Daftar Pustaka

- [1] Alfiando. Reddy Berto, “Perencanaan dan Pembuatan Kontrol Mesin Press Panas Pneumatik Berbasis 2 Control Relay dengan Bantuan Software Fluidsim, EWB dan Matlab”, Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2016.
- [2] Ben. Miao Ming Qing Li Yue Ming, “*Remote Controlled Drop-Out Fuse cut out*”, China, CN100431083C.
- [3] Hidayati. Alfiana Nur, “Rancang Bangun Mesin Penyayat Bambu Semi Otomatis dengan Sistem Kontrol Elektro Pneumatik”, Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2016.
- [4] Ju. Zeli. dkk, “*Research on Status Monitoring and Fault Alarm Device of Drop-out Fuse*” Journal of Physics IPEC, 2021.
- [5] Kelompok Bidang SPLN, “Standar PT PLN (PERSERO) D3.007-1:2010”, Modul, 2010.
- [6] Paul Scherz and Simon Monk, “*Practical Electronics for Inventors*”, The Mc-Graw-Hill Companies, New York, 2011.
- [7] Peter Croser, F. Ebel, “*Pneumatics*”, Festo Didactic, Germany 2002.
- [8] Riyanto, Fany Maulidin, “Rancang Bangun Fuse Holder Replacement Pada Replika Cut Out Trafo Distribusi Menggunakan Pole Climbing Robot Berbasis Android Dan HAAR Cascade”, Proyek Akhir, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, 2021.
- [9] Swargani. Anugrah, “Pemodelan Matematik Sistem Kendali Gerak untuk Pembangkit Listrik Tenaga Arus Air Laut Berdasarkan Sistem Pneumatik”, Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2018.
- [10] Takeishi. Hisami. dkk, “*A Force Sensing-based Pneumatics for Robotic*,” IEEE, 2018.
- [11] T. G. Alessandro Septiano W, “NRF 24L01 Sebagai Pemancar/Penerima Untuk Wireless Sensor Network,” Jurnal TEKNO, vol. 17, pp. 26-34, 2020.
- [12] W. Suwito. dkk, “Pengaturan Posisi Piston Silinder Pneumatic Pada Lengan Robot KRAI”, Publikasi Jurnal Skripsi, Universitas Brawijaya, 2014.