

PENGEREMAN DINAMIK DENGAN *ZERO SPEED SWITCH* SEBAGAI PENGENDALI MOTOR INDUKSI 3 FASA

Ahmad Mukhrodi

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia

e-mail : ahmadmukhrodi17@gmail.com

Subuh Isnur Haryudo, Achmad Imam Agung, Aditya Chandra Hermawan

Dosen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia

e-mail : subuhisnur@unesa.ac.id , achmadimam@unesa.go.id , adityahermawan@unesa.ac.id

Abstrak

Motor induksi tiga fasa banyak digunakan dalam dunia industri sebagai penggerak beban, karena memiliki konstruksi yang kokoh dan mudah dalam pengoperasiannya. Dalam pengoperasian motor induksi tiga fasa, pengereman merupakan salah satu faktor yang diperhatikan dan dibutuhkan waktu yang cepat dan efisien untuk menghentikan putaran motor. Untuk menghentikan putaran motor dapat dilakukan dengan metode pengereman dinamik, yang dilakukan dengan menginjeksikan arus searah (dc) kedalam kumparan stator. Namun untuk pengereman dinamik injeksi arus searah sendiri masih memerlukan cara pengontrolan yang efektif. Oleh karena itu dalam menulis artikel ini penulis bertujuan ingin mengetahui tingkat keefisienan dari metode pengereman dinamik, yang dikombinasikan dengan rangkaian *zero speed switch*. Dari penelitian Penambahan dari *zero speed switch* sendiri bertujuan untuk mempermudah dan mempercepat dalam proses pengereman. Penelitian kali ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang menjadikan angka sebagai tujuan akhir Berdasarkan hasil yang didapatkan dari percobaan dengan menginjeksikan arus dc 1A dengan beban dari generator 100 watt motor dapat berhenti 4.9 detik, dan untuk penginjeksian arus dc 2.2A dengan beban dari generator 100 watt motor dapat berhenti dalam waktu 4.4 detik. Kemudian hasil dari pengereman menggunakan plugging dengan *zero speed switch* motor dapat berhenti dalam waktu 14 detik. *Zero speed switch* sendiri merupakan timer sehingga ketika dikombinasikan dengan pengereman dinamik dapat di atur sesuai keinginan sehingga mendapatkan waktu pengereman (Berhentinya Motor) yang lebih cepat dan efektif.

Kata Kunci : Motor Induksi, Pengereman Dinamik, *Zero Speed Switch*

Abstract

Three-phase induction motor is widely used in the industrial world as a load driver, because it has a sturdy construction and easy to operate. In the operation of three phase induction motors, braking is one of the factors considered and it takes a fast and efficient time to pass the rotation of the motor. To stop the motor rotation can be done by the method of dynamic braking, which is done by injecting direct current (DC) into the stator coil. However, for dynamic braking, direct current injection itself still needs effective control methods. Therefore, in writing this article the author wants to find the level of efficiency of the dynamic braking method, combined with a zero speed switch sequence. From research Addition of the zero speed switch itself to simplify and improve the braking process. This study uses quantitative publications that contain the final decision of the results obtained from the study by injecting a dc current 1A with a load of a 100 watt generator the motor can stop 4.9 seconds, and for injection of a 2.2A dc current with a load of a 100 watt generator the motor can stop within 4.4 seconds. Then the result of braking using plugging with zero motor speed switch can stop within 14 seconds. Zero speed switch itself is a timer so that compilation with dynamic braking can be set according to the desire to get braking (Stop the Motor) which is faster and more effective.

Keywords : Induction Motor, Dynamic Braking, Zero Speed Switch

PENDAHULUAN

Motor listrik banyak digunakan pada dunia industri Motor listrik digunakan sebagai penggerak beban. Mesin berbeban seperti mesin bubut, mesin skrap, mesin potong dan beberapa mesin penggerak lainnya. Untuk jenis motor listrik yang sering digunakan adalah jenis motor induksi 3 fasa karena

memiliki konstruksi yang sederhana, mudah dalam pengoperasiannya, perawatan yang mudah dan tidak membutuhkan banyak biaya dalam perawatannya.^[1]

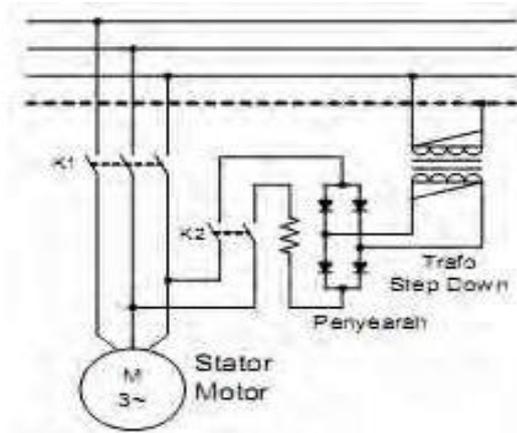
Pengereman motor induksi tiga fasa merupakan salah satu masalah penting, terutama dalam aplikasi industri yang membutuhkan multi-stop

dalam waktu yang pasti. Pengereman bisa mekanis maupun listrik. Pengereman mekanis sendiri memiliki banyak kekurangan seperti dapat menimbulkan pemborosan energi kinetik pada rotor dan juga menimbulkan panas yang berlebihan. Oleh karena itu pengereman secara listrik banyak dipilih karena memiliki keunggulan dalam keefisiensannya maupun tidak mudah merusak motor induksi yang digunakan [2]

Untuk itu dalam penulisan artikel ini pengereman dinamik yang dikombinasikan dengan *zero speed switch* sebagai pengendalinya dipilih sebagai metode dalam pengereman motor induksi. Hal tersebut mengacu pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Irwan burhanuddin, 2020) yang menggunakan *zero speed switch* sebagai pengendali untuk pengereman dengan metode membalikan arah putaran motor (*Plugging*).

Pada saat melakukan pengereman dinamik dengan menginjeksikan arus searah (DC), pada saat motor dilepas dari sumber dapat menjadikan motor tersebut memiliki sifat seperti generator. Arus searah yang diinjeksikan ke belitan stator sendiri berguna sebagai penguat putaran motor. Dan rotor dari motor induksi tersebut sudah terhubung singkat yang mana akan menimbulkan EMF (*electro motive force*) dan akan terjadi kopel terhadap lawan yang menyebabkan rotor memiliki kecenderungan untuk berputar kearah yang berlawanan dari arah putaran sebelumnya.

Akan timbul gaya magnet yang dihasilkan dari arus yang mengalir yang disebabkan hubung singkat yang terjadi pada kumparan rotor. Lalu rotor akan berputar dengan kecepatan yang sama dengan medan magnet.



Gambar 1 Rangkaian pengereman dinamik injeksi Arus Searah^[16]

Namun rotor akan berusaha berputar kearah yang berlawanan untuk menjadikan stasioner pada stator. Interaksi medan resultan dan gaya gerak magnet rotor akan menghasilkan torsi yang berlawanan dengan torsi motor sehingga pengereman terjadi. Motor akan berhenti jika energi kinetik tersebut habis didisipasi dalam bentuk panas pada rotor. Torsi pengereman sebanding dengan kuadrat arus pengereman DC. Kelebihan pengereman dengan menginjeksikan arus searah (DC) dibandingkan dengan pengereman *plugging*, yaitu panas yang dihasilkan jauh lebih kecil. dan pengereman secara dinamis dengan menginjeksikan arus searah tidak menimbulkan kejuata yang berlebih pada motor induksi dibandingkan dengan menggunakan pengereman secara mekanis. [3]

Tegangan searah dc didapatkan dari tegangan ac PLN yang disearahkan menggunakan rangkaian penyearah gelombang penuh satu fasa, dan juga diperlukan transformator penurunan tegangan (*step down*). Menurut (Malvino, 1994), tegangan output dc penyearah gelombang penuh satu fasa tanpa filter adalah. [3]

$$\begin{aligned} V_{dc} &= 0,636 V_2 \text{ (puncak)} \\ &= 0.9 V_2 \text{ (relatif)} \end{aligned} \quad (1)$$

Oleh karena itu diperlukan filter untuk tegangan output dari penyearah, karena outputnya masih berupa tegangan yang berdenyut/beriak. Untuk filter yang digunakan sendiri biasanya dapat berupa kapasitor yang dipasang secara paralel terhadap beban. Pada penyearah gelombang penuh dengan filter kapasitor, tegangan dc yang diperoleh adalah. [3]:

$$V_{dc} = V_m - \frac{I_{dc}}{4 f C} \quad (2)$$

Dimana :

- V_{dc} = tegangan dc
- V_m = tegangan maksimum,
- f = frekuensi,
- C = kapasitas kapasitor,
- I_{dc} = arus beban.

Penentuan dioda yang digunakan adalah dengan cara memperhatikan puncak tegangan balik (*Peak Inverse Voltage, PIV*) yang melintas pada dioda, dan besarnya arus pengereman maksimum yang diperlukan. Pada penyearah gelombang penuh satu fasa, puncak tegangan balik yang melintas

pada dioda sama dengan tegangan maksimum (V_m) sisi sekunder transformator, dan arus pada setiap dioda sama dengan setengah arus beban/ arus pengereman^[3]

Zero Speed Switch (ZSS) juga dikenal speed actualing sensing switches digunakan untuk mendeteksi apakah poros (bahkan pada kecepatan lambat) di berbagai mesin, konveyor, pembangkit listrik, dan dalam dunia industri.^[4]

Sakelar kecepatan nol elektrik adalah perangkat sambungan cepat untuk menunjukkan kecepatan yang membuka atau menutup serangkaian kontak melalui relai dan sirkuit elektronik.



Gambar 2 Zero Speed Switch^[4]

Pada instalasi motor atau tenaga listrik penggunaan TDR dikombinasikan dengan komponen instalasi tenaga lain untuk fungsi penundaan misalnya pada pengendali motor hubungan star-delta otomatis, motor berurutan dan sebagainya. Gambar Zero Speed Switch dapat dilihat pada gambar 2.

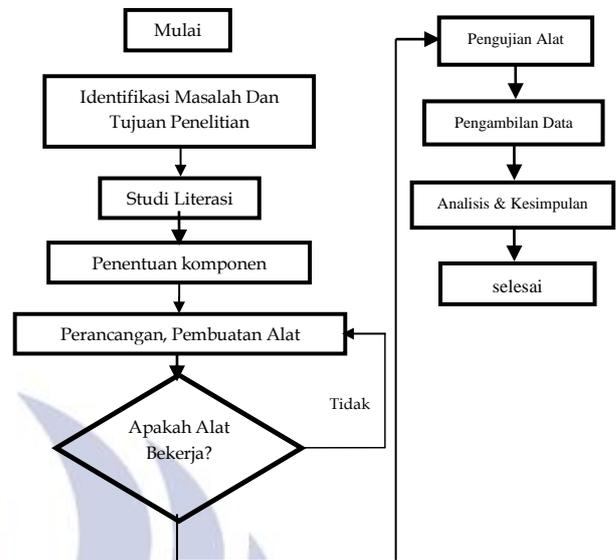
METODE PENELITIAN

Penelitian kali ini menggunakan jenis penelitian yang bersifat kuantitatif, yang merupakan penelitian yang mengedepankan angka sebagai tujuan utama dalam pengumpulan data maupun hasil akhir dari penelitian tersebut.

Pada tahap ini akan dijelaskan bagaimana tahap-tahap perancangan sampai dengan mencapai kesimpulan.

Awal penelitian akan dilakukan melalui identifikasi masalah dengan mengumpulkan sumber-sumber jurnal sebagai referensi. Setelah itu penulis akan merancang dan menguji coba rancangan alat. Variabel yang diuji coba adalah waktu dan arus dari motor induksi 3 fasa yang

didapatkan setelah dilakukan pengereman secara dinamik .



Gambar 3 Rancangan Penelitian

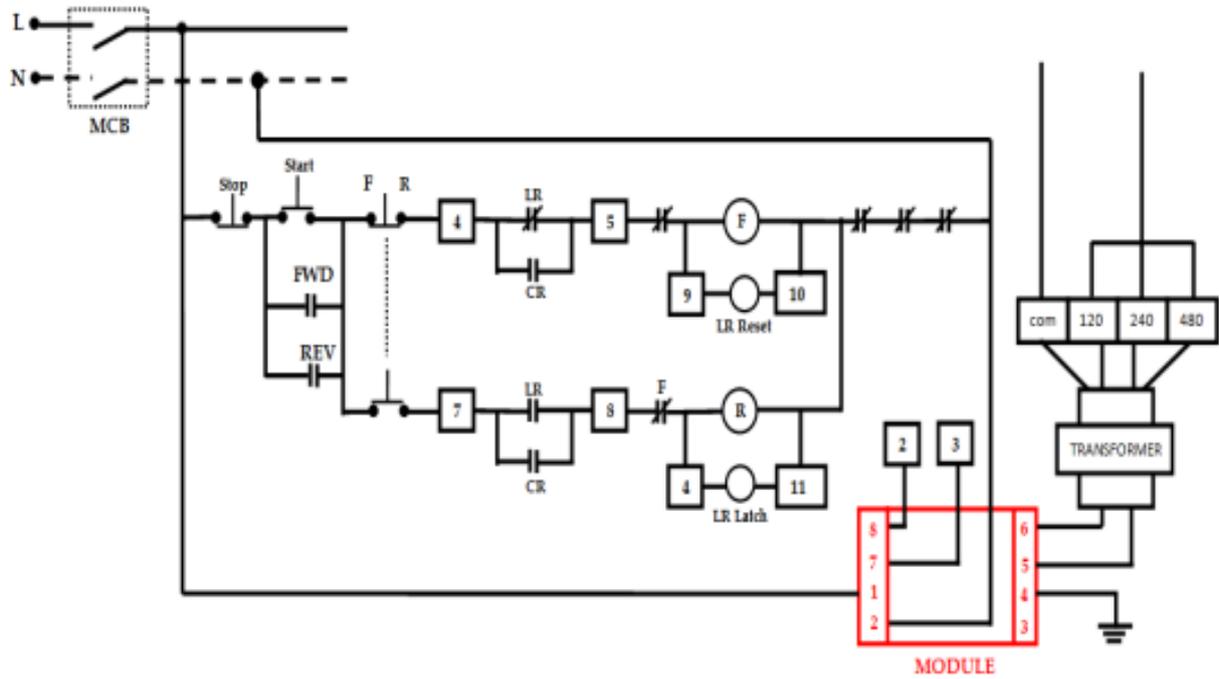
PEMBAHASAN

Penggabungan antara *dynamic braking* dengan *Zero speed Switch* ini menggunakan Zero Speed Switch jenis anti plugging PS_119 dengan rancangan pengendali sebagai berikut.

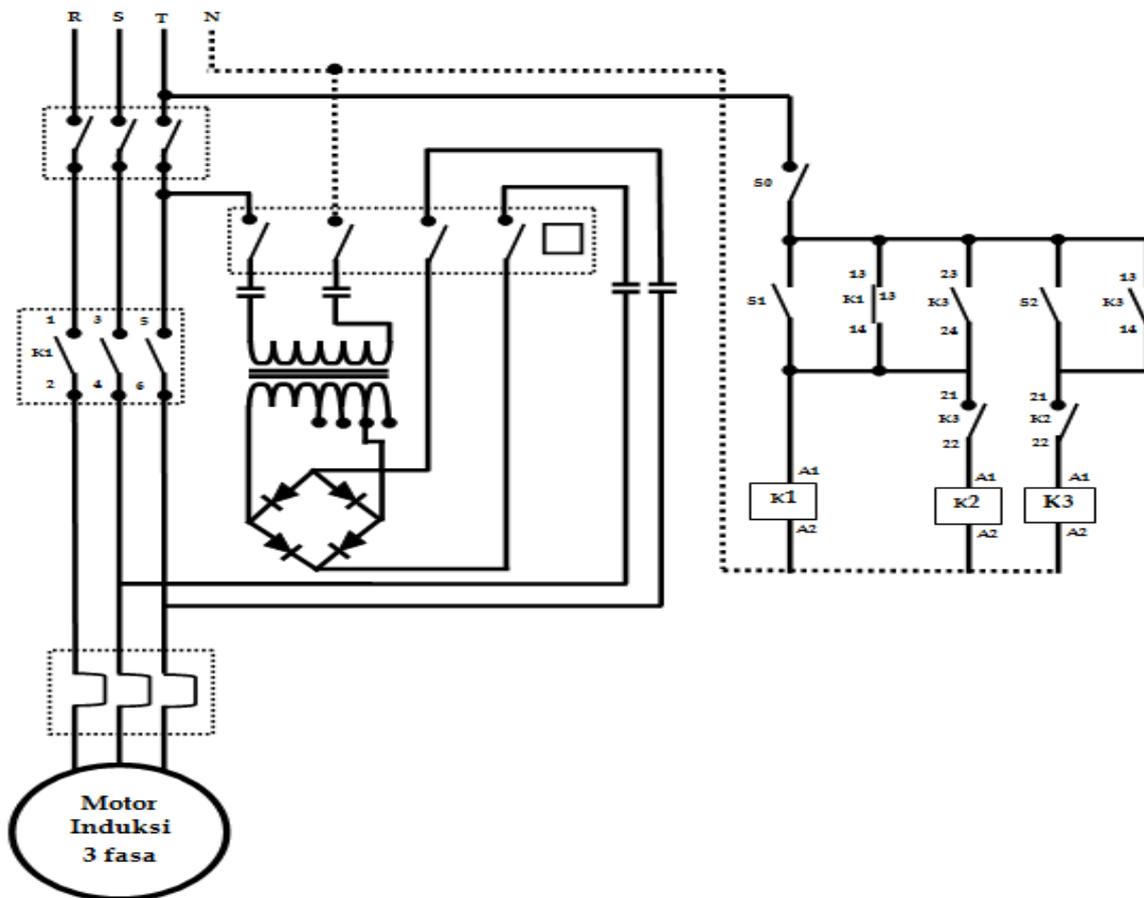
Rangkaian pada gambar 5 menggunakan rangkaian pengasutan yang dikombinasikan dengan injeksi arus searah. Arus searah didapatkan dari rangkaian ac PLN yang disearahkan menggunakan rangkaian penyearah gelombang penuh satu fasa. Untuk rangkaian pengasutannya sendiri menggunakan rangkaian kontrol dan daya forward-reverse.

Dalam penulisan artikel kali ini, penulis berusaha menemukan metode pengereman yang cepat dan dapat dikatakan efisien. dengan membandingkan beberapa data dari beberapa penelitian baik internasional maupun nasional tentang beberapa metode pengereman motor induksi 3 fasa.

Data pertama yang dijadikan acuan adalah berasal dari data penelitian (Ir. Muhaimin, 2019). Dalam penelitiannya penulis mengangkat judul “*Dynamic Braking Application on Three Phase Motor Using PLC*”.



Gambar 4. Rangkaian Anti Plugging Zero Speed Swich ^[6]



Gambar 5. Desain rancangan Pengereman Dynamic ^[12]

Dalam penelitiannya motor induksi yang digunakan adalah dengan spesifikasi sebagai berikut.^[5]

- Voltage: 380/220 V -Power : 1 KW
- Flow : 4,7A/2,70A
- Rpm : 2830
- Frequency : 50 Hz CONT.

Tabel 1 Data Dynamic Braking Dengan Injeksi Arus 1 A^[5]

No.	Beban dari Generator (Watt)	Waktu Berhenti (Second)		Repair (%)
		Tanpa injeksi	*Injeksi arus searah	
1	0	6.6	5.9	10.6
2	100	6.2	4.9	21.0
3	200	5.8	4.6	20.7
4	300	5.5	3.9	29.1
5	400	5.3	3.8	28.3
6	500	5.0	3.4	32.0
7	600	4.8	3.1	35.4

*Rata-rata waktu berhenti : 4,2

Tabel 2 Data Dynamic Braking Dengan Injeksi Arus 2.2 A^[5]

No.	Beban dari Generator (Watt)	Waktu Berhenti (Second)		Repair (%)
		Tanpa injeksi	*Injeksi arus searah	
1	0	6.6	5.6	10.6
2	100	6.2	4.4	21.0
3	200	5.8	3.9	20.7
4	300	5.5	3.5	29.1
5	400	5.3	3.2	28.3
6	500	5.1	3.0	32.0
7	600	4.8	2.4	35.4

*Rata-rata waktu berhenti : 2,2

Dari data diatas dapat diketahui bahwa ketika menggunakan metode dynamic braking injeksi arus searah adalah ketika arus yang diinjeksikan semakin besar maka waktu yang dibutuhkan untuk motor berhenti semakin cepat

Dan untuk yang selanjutnya adalah mengambil sample dari data yang didapat dari penelitian yang dilakukan oleh (*Irwan Burhanuddin, 2020*). Penulis menggunakan metode pengereman secara plugging dengan *zero speed switch*. Dalam penelitiannya penulis melakukan dalam keadaan motor berbeban maupun tidak berbeban.^[4]

Tabel 3 pengereman tanpa *plugging* dan juga tanpa *Zero Speed switch*.^[4]

No.	Arus Stator (I)	Waktu (Detik)	Keterangan
1	3.6	24	Berbeban
2	3.5	22	Tidak berbeban

Tabel 4 pengereman dengan metode *plugging* dengan tanpa *Zero Speed switch*.^[4]

No.	Arus Stator (I)	Waktu (Detik)	Keterangan
1	0.5	4	Berbeban
2	0.5	2	Tidak berbeban

Tabel 5 pengereman dengan metode *plugging* dan *Zero Speed switch*.^[4]

No.	Arus Stator (I)	Waktu (Detik)	Keterangan
1	0.7	16	Berbeban
2	0.7	14	Tidak berbeban

Dari data pengereman pada tabel 3-5 yang pengereman dengan dan tanpa *plugging* memiliki perbedaan yang sangat mencolok baik arus stator maupun waktu berhenti.

Dari beberapa data diatas saya mengansumsikan bahwa pengereman menggunakan metode *plugging* memiliki waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan pengereman secara dinamik.

Namun untuk tingkat keefisien pengereman secara dinamik memiliki tingkat keefisienan yang lebih dibandingkan dengan pengereman secara

plugging, karena dari beberapa penelitian yang sudah penulis baca, pengereman secara plugging mudah menyebabkan motor induksi cepat rusak.

Oleh karena itu dengan perbandingan antara kedua jenis pengereman penulis berpendapat jika kedua metode tersebut bisa dikombinasikan dengan tujuan menemukan metode pengereman yang cepat dan juga memiliki tingkat keefisienan yang lebih.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini didapat kesimpulan bahwa zero speed switch dapat hasil pengujian pengereman dengan injeksi arus searah 1A yang memiliki rata-rata waktu pengereman 4.2 detik dan dengan injeksi arus dc 2.2A memiliki rata-rata 3.7 detik. Sehingga dari pengkombinasian antara injeksi arus searah dengan zero speed switch sebagai pengendali menjadikan waktu pengereman bisa lebih cepat karena zero speed switch bersifat sebagai timer, sehingga dapat diatur sesuai keinginan.

SARAN

Dari penelitian ini saran yang dapat diberikan adalah penelitian selanjutnya bisa menggunakan jenis zero speed switch jenis lain maupun bisa mengkombinasikan dengan metode yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Windarta, Jaka. 2017. "Application Of Buck Converter On Three Phase Induction Motor dynamic Braking Using Dc Inject Method". International Journal Of Innovative Research In Advanced Engineering (IJRAE) Vol. 4 (11) Hal. 32-42
- [2]Elhameed, M. A. 2015. "Braking Of There Phase Induction Motor Controlling Appiled Voltage And Frequency Based On Particle Swarm Optimization Technique" International Journal PEDS Vol. 5(1) Hal. 520-528
- [3]Remigijs, Tandioga. 2010. "Rancang Bangun Pengereman Dinamis Motor Induksi Tiga fasa" Jurnal Sinergi No.1 Hal.44-61
- [4]Burhanuddin, Irwan. 2020. "Pengereman Elektrik Dengan Membalikkan Arah Putaran Menggunakan Zero Speed Switch". Jurnal Teknik Elektro Vol. 9 (1) Hal.827-834
- [5]Muhaimin, Ir. 2019. "Dynamic Braking Application On Three Phase Induction Motor Using PLC". International Convergence on Science And Innovated Engineering 536(2019)012097
- [6] Sheet, Data. *The PS119 Anti-Plugging Zero Speed Switch*. Autotech Corporation
- [7]S, Ramaswami. 2019. "Researchon Regenerative And Dynamic Braking Performance In Motor Aplication". International Journal Of Innovatife Technology And Exploring Engineering (IJITEE) Vol. 8 (6S4) Hal. 427-430
- [8]Akinnifesi, A.F. 2018. "Development Of An Improved Electromagnetic Braking System Of Induction Motor For Domestic And Industrial Safety". *American Journal Of Engineering Research (AJER)* Vol. 7 (10) Hal. 231-235
- [9]Prabaharan, T. 2019. "Zero Speed And Emergency Braking System For Electrical Overhead Travelling Crane". *International Journal Of Mechanical Engineering And Technology (IJMET)* Vol.10 (5) Hal. 63-68
- [10]Philip, Aswin. 2016. "Electronic Braking System". *International Journal for Innovative Research In Science & Technology (IJIRST)* Vol. 2 (11) Hal. 397-407
- [11]Singh, Priya. 2014. "Dynamic Breaking in Cage Induction Motor". *Middle-East Journal Of Scientific Research* Vol. 20 (7) Hal. 847-850
- [12]Yusron, Moch. Faishol. 2018. "Pengereman Dinamik Motor Induksi 3 Fasa". *Jurnal INAJEEE* Vol. 1 (1) Hal. 19-23
- [13]Kotkar, Deepak. 2015. "Survey Of Conventional & New Generation Advanced D.C. Braking System Of 3 Phase Squirrel Cage Induction Motor With VFD". *International Journal On Cybernetics & Informatic (IJCI)* Vol 4 (2) Hal. 199-212
- [14]Rinaldi, Bobby. 2018. "Analisis Pengereman dinamik pada Motor Induksi 3 Fasa dengan Metode Injeksi Arus Searah dan Kapasitor Eksitasi Sendiri Fuzzy C-Means Clustering". *Jurnal teknik elektro universitas sultan ageng tirtayasa* Vol. 7(1) Hal.69-78

[15]Facta, Mochammad. 2014. "*Pengereman Dinamis Konvensional Pada Motor Induksi Tiga Fasa*". Jurnal teknik elektro Universitas Diponegoro Vol. 3(4) Hal. 656-663

[16]Muhaimin. 2018. "*Perancangan Pengereman Dinamik pada Motor Induksi 3 Fasa dengan Menggunakan Programmable Logic Controller (PLC)*". Jurnal tekni Elektro Politeknik Negeri Lhokseumaawe Vol. 2(1) Hal. 134-140

