

ANALISA SISTEM PENGAMAN DAN KEMAMPUAN HANTAR ARUS MOTOR PADA MESIN OTOMATIS PENGERING GABAH

Gellen Twin Agiantoro¹⁾, Moh Toni Prasetyo²⁾

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Semarang

¹Email: twingellen99@gmail.com

Abstract

The purpose of the Protector System in electric motor on the Automatic Rice Dryer Machine to control the motor performance in order to work optimally. The protector system was calculated by current load through the electrical motor and then converted to calculate current driving system. The current driving system in each electrical motor is different because it is affected by the motor specification. The benefit to understand it is to prevent the damage on the electrical motor cause the coil wire burned down by over current. The motor on each of the Automatic Rice Dryer Machine has its own function so the machine works in structured mode with automatic control. As a result, the machine is suitable to used by farmers to dry the rice, so they were not worried about the weather. Furthermore, they can dry the rice without large areas and sunshine.

Keywords: Protector, System, Current, Motor, Automatic

1. PENDAHULUAN

Berdasarkan kenyataan besarnya keragaman plasma nutfah yang besar ini, maka Indonesia dikenal sebagai *mega biodiversity country*. Di bidang pertanian, potensi lahan pertanian Indonesia sangat luas. Lahan yang sesuai untuk lahan pertanian seluas 100,7 juta hektar, yaitu 24,5 juta hektar sesuai untuk lahan basah (sawah), 25,3 juta hektar sesuai untuk lahan kering tanaman semusim, dan 50,9 juta hektar sesuai untuk lahan kering tanaman tahunan. Indonesia yang memiliki iklim tropis memungkinkan pula pengusahaan pertanian dapat dilakukan sepanjang tahun. (Pujiasmanto, Bambang, dkk. 2108)

Dengan lahan sawah yang luas maka menghasilkan padi dengan jumlah yang banyak sehingga proses dalam mengubah padi menjadi beras membutuhkan waktu yang lama dan juga sumber daya manusia yang banyak pula. Salah satu proses yang memakan waktu lama di antaranya adalah pengeringan gabah yang basah menjadi kering. Selain itu, kendala cuaca yang mendung menjadi penghalang dalam mengeringkan gabah. Dengan adanya suatu permasalahan tersebut, dalam era kemajuan iptek maka Mesin Otomatis Pengeri ng Gabah menjadi solusi yang bijak dan cerdas baik dari sisi waktu maupun tenaga sebagai pengganti manual dalam mengeringkan gabah. Sistem kerja mesin yang otomatis sebagai pengendali yang dilengkapi pengaman pada motor menjadikan mesin tersebut memiliki nilai lebih dalam mengeringkan gabah. Dengan begitu para petani tidak perlu khawatir akan suatu cuaca yang mendung dan dapat mengefisiensi waktu dan tenaga dalam proses pengeringan gabah.

Perancangan merupakan aktifitas yang dilakukan untuk memecahkan masalah dengan menerapkan teknologi yang bertujuan untuk mendapatkan solusi terbaik. Perancangan suatu produk sangat dibutuhkan untuk membantu aktifitas manusia dalam menyelesaikan proses pengerjaan agar hasil yang didapat optimal. Perancangan perlu memperhatikan efisiensi, kemudahan, biaya yang semurah mungkin, faktor keamanan, dan dapat memberikan kontribusi yang maksimal bagi kehidupan manusia. (Prasetyo, Patrisius Edi. 2014)

Beberapa penelitian yang bersangkutan mengenai Mesin Otomatis Pengeri ng Gabah di antaranya telah dilakukan oleh saudara Teguh Hidayat Iskandar Alam (2016) dengan judul "Rancang Bangun *Prototype* Pengeri ng Padi Otomatis Berbasis Mikrokontroler AT89S52". Penelitian tersebut menggunakan metode eksperimen dengan menghasilkan *prototype* yang dirancang. Dengan mikrokontroler AT89S52 ini dirancang dari segi hardware: mekanisme

kelistrikan dan desain mekanik, dan software: perancangan program otomatis. Hasil Penelitian ini adalah membantu menghemat tenaga petani juga mempersingkat waktu pengeringan padi karena seluruh proses dikerjakan secara otomatis oleh sistem yang telah dirancang. Selain itu, menghasilkan kualitas beras yang terjaga sesuai dengan standar dan mendekati kondisi kelembaban yang sesuai dengan beras normal.

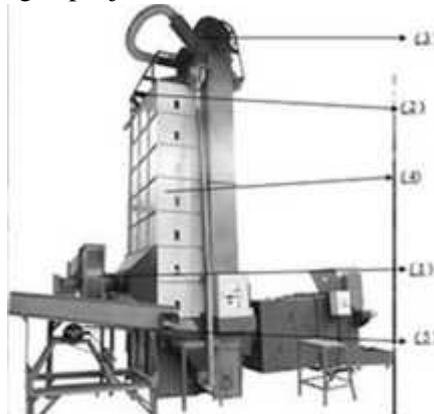
Taufik Hidayat (2015) dengan judul “Desain Untuk Manufaktur *Husk Furnace* Pada Mesin Pengering Gabah Tipe *Vertical Drying*”. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan menghasilkan rancangan manufaktur *husk furnace*. Hasil Penelitian tersebut merancang dan mengevaluasi biaya untuk memproduksi sebuah komponen dan menggunakan pengetahuannya terhadap biaya, kemampuan dan keterbatasan berbagai metode pengolahan yang tersedia untuk memproduksi komponen tertentu disamping terhadap alat potong, mesin, tingkat keahlian tenaga kerja, kesamaan proses dengan komponen lain dan lain sebagainya.

Pada topik penelitian dengan judul Analisa Sistem Pengaman Dan Kemampuan Hantar Arus Motor Pada Mesin Otomatis Pengering Gabah adalah menganalisa perhitungan pada pengaman motor untuk pengaman arus lebih yang disebabkan oleh kinerja motor secara berlebihan terhadap suatu beban. Dengan data perhitungan yang diperoleh sebagai hasil penelitian maka dapat menentukan kapasitas *Thermal Over Load Relay* sebagai pengaman motor yang digunakan pada Mesin Otomatis Pengering Gabah.

2. KAJIAN LITERATUR

2.1. Mesin Otomatis Pengering Gabah

Merupakan mesin yang bekerja secara otomatis yang berfungsi sebagai pengering gabah dan biji – bijian dengan menggunakan *micrcrontroller* berbasis PLC Omron dengan tipe CP1E – N40DR-A. Mesin tersebut memiliki 5 motor sebagai penggerak yang bekerja sesuai fungsi dan bagiannya masing – masing. Berikut merupakan gambar dari Mesin Otomatis Pengering Gabah beserta dengan penjelasan 5 motor



Gambar 1. Mesin Otomatis Pengering Gabah

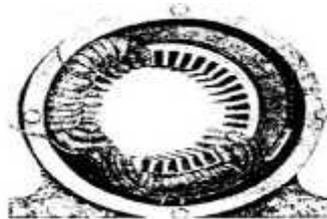
1. Motor Blower, merupakan motor yang berkerja sebagai penggerak untuk menstabilkan suhu udara yang berada di dalam ruang pengering gabah dengan cara mengeluarkan udara panas sebagai sirkulasi agar udara di dalam tetap terjaga secara optimal;
2. Motor Elevator, merupakan motor yang berfungsi sebagai pemindah posisi gabah yang berkerja secara vertical (naik dan turun) yang berada di dalam ruang pengering;
3. Motor Dedusting, merupakan motor yang berfungsi sebagai filter gabah sebelum dimasukan ke dalam ruang pengering dengan sistem kerja menyaring kotoran dengan memisahkan antara kotoran dengan gabah sehingga ketika diproses gabah dalam keadaan bersih;

4. Motor Rotary, merupakan motor yang berfungsi sebagai pemindah posisi gabah dengan sistem kerja berputar yang berada di dalam ruang pengering gabah;
5. Motor Paddy Cleaner, merupakan motor yang berkerja sebagai pemisah antara gabah basah dengan daun. Pada proses ini merupakan awal gabah diproses sebelum memasuki bagian dedusting untuk disaring dan dikeringkan.

2.2. Motor Induksi Tiga Fasa

2.2.1. Karakteristik Motor Induksi Tiga Fasa

Motor induksi tiga fasa merupakan jenis motor yang paling banyak digunakan secara luas baik dalam industri besar maupun kecil. Hal ini dikarenakan motor tersebut memiliki keunggulan baik dari segi teknis maupun ekonomis. Motor induksi tiga fasa terdiri dari dua bagian yaitu bagian stator dan rotor. Bagian inti stator terbuat dari lapisan pelat baja beralur dengan rangka stator. Belitan motor diletakkan dalam alur stator yang terpisah 120 derajat listrik. Belitan fasa pada motor dapat tersambung baik secara segitiga (Δ) maupun bintang (Y).



Gambar 2. Inti Stator motor Induksi Tiga Fasa (Wijaya, Mochtar S.T., 2001)

Sedangkan, rotor pada motor induksi tiga fasa dibedakan menjadi 2 tipe yaitu rotor sangkar tupai (*squirrel-cage* rotor) dan rotor belitan (*wound* rotor). Inti pada rotor motor induksi tipe sangkar tupai terdiri dari lapisan-lapisan konduktor yang dipasangkan sejajar dengan poros yang mengelilingi permukaan inti. Konduktor tidak terisolasi dari inti. Hal ini dikarenakan, rotor secara alamiah akan mengalir melalui tahanan yang paling kecil, yaitu konduktor rotor. Pada setiap ujung rotor, semua konduktor rotor dihubungkan singkat dengan cincin ujung yang membentuk menyerupai sangkar tupai sehingga dinamakan rotor sangkar tupai.



Gambar 3. Motor tipe rotor sangkar tupai (Fakhrizal, Reza, dkk, 2011)

Rotor belitan (*Wound* rotor) adalah tipe motor dengan rotor yang terbuat dari lilitan yang tersebar secara seragam pada slot-slot dan secara umum dihubungkan secara wye, ketiga terminal tersebut dihubungkan dengan *slip-ring* kemudian dihubungkan dengan sikat yang diam (*stationary brushes*). Motor tersebut dapat diatur kecepatannya dengan memberi resistor dari luar yang nilai tahanan pada resistor dapat diubah sesuai dengan kebutuhan.

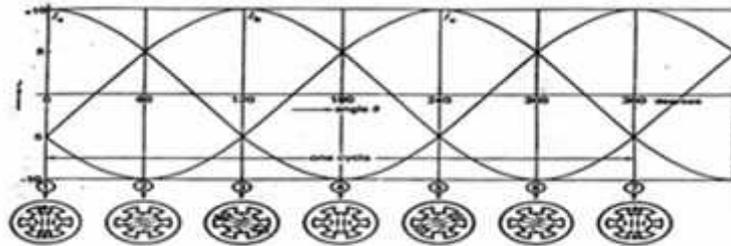


Gambar 4. Motor tipe rotor belitan (Fakhrizal, Reza, dkk, 2011)

2.2.2. Prinsip Kerja Motor Induksi Tiga Fasa

Prinsip kerja motor induksi tiga fasa berdasarkan pada hukum Faraday dan hukum Lorentz dengan penjelasan sebagai berikut :

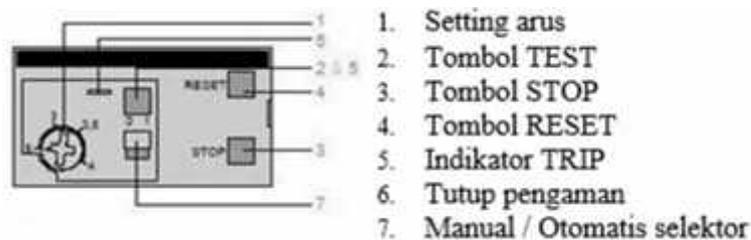
1. Tegangan induksi akan timbul pada setiap konduktor yang diakibatkan oleh medan magnet yang memotong konduktor (hukum Faraday);
2. Konduktor dihubungkan menjadi satu, sehingga pada tegangan induksi menghasilkan arus yang mengalir dari konduktor ke konduktor lain;
3. Karena terjadi arus diantara medan magnet maka akan timbul gaya yang selalu menarik konduktor untuk bergerak sepanjang medan magnetik. (hukum Lorentz).



Gambar 5. Prinsip kerja motor induksi tiga fasa

2.3. Relay Beban Lebih (*Thermal Over Load Relay*)

Merupakan komponen *switching* sebagai peralatan kontrol listrik yang berfungsi sebagai pengaman motor atau tenaga listrik terhadap arus atau beban lebih. Pemanfaatan *Thermal Over Load Relay* salah satunya adalah digunakan untuk mengetahui arus lebih yang ditimbulkan oleh beban, sehingga *Thermal Over Load Relay* akan *trip* sesuai dengan besarnya arus yang ditimbulkan oleh beban. *Thermal Over Load Relay* ini bisa dipasang langsung dengan *Magnetic Contactor* maupun terpisah sehingga sangat fleksibel untuk pemasangannya di dalam panel. Pemilihan jenis *Thermal Over Load Relay* ditentukan oleh rating/setting arus sesuai dengan arus nominal rangkaian pada beban penuh dan kelas trip-nya. Cara kerja alat tersebut adalah dengan mengkonversi arus yang mengalir menjadi panas untuk mempengaruhi bimetal. Kemudian bimetal menggerakkan tuas untuk menghentikan aliran listrik pada motor melalui suatu kontrol motor starter. Pembatasan dilakukan dengan mengatur besaran arus pada dial pada alat tersebut. Berikut adalah gambar bagian dari *Thermal Over Load Relay*.



Gambar 6. Bagian *Thermal Over Load Relay*

3. METODE PENELITIAN

3.1 Spesifikasi Motor

Mesin Otomatis Pengereng Gabah menggunakan lima motor dengan fungsi yang berbeda dengan spesifikasi yang berbeda pula. Berikut merupakan tabel spesifikasi dari lima motor yang digunakan pada Mesin Otomatis Pengereng Gabah.

Tabel 1. Spesifikasi Motor Induksi Tiga Fasa Pada Mesin Otomatis Pengereng Gabah

Nomor	Bagian Motor	Tipe Motor	Kutub Motor	Frekuensi (Hz)	Power (kW)	Rpm (r/min)	HP	Arus (Ampere)
1	Motor Blower	Y112M-4	4 kutub	50	2,20	1450	4,0	10,0 / 6,7
2	Motor Elevator	AAEVFL071-4	4 kutub	50	0,80	1370	0,5	AMP.S 1,24
3	Motor Dedusting	Y802-4	4 kutub	50	0,75	1450	1,0	1,0 / 0,8
4	Motor Rotary	Y802-4	4 kutub	50	0,37	1450	0,5	0,8 / 0,5
5	Paddy Cleaner	Y112M-4	4 kutub	50	0,40	1325	0,6	0,6

$$I_n \text{ 3 fasa} = P / (V \times I \times \text{CosQ} \times \sqrt{3})$$

Keterangan :

P = Daya masukan peralatan (Watt)

V = Tegangan (Volt)

I = Arus peralatan (Ampere)

Cos = Faktor Daya

Selain itu, menentukan *Thermal Over Load Relay* yang akan digunakan sebagai pengaman motor maka perhitungan nilai *setting* arus sangat menentukan agar ketika motor bekerja pengaman tersebut dapat mengamankan motor dari arus lebih. Berikut ini adalah persamaan untuk menentukan nilai *setting* arus pada *Thermal Over Load Relay* :

$$I_{\text{Setting}} = I_n (\text{I nominal}) \times 110\%$$

Untuk sirkit akhir yang menyuplai beberapa motor, nilai pengenal atau setelan gawai proteksi hubung pendek, tidak boleh melebihi nilai terbesar dihitung menurut pada tabel di bawah ini (Tabel PUIL 2010, 5.5-2) untuk masing – masing motor, ditambah dengan jumlah arus beban penuh motor lain dalam sirkit akhir tersebut. (PUIL 2010, 5.5.5.2.3)

Tabel 2. Nilai Pengenal atau Setelan Tertinggi Gawai Proteksi Sirkit Motor Terhadap Hubung Pendek (PUIL 2010, 5.5-2)

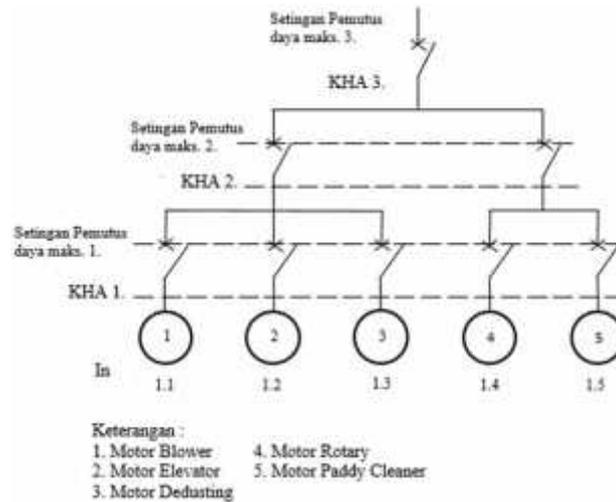
Jenis motor	Prosentase arus beban penuh	
	Pemutus sirkit %	Pengaman lebur %
Motor sangkar atau serempak, dengan pengasutan bintang segitiga., langsung pada jaringan, dengan reaktor atau resistor, dan motor fase tunggal	250	400
Motor sangkar atau serempak, dengan pengasutan autotransformator, atau motor sangkar reaktans tinggi.	200	400
Motor rotor lilit atau arus searah	150	400

Penghantar sirkit akhir yang menyuplai motor tunggal tidak boleh mempunyai KHA kurang dari 125% arus pengenal beban penuh. Di samping itu, untuk jarak jauh perlu digunakan penghantar yang cukup ukurannya hingga tidak terjadi susut tegangan yang berlebihan. Penghantar sirkit akhir untuk motor dengan berbagai daur kerja dapat menyimpang dari ketentuan di atas asalkan jenis dan penampang penghantar serta pemasangannya disesuaikan dengan daur kerja tersebut. (PUIL 2010, 5.5.3.1)

Penghantar sirkit akhir yang menyuplai dua motor atau lebih, tidak boleh mempunyai KHA kurang dari jumlah arus beban penuh semua motor tersebut ditambah 25% dari arus beban penuh motor yang terbesar dalam kelompok tersebut. Yang dianggap motor terbesar ialah yang mempunyai arus beban penuh tertinggi (PUIL 2010, 5.5.3.2)

Suatu sirkit cabang yang menyuplai beberapa motor dan terdiri atas penghantar dengan ukuran berdasarkan 5.5.3.2 harus dilengkapi dengan proteksi arus lebih yang tidak melebihi nilai pengenal atau setelan gawai proteksi sirkit akhir motor yang tertinggi berdasarkan 5.5.5.2.3, ditambah dengan jumlah arus beban penuh semua motor lain yang disuplai oleh

4. HASIL PENELITIAN

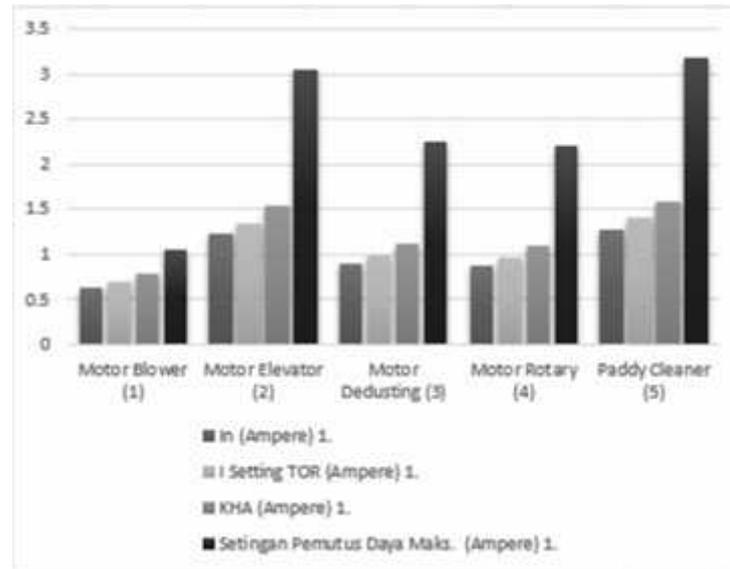


Gambar 7. Diagram Pengkawatan Kemampuan Hantar Arus Pada Mesin Otomatis Pengereng Gabah

Gambar di atas merupakan Diagram Pengkawatan pada Mesin Otomatis Pengereng Gabah yang terdiri dari 5 jenis motor dengan kinerja yang berbeda. In (Arus Nominal) merupakan Arus pada masing – masing motor yang dihitung berdasarkan spesifikasi motor yang kemudian dapat menentukan kemampuan hantar arus tiap motor (KHA 1). Setingan Pemutus daya maks. 1 merupakan pengaman pada tiap motor terhadap arus lebih ataupun hubung pendek sehingga apabila motor mengalami gangguan maka pengaman tersebut bekerja dengan memutus daya secara otomatis. Berikut ini merupakan tabel dari hasil perhitungan In (Arus Nominal), KHA 1., I Setting *Thermal Over Load Relay* beserta Setingan Pemutus Daya Maks. 1 pada masing – masing motor :

Tabel 3. Perhitungan KHA, I nominal pada motor beserta Setingan Pemutus daya maks. 1

	Motor Blower (1)	Motor Elevator (2)	Motor Dedusting (3)	Motor Rotary (4)	Paddy Cleaner (5)
In (Ampere) 1.	0.63	1.22	0.90	0.88	1.27
I Setting TOR (Ampere) 1.	0.69	1.34	0.99	0.97	1.40
KHA (Ampere) 1.	0.79	1.53	1.13	1.10	1.59
Setingan Pemutus Daya Maks. (Ampere) 1.	1.05	3.05	2.25	2.20	3.18



Gambar 8. Diagram batang hasil perhitungan kelima motor pada Mesin Otomatis Pengereng Gabah

Pada hasil perhitungan pada tabel di atas menunjukkan bahwa dari kelima motor pada Mesin Otomatis Pengereng Gabah nilai Arus Nominal (In) pada motor blower paling kecil bila dibandingkan ke empat motor. Hal ini dikarenakan meski Arus (I) pada motor blower tergolong besar yaitu 10 Ampere akan tetapi Daya pada motor blower besar pula sehingga nilai Arus Nominal pada motor blower kecil. Sedangkan nilai Arus Nominal pada motor paddy cleaner paling besar di antara kelima motor pada mesin tersebut. Sehingga baik nilai Arus Seting *Thermal Over Load Relay*, kemampuan hantar arus maupun Daya Seting maksimal pun mengikuti besaran nilai pada Arus Nominal (In).

Pada KHA 2. merupakan paralel dengan tiap percabangan lebih dari satu motor sedangkan setingan pemutus daya maks. 2 bekerja seperti setingan pemutus daya maks. 1 hanya saja yang berbeda adalah nilai pengaman yang apabila bagian 1 (pertama) merupakan pada masing – masing motor sedangkan pada bagian 2 (kedua) merupakan paralel dari diagram pengkawatan. Setingan Pemutus Daya dihitung berdasarkan penjumlahan yang didapatkan berdasarkan motor dengan nilai arus beban penuh yang tertinggi dengan jumlah motor pada paralel tersebut.

Pada tabel di bawah ini merupakan KHA 2. yang hasil perhitungan paralel tiap percabangan antara cabang pertama dengan motor blower, elevator dan dedusting serta cabang kedua antara motor rotary dengan motor paddy cleaner. Berikut ini adalah hasil perhitungan pada bagian kedua pada Tabel 4. :

Tabel 4. Perhitungan KHA beserta Setingan Pemutus Daya
Daya Maks 2.

KHA (Ampere) 2.	Setingan Pemutus Daya Maks. 2. (Ampere)
2.66	6.35
2.47	5.38

Pada KHA 3 merupakan puncak dari diagram pengkawatan pada rangkaian secara keseluruhan dari kelima motor yang dimiliki oleh Mesin Otomatis Pengereng Gabah. Selain itu, merupakan suplai tegangan tiga fasa tenaga motor yang dijadikan acuan untuk memilih pengaman berupa MCB (*Miniature Circuit Breaker*). Berikut ini merupakan hasil

perhitungan dimulai dari bagian pertama hingga bagian ketiga beserta dengan diagram batang hasil perhitungan dari kelima motor pada Mesin Otomatis Pengereng Gabah :

Tabel 5. Perhitungan KHA beserta Setingan Pemutus Daya
Daya Maks 3.

KHA (Ampere) 3.	Setingan Pemutus Daya Maks. 3. (Ampere)
5.13	11.17

5. SIMPULAN

Dari hasil penelitian pada perhitungan dan analisa dari masing – masing motor pada Mesin Otomatis Pengereng Gabah dapat disimpulkan bahwa :

1. Dengan hasil analisa dan perhitungan pada kemampuan hantar arus dapat menentukan penghantar pada suatu rangkaian kontrol maupun tenaga baik dari segi luas penampang, tingkat kemampuan penghantar terhadap arus, maupun ketahanan isolasi penghantar sehingga motor dapat bekerja secara optimal karena mendapatkan suplai dari sumber tegangan secara optimal pula;
2. Arus nominal (In) pada masing – masing motor memiliki nilai yang berbeda hal ini dipengaruhi oleh spesifikasi motor pada Power (watt) dan Arus (Ampere) yang mengacu pada kinerja motor terhadap suatu beban. Dengan mengetahui Arus nominal pada suatu motor maka dapat memperhitungkan Arus *Setting* (I *Setting*) yang berfungsi untuk menentukan dan mengatur nilai *Thermal Over Load Relay* terhadap arus lebih sehingga sistem pengaman pada *Thermal Over Load Relay* akan bekerja untuk melindungi motor terhadap arus lebih;
3. Dengan mempertimbangkan dalam merancang suatu rangkaian tenaga motor pada diagram pengkawatan kemampuan hantar arus Mesin Otomatis Pengereng Gabah memiliki keunggulan di antaranya memudahkan untuk memperbaiki suatu kerusakan atau *trouble shooting* dari sistem paralel yang apabila salah satu sistem percabangan mengalami kerusakan maka sistem percabangan lainnya tetap beroperasi;
4. Hasil keseluruhan perhitungan dari Kemampuan Hantar Arus dan Setingan Pemutus Daya Maksimal dari kelima motor pada Mesin Otomatis Pengereng Gabah sebagai standar dalam menentukan nilai pengaman motor terhadap arus lebih.

6. REFERENSI

- Alam, Teguh Hidayat Iskandar, 'Rancang Bangun Prototype Pengereng Padi Otomatis Berbasis Mikrokontroler AT89S52', *Jurnal Uhamka Teknoka*, vol. 1, (2016), hh 1-9.
- Fakhrizal, Reza, Sukmadi, Tedjo, & Facta, Mochammad. *Aplikasi Programmable Logic Control (PLC) Pada Pengasutan Dan Proteksi Bintang (Y) Dan Delta () Motor Induksi Tiga Fasa*. Semarang : Universitas Diponegoro Semarang, (2011).
- Hidayat, Taufik, 'Desain Untuk Manufaktur *Husk Furnace* Pada Mesin Pengereng Gabah Tipe *Vertical Drying*', *Jurnal UPS Tegal*, vol. 11, (2015), no. 2.
- Kahar, A.Rahman. *Pembuatan Alat Simulasi Pengontrolan Motor 3 Phase Secar Manual Dan Automasi Menggunakan PLC Omron CPM2A Untuk Pengendalian Excalator*. Padang : Politeknik Negeri Padang, (2017).
- Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL) 2000, Jakarta, (2000).
- Prasetyo, Patrisius Edi. *Perancangan Mesin Pengereng Cengkeh*. Yogyakarta : Universitas Atma Jaya Yogyakarta, (2014).

Pujiasmanto, Bambang, Ahmad Y., & Samanhudi, 'Potensi Keaneragaman Hayati dalam Mendukung Indonesia Sebagai Lumbung Pangan Dunia', *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian UNS*, vol 2, (2018), no. 1.

Wijaya, Mochtar S.T., *Dasar-Dasar Mesin Listrik*, Jakarta : Djambatan, (2001).