

Pengaruh Penurunan Kecepatan Elektromotor Untuk Menggerakkan Bowl Separator Terhadap Kinerja Separator Di Pabrik Tapioka PT Hutahaean

The Effect of Decreasing Electromotor Speed to Move the Bowl Separator on Separator Performance at PT Hutahaean Tapioca Factory

A. S. Silitonga¹, Nelson Silitonga^{1*}

¹Politeknik Teknologi Kimia Industri, Jl. Medan Tenggara No. VII, Medan, Sumatera Utara, Indonesia

*Corresponding author: silit_rajaa@yahoo.co.id

Diterima: 17-05-2023

Disetujui: 26-05-2023

Dipublikasikan: 31-05-2023

IRAJTMA is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.



Abstrak

Separator merupakan unit mesin yang berfungsi untuk memisahkan pati singkong dengan air. Salah satu alat yang berperan penting untuk keberlangsungan proses pemisahan pada separator yaitu elektromotor. Elektromotor berfungsi sebagai penggerak pada separator. Jenis elektromotor yang digunakan biasanya adalah motor induksi, hal ini karena motor induksi memiliki beberapa keunggulan dibandingkan jenis motor lain, diantaranya memiliki efisiensi yang relatif tinggi, konstruksi yang sederhana dan kuat, serta mudah dan murah dalam perawatannya. Salah satu kelemahan dari motor induksi adalah mengatur kecepatan putaran motor. Kecepatan putaran motor induksi dapat diatur dengan cara mengubah frekuensi dengan menggunakan inverter. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh perubahan frekuensi terhadap kecepatan putaran motor induksi 3 fasa menggunakan inverter. Pengujian dilakukan pada frekuensi 25 Hz, 30 Hz, 35 Hz, 40 Hz, 45 Hz, dan 50 Hz. Dari penelitian diperoleh kesimpulan antara lain, frekuensi terendah motor induksi untuk menggerakkan bowl separator adalah 25 Hz, dan arus akan naik jika frekuensi diturunkan.

Kata Kunci : Motor induksi 3 fasa, inverter, frekuensi.

Abstract

A separator is a mechanical unit that functions to separate cassava starch from water. One tool that plays an important role in the continuity of the separation process in the separator is the electromotor. The electromotor functions as a drive in the separator. The type of electromotor used is usually an induction motor, this is because induction motors have several advantages over other types of motors, including having relatively high efficiency, simple and robust construction, and easy and inexpensive to maintain. One of the disadvantages of an induction motor is that it regulates the rotational speed of the motor. The rotation speed of an induction motor can be adjusted by changing the frequency using an inverter. This study aims to determine the effect of frequency changes on the rotational speed of a 3-phase induction motor using an inverter. The tests were carried out at a frequency of 25 Hz, 30 Hz, 35 Hz, 40 Hz, 45 Hz, and 50 Hz. From the research, it can be concluded that the lowest frequency of the induction motor to drive the bowl separator is 25 Hz, and the current will increase if the frequency is lowered.

Keyword : Three phase induction motor, inverter, frequency

1. Pendahuluan

Penggunaan motor AC yang paling luas penggunaannya adalah motor induksi tiga fasa, hampir 90% aplikasi motor pada industri menggunakan jenis motor induksi tiga fasa (Harahap 2016). Alasan utama, karena motor jenis ini memiliki struktur yang kokoh, keandalan tinggi,

harga relatif murah, dan perawatan mudah. Motor induksi merupakan salah satu motor arus bolak balik. Arus yang timbul dalam motor ini bukan berasal langsung dari arus sumber, tetapi akibat dari adanya perbedaan antara putaran rotor dengan medan putar yang dihasilkan oleh arus rotor. Dengan sebab inilah, motor tersebut disebut sebagai motor induksi.

Motor induksi merupakan perangkat mesin listrik yang menggunakan prinsip elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik, kemudian energi mekanik tersebut selanjutnya dimanfaatkan sebagai tenaga penggerak pada berbagai mesin, misalnya untuk menggerakkan roda impeller pada pompa, kompresor, crane, generator dan lainnya (Septianto, Widodo, and Sinaga 2015). Walaupun demikian motor induksi merupakan salah satu peralatan yang penting dalam suatu proses produksi pada industri, karena jika motor induksi mengalami penurunan performansi maka suatu proses produksi atau proses kerja industri akan terganggu.

Pengolahan singkong merupakan salah satu faktor yang menentukan keberhasilan usaha industri tepung tapioka. Hasil utama yang diperoleh ialah pati singkong atau tepung tapioka, tepung singkong, tepung mocaf (*modified cassava flour*). Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengolahan singkong ialah kualitas singkong, langkah-langkah pengolahannya, dan kebersihan singkong. Pabrik singkong terdiri dari unit-unit proses yang memanfaatkan tindakan-tindakan bentuk mekanis, fisika dan kimia. Untuk meningkatkan mutu dan produksi yang dihasilkan, maka kemampuan kerja dari suatu mesin atau peralatan diharapkan sesuai dengan standart yang ditentukan.

Pemisahan pati dengan air yang terjadi di bowl separator dipisahkan dengan prinsip gaya sentripugal. Elektromotor adalah alat yang berfungsi sebagai penggerak separator. Umumnya kecepatan elektromotor adalah konstan, namun untuk kebutuhan proses yang lebih bermutu kecepatan elektromotor dapat diatur. Faktor usia ataupun penggunaan elektromotor dapat menimbulkan masalah seperti kelebihan kecepatan sehingga mempengaruhi kinerja elektromotor. Namun untuk mengatasi adanya kelebihan kecepatan ataupun penurunan kecepatan elektromotor masih dapat diubah sesuai dengan kebutuhan proses di pabrik. Untuk bisa mengatur kecepatan dari elektromotor maka dapat digunakan suatu penyearah seperti inverter. Dengan mengatur frekuensi di inverter akan mempengaruhi kecepatan pada elektromotor. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui batas frekuensi turun yang dapat ditanggung oleh elektromotor untuk menggerakkan bowl separator yang ada di pabrik Tapioka PT. Hutahaean. Penelitian ini juga dilakukan untuk mengetahui pengaruh penurunan kecepatan elektromotor terhadap kinerja separator yang ada di pabrik Tapioka PT. Hutahaean.

2. Metode Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di Pabrik Tapioka PT. Hutahaean yang berlokasi di Jln. Indorayon, Desa Pintubosi, Kecamatan Laguboti, Kabupaten Tobasa Sumatera Utara. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 10 Februari 2021 s.d 10 Maret 2021.

Dalam rangka pengumpulan data maupun pada waktu penganalisa dari tahap pertama sampai selesai adapun alat, bahan, serta metode kerja yang digunakan penulis untuk penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Elektromotor
Elektromotor berfungsi sebagai sumber penggerak terhadap separator.
2. Panel
Panel berfungsi untuk mengontrol unit separator.

3. *Central control room*

Central control room berfungsi sebagai ruang kontrol semua unit.

4. Inverter

Inverter berfungsi mengubah listrik DC ke AC.

Metode yang dilakukan selama penelitian di Pabrik Tapioka PT. Hutahaean pada elektromotor di unit separator adalah sebagai berikut :

1. Melakukan pengamatan langsung ke lapangan bersama asisten di pabrik dengan memperoleh informasi dan data-data yang dibutuhkan sehubungan dengan topik penelitian
2. Mengamati proses yang terjadi pada elektromotor di unit separator untuk menggerakkan bowl separator
3. Melakukan pengecekan terhadap spesifikasi elektromotor
4. Melakukan pengujian terhadap elektromotor untuk mendapatkan data sesuai dengan penelitian
5. Dilakukan diskusi dengan pembimbing lapangan terkait dengan cara pengolahan data yang diambil
6. Pengambilan data yang meliputi :
 - a. Putaran yang terjadi pada elektromotor
 - b. Frekuensi yang dibutuhkan untuk mengurangi kecepatan elektromotor
7. Studi literatur
8. Analisa data

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Spesifikasi Alat

1. Mesin Separator
 - a. Model : DPF 445
 - b. Power : 37 kW
 - c. Speed Bowl : 5100 rpm
 - d. Type : Y225S-4
 - e. Disc Diameter : 310 mm
 - f. Weight : 1100 kg
2. Elektromotor
 - a. Power : 37 kW
 - b. Tegangan : 380 V
 - c. Frekuensi : 50 Hz
 - d. Speed : 1480 rpm
 - e. Pole : 4



Gambar 1. Separator

3.2. Data Pengamatan

Data hasil pengujian dan pengamatan yang dilakukan antara perubahan frekuensi terhadap kecepatan motor dengan menggunakan alat Inverter Frekuensi Drive di pabrik Tapioka PT. Hutahaean Kabupaten Tobasa.

Tabel 1. Data hasil pengamatan disuplai dari inverter variable frekuensi drive

Frekuensi(Hz)	Tegangan(V)	Arus(Amp)	Cos φ	Nr(rpm)
50	380	38.5	0.81	1395
45	373	45.2	0.81	1245
40	365	51.9	0.81	1106
35	355	57.4	0.81	990
30	346	62.6	0.81	884
25	337	65.4	0.81	735

3.3. Penurunan Kecepatan Elektromotor dengan Perubahan Frekuensi

Perhitungan secara teori tahanan total belitan pada stator (R_s) adalah sebagai berikut:

- 1 fasa = 6 gulungan
- 1 gulungan = 90 belitan
- 1 fasa = 6 x 90 = 540 belitan
- Maka, untuk 3 fasa = 540 x 3 = 1620 belitan

Untuk frekuensi 25 Hz, Kecepatan medan putar stator (n_s)

$$N_s = \frac{120 \cdot f}{P} = \frac{120 \cdot 25}{4} = 750 \text{ rpm}$$

1. Slip

$$S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100\% = \frac{750 - 735}{750} \times 100\% = 2\%$$

2. Daya masuk pada motor (P_{in})

$$\begin{aligned} P_{in} &= \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi \\ &= \sqrt{3} \times 337 \times 65,4 \times 0,81 \\ &= 30,9 \text{ kw} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{out} &= (1 - \text{slip}) \times P_{in} \\ &= (1 - 0,02) \times 30,9 \\ &= 30,28 \text{ kw} \end{aligned}$$

3. P_{out} = (1-slip) x P_{in}
 = (1 - 0,07) x 28,58
 = 26,57 kw

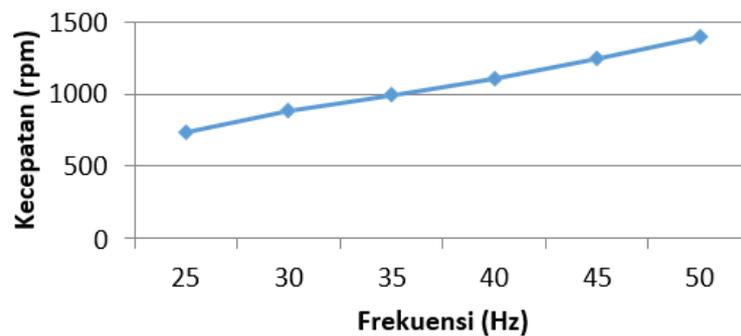
4. Efisiensi motor Induksi (η)

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \\ &= \frac{30,28}{30,9} \times 100\% \\ &= 98\% \end{aligned}$$

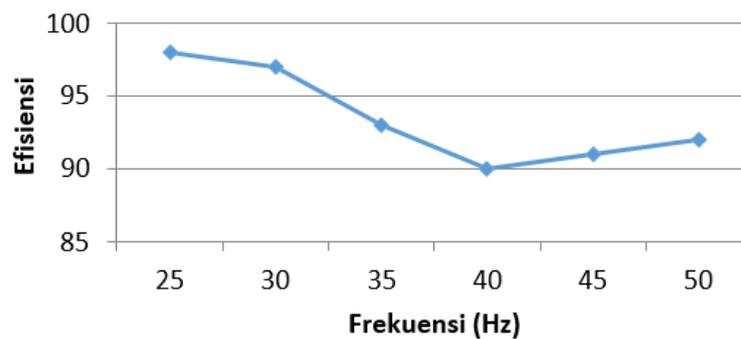
Dengan cara perhitungan yang sama maka didapatkan untuk frekuensi yang lain dan hasilnya seperti ditampilkan pada Tabel 2. Jika data hasil perhitungan, ditampilkan dalam grafik sebagai berikut. Dari hasil yang telah diperlihatkan pada gambar 1 sampai dengan gambar 3 di atas terlihat bahwa dilakukannya perubahan frekuensi sumber untuk mengatur kecepatan motor induksi 3-fasa, maka motor akan bergerak semakin cepat seiring dengan kenaikan frekuensi. Begitu pula sebaliknya bila frekuensi diturunkan maka kecepatan motor juga turun.

Tabel 2. Tabulasi data hasil perhitungan

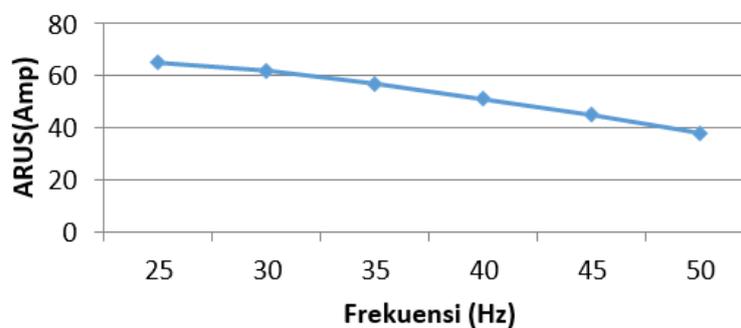
Frekuensi (Hz)	Tegangan (V)	Arus (Amp)	$\text{Cos } \varphi$	Nr (rpm)	Slip %	Pin (watt)	Pout (watt)	η
50	380	38.5	0.81	1395	0.08	20,5	18,86	92
45	373	45.2	0.81	1245	0.09	23,65	21,52	91
40	365	51.9	0.81	1106	0.10	26,57	23,91	90
35	355	57.4	0.81	990	0.07	28,58	26,57	93
30	346	62.6	0.81	884	0.03	29,46	30,38	97
25	337	65.4	0.81	735	0.02	30,28	30,9	98



Gambar 2. Pengaruh perubahan frekuensi terhadap kecepatan elektromotor



Gambar 3. Pengaruh perubahan frekuensi terhadap efisiensi elektromotor



Gambar 4. Pengaruh perubahan frekuensi terhadap arus

Dari hasil yang telah diperlihatkan pada gambar 1 sampai dengan gambar 3 di atas terlihat bahwa dilakukannya perubahan frekuensi sumber untuk mengatur kecepatan motor induksi 3-fasa, maka motor akan bergerak semakin cepat seiring dengan kenaikan frekuensi. Begitu pula sebaliknya bila frekuensi diturunkan maka kecepatan motor juga turun.

Seiring dengan kenaikan frekuensi sumber pada motor, terlihat bahwa terjadi penurunan efisiensi dan arus. Penurunan efisiensi ini tidak begitu besar sehingga tidak begitu merugikan pemakaian energi pada motor dibandingkan dengan tujuan untuk memperbesar kecepatan motor. Begitu juga pada arus yang terjadi pada kumparan, terlihat bahwa arus yang terjadi semakin kecil seiring dengan peningkatan frekuensi. Hal ini tentu akan menguntungkan karena akan memperkecil rugi-rugi daya pada motor.

Bila diberikan batasan kelebihan arus yang melewati kumparan motor sekitar 10% di atas beban nominal motor (agar tidak berumur pendek), maka sebaiknya motor hanya bisa dioperasikan pada frekuensi paling rendah 25 Hz. Frekuensi standar motor adalah 50 Hz, maka frekuensi terendah yang dapat diberikan ke motor adalah pada batas $(25/50) \times 100 \% = 50 \%$.

3.5. Pengaruh penurunan kecepatan elektromotor terhadap kerja separator

Dari perubahan frekuensi yang dilakukan untuk mengatur kecepatan putaran motor maka akan berpengaruh terhadap pemisahan di separator. Dimana jika diatur pada frekuensi 50 Hz didapatkan kecepatan putaran elektromotor 1395 rpm maka pemisahan berlangsung dengan sempurna dihasilkan pati bersih sebanyak 8 ton/jam. Pada frekuensi 45 Hz kecepatan putaran elektromotor 1245 rpm dihasilkan pati bersih sebanyak 7,6 ton/jam. Pada frekuensi 40 Hz dengan kecepatan putaran elektromotor 1106 rpm dihasilkan pati bersih sebanyak 7,2 ton/jam. Pada frekuensi 35 Hz dengan kecepatan putaran elektromotor 990 rpm dihasilkan pati bersih sebanyak 5,8 ton/jam. Pada frekuensi 30 Hz dengan kecepatan putaran elektromotor 884 rpm dihasilkan pati bersih sebanyak 4,4 ton/jam. Untuk frekuensi 25 Hz dengan kecepatan putaran elektromotor 735 rpm dihasilkan pati sebanyak 1,6 ton/jam.

4. Kesimpulan

Dari hasil yang penelitian dan perhitungan yang dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penurunan frekuensi terendah yang dapat ditanggung oleh elektromotor agar dapat menggerakkan *bowl separator* adalah sampai frekuensi 25 Hz. Hal ini dapat dilihat dari besarnya kecepatan elektromotor dan efisiensi yang paling rendah.
2. Penurunan frekuensi pada motor induksi tiga fasa dengan menggunakan inverter variable frekuensi drive pada motor induksi akan mempengaruhi kinerja motor induksi. Arus akan naik ketika frekuensi turun, sedangkan tegangan, faktor daya, dan putaran akan turun seiring dengan turunnya frekuensi. Perubahan frekuensi akan berpengaruh juga terhadap efisiensi motor induksi. Dari hasil perhitungan pada saat motor disuplai dengan inverter variable frekuensi drive (25 Hz, 30 Hz, 35 Hz, 40 Hz, 45 Hz, 50 Hz) efisiensi berturut-turut adalah 98 %, 97 %, 93 %, 90 %, 91 %, dan 92%.

Daftar Pustaka

- Agung Khairi, Syamsul Amien. 2014. "Analisis Pengaruh Jatuh Tegangan Terhadap Torsi Dan Putaran Pada Motor Arus Searah Penguatan Shunt", Medan :Repository USU
- Antonov, Yeni Oktariani. 2004. "Studi Pengaruh Torsi Beban Terhadap Kinerja Motor Induksi Tiga Fase." Jurnal Teknik Elektro, Institut Teknologi Padang
- F. Suryatmo. 1986. Teknik Listrik Arus Searah. Bina Aksara. Jakarta
- Firdaus, Ahmad Riyad . "Pengenalan Simulink" Modul Praktikum. Politeknik Batam
- Freddy Rangkuti. 2015. Analisis SWOT. Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama
- Hidayat, B., Nurbani Kalsum, dan Surfiana. 2013. "Karakterisasi Tepung Jagung Modifikasi yang Diproses Menggunakan Metode Prigelatinisasi Parsial." Seminar Nasional Sains dan

Teknologi V Satek dan Indonesia Hijau Universitas Lampung, 19-20 November 2013, ISBN 978-979-8510-71

- Harahap, Partaonan. 2016. "Pengaruh Jatuh Tegangan Terhadap Kerja Motor Induksi Tiga Fasa Menggunakan Simulink Matlab." *Media Elektrika* 9 (2).
- Mochtar Wijaya. 2001. Dasar-Dasar Mesin Listrik. Jakarta. Djambatan
- Richardson, D. V. and Caisse, A. J. Jr., 1997, "Rotating Electric Machinery and Transformer Technology ", Prentice-Hall, Inc., New Jersey
- Septianto, Fajar, Achmad Widodo, and Nazaruddin Sinaga. 2015. "Analisa Penurunan Efisiensi Motor Induksi Akibat Cacat Pada Cage Ball Bantalan" 4 (4): 397–407.
- Suprpti, M. L. 2005. Pembuatan Tahu. Kanisius: Yogyakarta
- Tarwiyah, K. 2001. Minyak Kelapa. Dewan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Industri Sumatera Barat. <http://warintek.ristek.go.id>. Diakses 4 Juni 2014.