



BAB IV PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh Penggunaan Inverter Terhadap Motor 45 FN 01

Pengaruh yang terjadi pada penggunaan Inverter terhadap Motor 45 FN 01 adalah terjadinya penghematan daya yang dikonsumsi oleh Motor 45 FN 01. Penghematan konsumsi daya ini terjadi karena pada saat motor start hingga melakukan penghisapan material semen frekuensi pada Motor dapat diatur melalui Inverter, sehingga kecepatan putaran Motor dapat diatur sesuai dengan kebutuhan.

Pengaruh frekuensi terhadap kecepatan motor ini dapat dibuktikan dengan persamaan (2.1). Dari persamaan itu dapat dibuktikan bahwasanya kecepatan putaran motor, Arus Motor serta Tegangan pada Motor berbanding lurus dengan besarnya nilai frekuensi pada Inverter. Data-data yang didapat berdasarkan pengamatan serta pengukuran adalah sebagai berikut.

Tabel 4.1 Data yang terukur pada Motor 45 FN 01 sebelum dipasang Inverter

NO	DAMPER (%)	SPEED (RPM)	ARUS (A)	TEGANGAN (V)	FEEDING (T/J)
1	10	1450	34,4	380	–
2	20	1450	35	380	–
3	30	1450	35,6	380	–
4	40	1450	36,2	380	–
5	50	1450	36,8	380	–
6	60	1450	37,4	380	–
7	65	1450	38	380	43
8	70	1450	38,6	380	46
9	75	1450	39,2	380	48
10	80	1450	39,8	380	50
11	85	1450	40,4	380	53
12	90	1450	41	380	55

**Tabel 4.2** Data terukur pada Motor 45 FN 01 setelah dipasang Inverter

NO	DAMPER (%)	FREKUENSI (Hz)	ARUS (A)	TEGANGAN (V)	FEEDING (T/J)
1	100	20	15,7	156,9	43
2	100	25	17,9	197,7	46
3	100	30	21,2	239,9	48
4	100	35	25,7	283,8	50
5	100	40	30,5	326,8	53
6	100	45	36,2	369,1	55

Tabel 4.1 merupakan keadaan Motor 45 FN 01 sebelum dipasang Inverter, Motor ini menggunakan pengasutan DOL (*Direct On Line*). Prinsip kerja rangkaian Motor dengan pengasutan DOL adalah rangkaian tersebut akan menghubungkan serta memutuskan sumber tegangan secara langsung. Pada saat sebelum dipasang Inverter baik kecepatan putaran, Arus, maupun tegangan pada motor akan bernilai maksimum dengan nilai frekuensi sebesar 50 Hz. Keadaan ini dapat terjadi saat PT. Semen Baturaja Site Palembang melakukan proses produksi semen sebesar 43 ton/jam sampai dengan 55 ton/jam.

Tabel 4.2 merupakan keadaan Motor 45 FN 01 setelah dipasang Inverter, pada tabel 4.2 dapat diketahui bahwa besarnya produksi semen dapat disesuaikan dengan besarnya frekuensi pada Inverter. *Start* motor pada saat setelah dipasang Inverter ini dapat disebut dengan *soft start*. Keadaan *Soft start* adalah melakukan *Starting* Motor dengan memberikan frekuensi serta tegangan yang rendah terlebih dahulu setelah itu dinaikan secara bertahap sampai mencapai kecepatan yang dibutuhkan.

Dari data tabel 4.2 juga bisa diketahui bahwa besarnya frekuensi pada Inverter dapat mempengaruhi besarnya kecepatan putaran Motor 45 FN 01, yang mana semakin besarnya frekuensi pada Inverter maka akan semakin besar pula kecepatan putaran pada Motor 45 FN 01. Hal ini dapat dibuktikan sesuai dengan persamaan (2.1).



Perhitungan pengaruh besarnya frekuensi terhadap kecepatan putaran Motor 45 FN 01 adalah sebagai berikut:

1. Kecepatan putaran Motor pada saat frekuensi 20 Hz

Diketahui:

$$f = 20 \text{ Hz}$$

$$p = 4$$

maka,

$$n_s = \frac{120 \cdot f}{p}$$

$$n_s = \frac{120 \cdot 20}{4}$$

$$n_s = 600 \text{ rpm}$$

2. Kecepatan putaran Motor pada saat frekuensi 25 Hz

Diketahui:

$$f = 25 \text{ Hz}$$

$$p = 4$$

maka,

$$n_s = \frac{120 \cdot f}{p}$$

$$n_s = \frac{120 \cdot 25}{4}$$

$$n_s = 750 \text{ rpm}$$

3. Kecepatan putaran Motor pada saat frekuensi 30 Hz

Diketahui:

$$f = 30 \text{ Hz}$$

$$p = 4$$

maka,

$$n_s = \frac{120 \cdot f}{p}$$

$$n_s = \frac{120 \cdot 30}{4}$$

$$n_s = 900 \text{ rpm}$$



4. Kecepatan putaran Motor pada saat frekuensi 35 Hz

Diketahui:

$$f = 35 \text{ Hz}$$

$$p = 4$$

maka,

$$n_s = \frac{120 \cdot f}{p}$$

$$n_s = \frac{120 \cdot 35}{4}$$

$$n_s = 1050 \text{ rpm}$$

5. Kecepatan putaran Motor pada saat frekuensi 40 Hz

Diketahui:

$$f = 40 \text{ Hz}$$

$$p = 4$$

maka,

$$n_s = \frac{120 \cdot f}{p}$$

$$n_s = \frac{120 \cdot 40}{4}$$

$$n_s = 1200 \text{ rpm}$$

6. Kecepatan putaran Motor pada saat frekuensi 45 Hz

Diketahui:

$$f = 45 \text{ Hz}$$

$$p = 4$$

maka,

$$n_s = \frac{120 \cdot f}{p}$$

$$n_s = \frac{120 \cdot 45}{4}$$

$$n_s = 1350 \text{ rpm}$$

**Tabel 4.3** Pengaruh frekuensi terhadap kecepatan putaran Motor 45 FN 01

NO	FREKUENSI (Hz)	KECEPATAN MOTOR (RPM)	FEEDING (T/J)
1	20	600	43
2	25	750	46
3	30	900	48
4	35	1050	50
5	40	1200	53
6	45	1350	55

Dari tabel 4.3 diatas dapat dibenarkan bahwasanya Frekuensi dapat mempengaruhi kecepatan putaran Motor, yang mana besarnya frekuensi berbanding lurus terhadap besarnya kecepatan putaran Motor.

4.2. Perbandingan Konsumsi Daya Motor 45 FN 01 Sebelum dan Setelah dipasang Inverter

Dari data-data yang telah didapat pada tabel 4.1 serta tabel 4.2 kita dapat membuat perbandingan konsumsi daya Motor Induksi 22 KW (45 FN 01). Berikut ini merupakan perhitungan konsumsi daya Motor 45 FN 01 sebelum dipasang Inverter berdasarkan Tabel 4.1 pada saat berbeban.

1. Daya pada saat beban 43 ton/jam

Diketahui:

$$V = 380 \text{ volt}$$

$$I = 38 \text{ ampere}$$

Maka,

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$P = \sqrt{3} \times 380 \times 38 \times 0,8$$

$$P = 20.008,65 \text{ watt}$$

$$P = 20,00 \text{ KW}$$



2. Daya pada saat beban 46 ton/jam

Diketahui:

$$V = 380 \text{ volt}$$

$$I = 38,6 \text{ ampere}$$

Maka,

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$P = \sqrt{3} \times 380 \times 38,6 \times 0,8$$

$$P = 20.324,57 \text{ watt}$$

$$P = 20,32 \text{ KW}$$

3. Daya pada saat beban 48 ton/jam

Diketahui:

$$V = 380 \text{ volt}$$

$$I = 39,2 \text{ ampere}$$

Maka,

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$P = \sqrt{3} \times 380 \times 39,2 \times 0,8$$

$$P = 20.640,50 \text{ watt}$$

$$P = 20,64 \text{ KW}$$

4. Daya pada saat beban 50 ton/jam

Diketahui:

$$V = 380 \text{ volt}$$

$$I = 39,8 \text{ ampere}$$

Maka,

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$P = \sqrt{3} \times 380 \times 39,8 \times 0,8$$

$$P = 20.956,42 \text{ watt}$$

$$P = 20,95 \text{ KW}$$



5. Daya pada saat beban 53 ton/jam

Diketahui:

$$V = 380 \text{ volt}$$

$$I = 40,4 \text{ ampere}$$

Maka,

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$P = \sqrt{3} \times 380 \times 40,4 \times 0,8$$

$$P = 21.272,35 \text{ watt}$$

$$P = 21,27 \text{ KW}$$

6. Daya pada saat beban 55 ton/jam

Diketahui:

$$V = 380 \text{ volt}$$

$$I = 41 \text{ ampere}$$

Maka,

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$P = \sqrt{3} \times 380 \times 41 \times 0,8$$

$$P = 21.588,28 \text{ watt}$$

$$P = 21,58 \text{ KW}$$

Berikut ini merupakan Perhitungan konsumsi daya Motor Induksi 22 KW (45 FN 01) setelah dipasang Inverter berdasarkan data-data pada tabel 4.2 pada saat berbeban.

1. Daya pada saat beban 43 ton/jam

Diketahui:

$$V = 156,9 \text{ volt}$$

$$I = 15,7 \text{ ampere}$$

Maka,

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$P = \sqrt{3} \times 156,9 \times 15,7 \times 0,8$$

$$P = 3.413,29 \text{ watt}$$



$$P = 3,24 \text{ KW}$$

2. Daya pada saat beban 46 ton/jam

Diketahui:

$$V = 197,7 \text{ volt}$$

$$I = 17,9 \text{ ampere}$$

Maka,

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$P = \sqrt{3} \times 197,7 \times 17,9 \times 0,8$$

$$P = 4.903,54 \text{ watt}$$

$$P = 4,90 \text{ KW}$$

3. Daya pada saat beban 48 ton/jam

Diketahui:

$$V = 239,9 \text{ volt}$$

$$I = 21,2 \text{ ampere}$$

Maka,

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$P = \sqrt{3} \times 239,9 \times 21,2 \times 0,8$$

$$P = 7.047,20 \text{ watt}$$

$$P = 7,04 \text{ KW}$$

4. Daya pada saat beban 50 ton/jam

Diketahui:

$$V = 283,8 \text{ volt}$$

$$I = 25,7 \text{ ampere}$$

Maka,

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$P = \sqrt{3} \times 283,8 \times 25,7 \times 0,8$$

$$P = 10.106,39 \text{ watt}$$

$$P = 10,10 \text{ KW}$$



5. Daya pada saat beban 53 ton/jam

Diketahui:

$$V = 326,8 \text{ volt}$$

$$I = 30,5 \text{ ampere}$$

Maka,

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$P = \sqrt{3} \times 326,8 \times 30,5 \times 0,8$$

$$P = 13.811,23 \text{ watt}$$

$$P = 13,81 \text{ KW}$$

6. Daya pada saat beban 55 ton/jam

Diketahui:

$$V = 369,1 \text{ volt}$$

$$I = 36,2 \text{ ampere}$$

Maka,

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos \varphi$$

$$P = \sqrt{3} \times 369,1 \times 36,2 \times 0,8$$

$$P = 18.514,12 \text{ watt}$$

$$P = 18,51 \text{ KW}$$

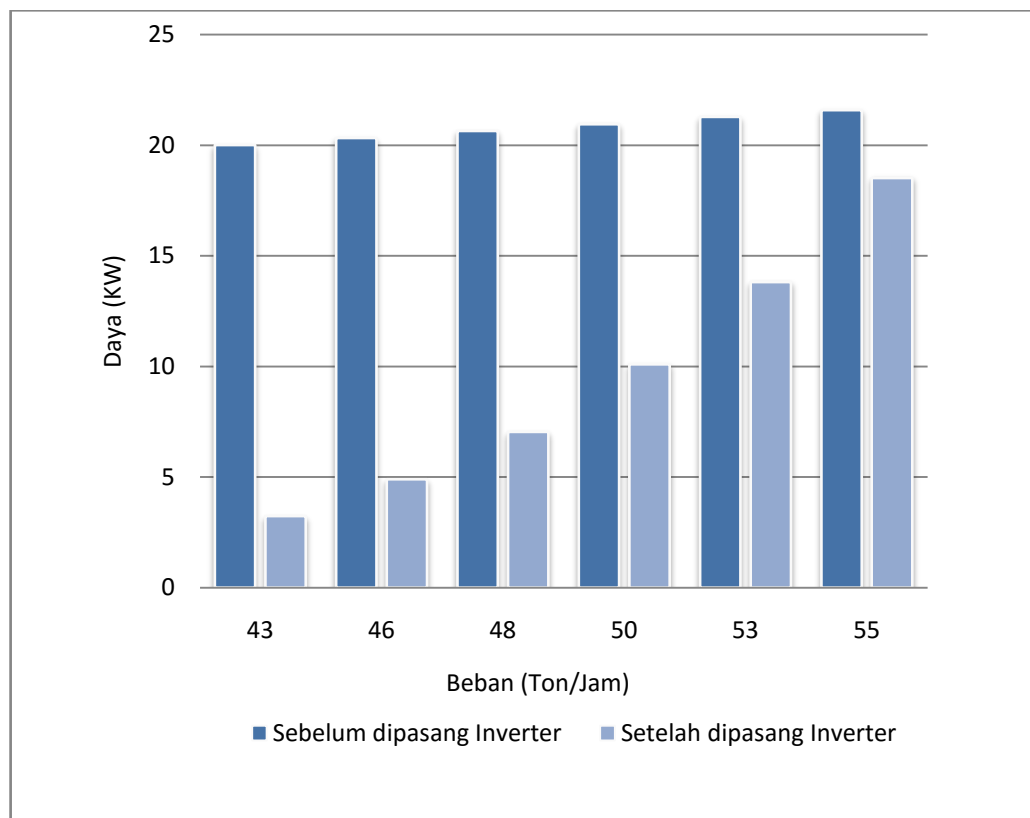
Dari perhitungan konsumsi daya Motor Induksi 22 KW (45 FN 01) sebelum dan sesudah dipasang Inverter dapat dibuat perbandingan konsumsi daya pada tabel berikut.



Tabel 4.4 Perbandingan konsumsi daya Motor 45 FN 01 sebelum dan setelah dipasang Inverter

NO	FEEDING (TON/JAM)	DAYA SEBELUM DIPASANG INVERTER (KW)	DAYA SETELAH DIPASANG INVERTER (KW)
1	43	20,00	3,24
2	46	20,32	4,90
3	48	20,64	7,04
4	50	20,95	10,10
5	53	21,27	13,81
6	55	21,58	18,51

Perbandingan Konsumsi daya Pada Motor 45 FN 01 dapat dibuat dalam bentuk grafik sebagai berikut.



Gambar 4.1 Grafik konsumsi daya Motor 45 FN 01 Sebelum dan Sesudah dipasang Inverter



4.3. Perbandingan Biaya Tarif Listrik Motor 45 FN 01 Sebelum dan Setelah dipasang Inverter dalam Sehari

Setelah kita mengetahui besarnya konsumsi daya pada Motor 45 FN 01 (dapat dilihat pada tabel 4.4) kita juga dapat mengetahui berapa besar biaya tarif listrik motor 45 FN 01 dalam sehari baik sebelum maupun setelah dipasang Inverter. Besarnya biaya listrim per KWH di PT. Semen Baturaja Site Palembang adalah Rp 1.090,00/KWH.

Berikut merupakan perhitungan Biaya Tarif Listrik Pada Motor 45 FN 01 dalam Sehari sebelum dipasang Inverter.

1. Pada saat beban 43 Ton/jam

$$\text{Biaya tarif listrik} = 20 \text{ KW} \times 12 \text{ jam} \times \text{Rp. } 1.090,00$$

$$\text{Biaya tarif listrik} = \text{Rp. } 261.600,00$$

2. Pada saat beban 46 Ton/jam

$$\text{Biaya tarif listrik} = 20,32 \text{ KW} \times 12 \text{ jam} \times \text{Rp. } 1.090,00$$

$$\text{Biaya tarif listrik} = \text{Rp. } 265.785,60$$

3. Pada saat beban 48 Ton/jam

$$\text{Biaya tarif listrik} = 20,64 \text{ KW} \times 12 \text{ jam} \times \text{Rp. } 1.090,00$$

$$\text{Biaya tarif listrik} = \text{Rp. } 269.971,20$$

4. Pada saat beban 50 Ton/jam

$$\text{Biaya tarif listrik} = 20,95 \text{ KW} \times 12 \text{ jam} \times \text{Rp. } 1.090,00$$

$$\text{Biaya tarif listrik} = \text{Rp. } 274.026,00$$



5. Pada saat beban 53 Ton/jam

$$\text{Biaya tarif listrik} = 21,27 \text{ KW} \times 12 \text{ jam} \times \text{Rp. } 1.090,00$$

$$\text{Biaya tarif listrik} = \text{Rp. } 278.211,60$$

6. Pada saat beban 55 Ton/jam

$$\text{Biaya tarif listrik} = 21,58 \text{ KW} \times 12 \text{ jam} \times \text{Rp. } 1.090,00$$

$$\text{Biaya tarif listrik} = \text{Rp. } 282.266,40$$

Berikut merupakan perhitungan Biaya Tarif Listrik Pada Motor 45 FN 01 dalam Sehari setelah dipasang Inverter.

1. Pada saat beban 43 Ton/jam

$$\text{Biaya tarif listrik} = 3,24 \text{ KW} \times 12 \text{ jam} \times \text{Rp. } 1.090,00$$

$$\text{Biaya tarif listrik} = \text{Rp. } 42.379,20$$

2. Pada saat beban 46 Ton/jam

$$\text{Biaya tarif listrik} = 4,90 \text{ KW} \times 12 \text{ jam} \times \text{Rp. } 1.090,00$$

$$\text{Biaya tarif listrik} = \text{Rp. } 64.092,00$$

3. Pada saat beban 48 Ton/jam

$$\text{Biaya tarif listrik} = 7,04 \text{ KW} \times 12 \text{ jam} \times \text{Rp. } 1.090,00$$

$$\text{Biaya tarif listrik} = \text{Rp. } 92.083,20$$

4. Pada saat beban 50 Ton/jam

$$\text{Biaya tarif listrik} = 10,10 \text{ KW} \times 12 \text{ jam} \times \text{Rp. } 1.090,00$$

$$\text{Biaya tarif listrik} = \text{Rp. } 132.108,00$$



5. Pada saat beban 53 Ton/jam

$$\text{Biaya tarif listrik} = 13,81 \text{ KW} \times 12 \text{ jam} \times \text{Rp. } 1.090,00$$

$$\text{Biaya tarif listrik} = \text{Rp. } 180.634,80$$

6. Pada saat beban 55 Ton/jam

$$\text{Biaya tarif listrik} = 18,51 \text{ KW} \times 12 \text{ jam} \times \text{Rp. } 1.090,00$$

$$\text{Biaya tarif listrik} = \text{Rp. } 242.110,80$$

Tabel 4.5 Perbandingan Biaya Tarif Listrik Motor 45 FN 01 Sebelum dan Setelah dipasang Inverter dalam Sehari

NO	FEEDING (TON/JAM)	BIAYA TARIF LISTRIK SEBELUM DIPASANG INVERTER	BIAYA TARIF LISTRIK SETELAH DIPASANG INVERTER
1	43	Rp. 261.600,00	Rp. 42.379,20
2	46	Rp. 265.785,60	Rp. 64.092,00
3	48	Rp. 269.971,20	Rp. 92.083,20
4	50	Rp. 274.026,00	Rp. 132.108,00
5	53	Rp. 278.211,60	Rp. 180.634,80
6	55	Rp. 282.266,40	Rp. 242,110,80

Dari data-data yang ada pada Tabel 4.5 dapat diketahui bahwa selisih Biaya Tarif Listrik Motor 45 FN 01 yang paling besar terjadi pada saat proses produksi semen sebanyak 43 Ton/Jam, itu terjadi dikarenakan pada saat proses produksi semen sebesar 43 Ton/jam sampai dengan 55 Ton/Jam konsumsi daya pada motor 45 FN 01 tidak terlalu berbeda sehingga besarnya Biaya Tarif Listrik Sebelum dipasang Inverter juga tidak terlalu jauh. Sedangkan konsumsi Daya setelah dipasang Inverter itu bervariasi, dikarenakan dapatnya melakukan pengaturan frekuensi sesuai dengan besarnya produksi semen.