

Analisis Starting Motor Tiga Fasa 3,3 kV 750 kW Menggunakan Reactor Di PT. Indah Kiat Pulp And Paper Perawang

Heldi Frido¹, Arlenny¹, Hazra Yuvendius¹

¹Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning Pekanbaru.

Jl. Yos Sudarso Rumbai, Pekanbaru, Telp. (0761) 52324

Email : andikapurba456@gmail.com, hazra@unilak.ac.id, arlenny@unilak.ac.id

Submitted : 07 Agustus 2022

Accepted: 10 Desember 2022*

Abstrak

Dari hasil perbandingan *starting* motor tanpa pengasutan dan dengan pengasutan menggunakan *reactor* terlihat adanya pengasutan arus pada saat *starting* motor. *Starting* motor tanpa pengasutan pada detik pertama lonjakan arus sebesar 937,2 Amp kemudian setelah detik kelima arus kembali susut sebesar 152,5 Amp. Sedangkan pengasutan menggunakan *reactor* terjadi tiga tahapan pengasutan arus, yaitu pada detik pertama arus sebesar 620,6 Amp lalu pada detik empat koma delapan detik terjadi lonjakan sebesar 938,5 Amp setelah itu susut pada detik kelima yaitu 152,4 Amp. Persentase pengasutan *starting* motor tanpa pengasutan dan dengan pengasutan *reactor* yaitu 33,87%.

Kata Kunci: *Starting*, *Reactor*, Motor, Arus

Abstract

From the comparison results of starting the motor without starting and with starting using a reactor, it can be seen that there is starting current when starting the motor. Starting the motor without starting in the first second of a surge current of 937.2 Amp then after the fifth second the current again shrinks by 152.5 Amp. While starting using a reactor, there are three stages of current starting, namely in the first second the current is 620.6 Amps then at four point eight seconds there is a spike of 938.5 Amps after that it shrinks in the fifth second, which is 152.4 Amps. The percentage of starting the starting motor without starting and with starting the reactor is 33.87%..

Keywords: *Starting*, *Reactor*, Motor, Current

1. PENDAHULUAN

Motor induksi 3 fasa sangat banyak digunakan dalam dunia industri. Seperti terlihat di PT. Indah Kiat Pulp and Paper (PT. IKPP) Tbk. Perawang yang bergerak di bidang produksi bubur kertas dan kertas (*pulp and paper*). Motor induksi 3 fasa dipilih karena konstruksinya sederhana, kuat dan mudah dalam pemeliharaannya, sehingga sangat tepat digunakan sebagai penggerak mesin produksi seperti: penggerak *pump*, penggerak *fan* maupun sebagai penggerak *conveyor*.

Motor induksi banyak digunakan di industri maupun pada peralatan rumah tangga sebagai penggerak atau penghasil tenaga mekanis. Untuk kebanyakan motor, arus awal yang ditarik oleh motor pada saat pengasutan (*starting*) adalah 4 sampai 7 kali besarnya arus nominal dan untuk motor - motor

dengan beban yang besar hal ini tidak dapat diijinkan [1].

Pada PT. Indah Kiat Pulp and Paper, *starting* motor menggunakan *reactor* agar dapat mengurangi arus *starting* dan torsi *starting* yang besar yang mengakibatkan kerusakan sistem jaringan dan kerusakan pada motor itu sendiri.

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis tertarik melakukan penelitian yang berjudul; “Analisis *Starting* Motor Tiga Fasa 3.3 kV 750 kW Menggunakan *Reactor* Di PT. Indah Kiat Pulp And Paper Perawang.”

2. METODE PENELITIAN

2.1. Motor Induksi 3 Fasa

Motor induksi adalah motor listrik yang arus rotornya diperoleh akibat terinduksi dari medan

magnet stator karena terdapat perbedaan relatif diantara medan magnet putar pada stator dengan putaran rotor [2].

Kecepatan medan magnet berputar pada stator motor induksi adalah kecepatan sinkron seperti persamaan (2.1), sedangkan slip adalah perbedaan putaran relatif antara stator dan rotor seperti persamaan (2.2) [3].

$$n_s = \frac{120 f}{p} \quad (2.1)$$

Dimana:

n_s = kecepatan sinkron (rpm)

f = frekuensi (Hz)

p = jumlah pasang kutub

$$s = \left(\frac{n_s - n_r}{n_s} \right) \times 100\% \quad (2.2)$$

Dimana:

s = slip (%)

n_s = kecepatan sinkron (rpm)

n_r = kecepatan rotor (rpm)

Prinsip kerja motor induksi dimulai dari motor dalam kondisi diam sampai berputar adalah sebagai berikut [3]:

1. Pada saat kumparan stator diberi tegangan tiga fasa maka, akan menimbulkan medan putar pada stator seperti persamaan (2.3):

$$n_s = \frac{120 f}{p} \quad (2.2)$$

Dimana:

n_s = kecepatan sinkron

f = frekuensi (Hz)

p = pasang kutub

2. Medan putar yang timbul pada stator akan dipotong oleh batang konduktor yang terdapat pada rotor sehingga menimbulkan tegangan induksi (ggl) seperti persamaan (2.4). Tegangan induksi akan timbul jika terdapat perbedaan relatif antara kecepatan putar stator dan kecepatan putar rotor yang disebut slip.

$$E_{2s} = 4,44 f_2 N_2 \Phi_m \quad (2.3)$$

(satu fasa)

Dimana:

E_{2s} = tegangan induksi ketika rotor berputar (V)

f_2 = frekuensi rotor (Hz)

N_2 = belitan rotor

Φ_m = fluks magnetik (Wb)

2.2. Starting Motor Induksi 3 Fasa

Starting tegangan penuh akan menghasilkan arus dan torsi yang tinggi, sehingga dapat menyebabkan jatuh tegangan yang tinggi. Untuk menghindari jatuh tegangan yang tinggi maka

metode pengasutan ini hanya dilakukan pada motor berkapasitas kecil.

Rumus arus starting adalah [4]:

$$I_{st} = 4 s/d 7 \cdot I_{ft} \quad (2.5)$$

$$I_{ft} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \theta \cdot \eta} \quad (2.6)$$

Slip = 1

$$I_2 = \frac{E_{20}}{\sqrt{R_2^2 + X_2^2}} \quad (2.7)$$

Dengan memperhatikan rumus arus starting diatas, dapat disimpulkan, bahwa salah satu cara untuk dapat menurunkan arus starting adalah menurunkan tegangan sumber atau tegangan apit (E_{20}), dengan menggunakan peralatan starting motor.

Starting motor induksi 3 fasa dapat dilakukan dengan 6 cara, yaitu :

1. Start secara langsung DOL (Direct On Line)
2. Start dengan saklar bintang-segitiga
3. Start dengan Autotrafo
4. Start dengan Rheostat
5. Start dengan *Soft Starter* (elektronik)+
6. Start dengan *Reactor* (induktor)

2.3. Starting Secara Langsung DOL

Prinsip kerja starting langsung DOL (Direct On Line) secara umum yaitu, jika tombol mulai (Start) ditekan maka arus akan mengalir dari fasa merah (R) melalui rangkaian kendali dan kumparan kontaktor ke fasa biru. Arus ini akan mengkatifkan kumparan kontaktor sehingga kontaktor akan menutup untuk menghubungkan suplai 3 fasa ke motor. Jika tombol mulai dilepaskan rangkaian kendali akan tetap dipertahankan seperti semula melalui sebuah kontak penahan. Jika selanjutnya tombol berhenti (stop) ditekan atau jika kumparan-kumparan beban lebih bekerja maka rangkaian kendali akan terputus dan kontaktor akan membuka untuk memutuskan suplai listrik 3 fasa ke motor. Penghubungan kembali suplai ke motor hanya dapat dilakukan dengan menekan kembali tombol mulai, jadi rangkaian ini juga dapat memberi proteksi terhadap kehilangan tegangan suplai.

2.4. Starting Dengan Auto-Transformer

Metode pengasutan ini digunakan untuk menjalankan motor rotor sangkar tiga fasa dengan cara memperkecil tegangan masuk ke motor melalui autotrafo. Autotrafo memiliki beberapa tap yang dapat digunakan untuk memberikan tegangan motor yang lebih rendah pada waktu pengasutan. Aksi transformator ini mengakibatkan arus jaringan lebih kecil dari pada arus motor sehingga tidak terjadi voltage dip pada jaringan. Pada pengasutan dengan metode auto trafo, motor induksi di hubungkan seri

dengan autotrafo melalui tap pada belitan sekundernya. Metode pengasutan dengan autotrafo ini memberikan torsi pengasutan yang besar [5].

2.5. Starting Dengan Rheostat

Metode Saat asutan, pemutar (handle) rheostat diatur pada posisi OFF sehingga tahanan maksimum berada pada setiap fasa rangkaian stator. Hal tersebut untuk mereduksi arus start dan pada saat yang sama torsi start bertambah. Setelah motor mendapatkan kecepatannya, pemutar rheostat secara berangsur-angsur diputar searah jarum jam dan keluar dari rheostat untuk setiap fasa rangkaian rotor. Ketika motor mencapai kecepatan konstan, Change-over switch berada pada posisi ON dan seluruh rheostat keluar dari rangkaian rotor.

2.6. Starting Dengan Soft Starter

Metode Soft starter sangat berbeda dengan starter lain. Alat ini menggunakan thyristor sebagai komponen utamanya. Tegangan yang masuk ke motor akan diatur dimulai dengan sangat rendah sehingga arus dan torsi saat start juga rendah. Pada saat start ini tegangan yang masuk hanya cukup untuk menggerakkan beban dan akan menghilangkan kejutan pada beban. Secara perlahan tegangan dan torsi akan dinaikan sehingga motor akan mengalami percepatan sehingga tercapai kecepatan normal. Salah satu keuntungan menggunakan alat ini adalah kemungkinan dilakukannya pengaturan torsi pada saat yang diperlukan, tidak terpengaruh ada atau tidaknya beban.

2.7. Starting Dengan Reactor

Metode Starter reaktor utama awalnya menciptakan tegangan pembagi dengan menempatkan unsur reaktif secara seri dengan rangkaian stator motor untuk menurunkan tegangan ke stator motor sampai jalankan kontak bergerak sehingga mengurangi motor arus dan torsi saat start. Dimana switch timer atau sentrifugal dapat digunakan sebagai sinyal untuk melangsir keluar reaktor saat motor mendekati kecepatan penuh. Dimana transisi terbuka atau tertutup dapat diberikan antara awal dan menjalankan. Seperti yang kita telah diturunkan di atas, sebagai tegangan ke motor berliku berkurang, arus ke motor berkurang langsung. Sedangkan nilai torsi berkurang dengan kuadrat pengurangan tegangan.

2.8. Reactor

Metode *Reactor* adalah peralatan sistem tenaga listrik yang berfungsi untuk menyerap kelebihan daya reaktif. Peletakan *reactor* biasanya dipasang pada bus yang memiliki level tegangan tinggi seperti

pada Gambar 2.1. Hal ini berguna untuk meningkatkan keandalan sistem, terutama ketika terjadi beban minimum. Berdasarkan fungsi dan penempatannya dapat dibedakan menjadi :

1. *Reactor* seri berfungsi sebagai hambatan arus hubung singkat
2. *Reactor* pengetanahan berfungsi untuk mengkompensasi arus gangguan kapasitif.
3. *Reactor* shunt Berfungsi sebagai beban reaktif induktif untuk mengkompensasi daya reaktif kapasitif yang ditimbulkan oleh jaringan yang panjang.



Gambar 2.1. *Reactor*

Metode pengasutan dengan reaktor [6] dilakukan dengan cara menghubungkan kumparan dengan inti besi (*reactor*) secara seri dengan setiap belitan motor selama pengasutan. Maka arus akan dibatasi secara proporsional dengan tegangan. *Reactor* dapat dipilih sehingga besar tegangan yang diberikan kepada motor selama proses pengasutan dapat dipilih antara 35% hingga 95% tegangan nominal motor. Torsi selama pengasutan akan berkurang sehingga cocok untuk aplikasi yang tidak memerlukan torsi awal yang besar. Keuntungan dari metode ini adalah rangkaiannya yang sangat sederhana dan biaya yang rendah dibandingkan dengan metode lain [7].

2.9. Electrical Transient and Analysis Program (ETAP)

Metode Dalam perancangan dan analisis sistem power listrik, dibutuhkan pemodelan dari sebuah sistem power listrik tersebut. Pemodelan ini dibuat dengan keadaan yang mendekati sebenarnya dari sistem yang akan direalisasikan. Oleh sebab itu sebuah software atau aplikasi dibutuhkan untuk memodelkan sistem tersebut. ETAP *Power Station* ialah *software* yang diperuntukan untuk membuat

model perencanaan dan simulasi jaringan listrik beserta tampilan keadaan suatu sistemnya. Keunggulan ETAP ialah mampu bekerja secara *offline* untuk mensimulasikan dan juga bisa bekerja secara *online* yang berguna sebagai pengaturan sebuah data secara real-time serta dipakai untuk sistem yang bekerja *realtime*. Adapun fitur-fitur yang disajikan bervariasi dari berbagai kategori seperti pembangkitan, transmisi serta pendistribusian tenaga listrik.

Saluran tunggal diagram dari suatu jaringan listrik yang dianalisa merupakan representasi dari sebuah *three channel phase* yang dipisahkan menggunakan sebuah konduktor. Perihal ini dilakukan untuk memudahkan pembacaan diagram serta analisa sistem. Berbagai elemen listrik seperti transformator, motor induksi, busbar, kapasitor, dan juga komponen konduktor lainnya yang telah disesuaikan dengan standar ANSI serta IEC. Perbedaan mendasar dari kedua standarisasi tersebut ialah terletak pada penggunaan frekuensi yang berdampak pada berbedanya spesifikasi dari masing-masing standarisasi tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Dan Hasil Simulasi Pengasutan Motor

Analisa ini bertujuan untuk mengetahui besarnya arus pada saat motor dijalankan dengan menggunakan pengasutan motor. Setelah memasukkan data motor dan pemodelan *One-Line Diagram* pada program ETAP *Power Station* maka motor dijalankan dengan menggunakan fasilitas peralatan pengasutan motor. Sehingga dapat mengamati karakteristik motor pada saat dijalankan. Kemudian dapat diamati pula hasil komputasi program pada menu *Motor Starting Report Manager*. Data hasil simulasi juga dapat diamati dengan mengklik gambar kurva simulasi pengasutan motor.

3.1.1 Analisa Perhitungan Starting Motor

Untuk menghitung starting motor, yang pertama adalah menghitung arus pengasutan menggunakan persamaan (2.6) berdasarkan data :

Diketahui :

$$I_{ft} = 156 \text{ Amp}$$

$$P = 750 \text{ kW}$$

$$V = 3300 \text{ V}$$

$$\cos \theta = 0,87$$

$$I_{ft} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \theta \cdot \eta}$$

$$156 = \frac{750000}{\sqrt{3} \cdot 3300 \cdot 0,87 \cdot \eta}$$

$$\eta = \frac{750000}{\sqrt{3} \cdot 3300 \cdot 0,87 \cdot 156} = 0,96$$

$$I_{L-L} = \sqrt{3} \cdot I_{fl}$$

$$I_{L-L} = \sqrt{3} \cdot 156 = 270,20 \text{ Amp}$$

Setelah itu dihitung kecepatan sinkron menggunakan persamaan (2.1) :

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

$$n_s = \frac{120 \cdot 50}{4} = 1500 \text{ rpm}$$

Kemudian hitung slip menggunakan persamaan (2.2) :

$$s = \left(\frac{n_s - n_r}{n_s} \right) \times 100\%$$

$$s = \left(\frac{1500 - 1489}{1500} \right) \times 100\% = 0,0073$$

Perhitungan kecepatan sudut rotor menggunakan persamaan (2.7) :

$$\omega_r = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_r}{60}$$

$$\omega_r = \frac{2 \cdot \pi \cdot 1489}{60} = 155,93 \text{ rad/s}$$

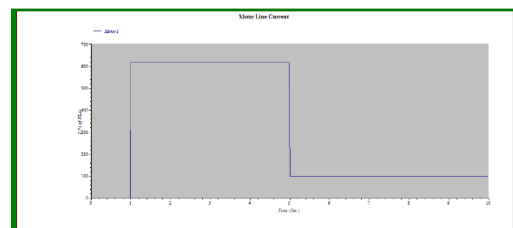
Perhitungan torsi mekanik menggunakan persamaan (2.6) :

$$T_0 = \frac{P_0}{\omega_r}$$

$$T_0 = \frac{750000}{155,93} = 4809,85 \text{ N.m}$$

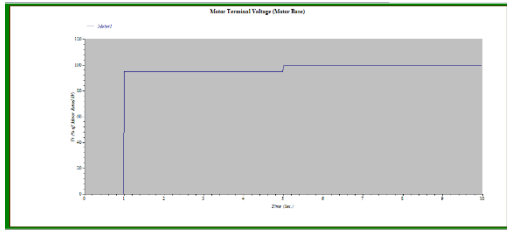
3.1.2 Hasil Simulasi Starting Motor Tanpa Pengasutan

Berikut hasil simulasi starting motor tanpa pengasutan menggunakan ETAP. Pada saat asut, motor menarik arus yang cukup besar. Terlihat seperti gambar 1.



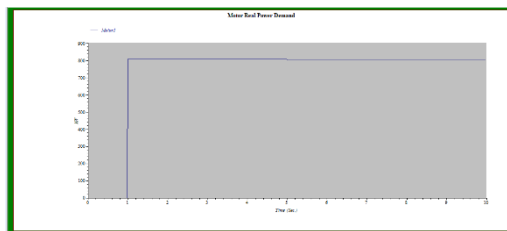
Gambar 1. Kurva Arus (Amp) Terhadap Waktu (s) Tanpa Pengasutan

Pada gambar 1. Besar arus starting motor adalah 600,76% dari FLA atau sama dengan 937,2 Amp dan ketika $t = 5$ detik arus pada kondisi mantap yaitu 97,75% dari FLA atau sama dengan 152,5 Amp.



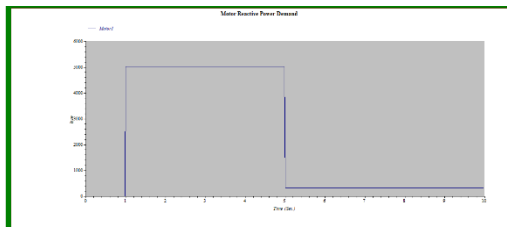
Gambar 2. Kurva Tegangan Terminal Motor (kV) Terhadap Waktu (s) Tanpa Pengasutan

Pada gambar 2. Besar tegangan terminal motor besarnya pada saat asut adalah 94,98% dari V_t atau sama dengan 3,13 kV dan setelah $t = 5$ detik tegangan terminal motor pada kondisi mantap yaitu 99,56% dari V_t atau sama dengan 3,29 kV.



Gambar 3. Kurva Daya Aktif Motor (kW) Terhadap Waktu (s) Tanpa Pengasutan

Pada gambar 3. Besar daya aktif yaitu 807,3 kW dari starting awal pada $t = 1$ detik.

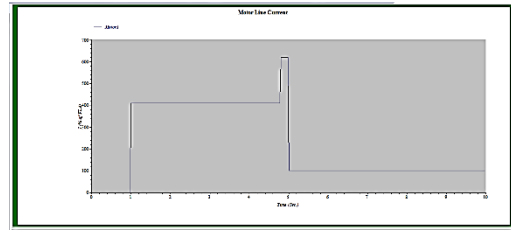


Gambar 4. Kurva Daya Reaktif Motor (kVAr) Terhadap Waktu (s) Tanpa Pengasutan

Pada gambar 4. Besar daya reaktif motor besarnya pada saat asut adalah 5031 kVAr dan setelah $t = 5$ detik daya reaktif motor pada kondisi mantap yaitu 332,6 kVAr.

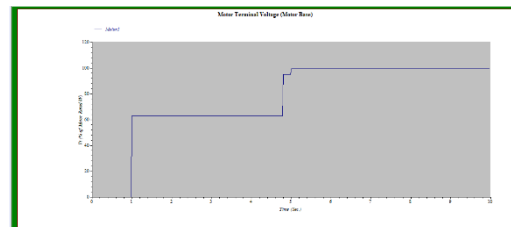
3.1.3 Hasil Simulasi Starting Motor Dengan Reactor

Berikut tampilan hasil simulasi starting motor dengan pengasutan *Reactor* menggunakan ETAP.



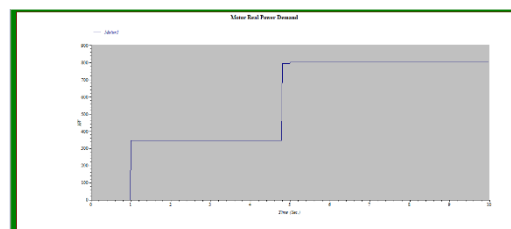
Gambar 5. Kurva Arus (Amp) Terhadap Waktu (s) Dengan Pengasutan Reactor

Pada gambar 5. Besar arus starting motor adalah 397,82% dari FLA atau sama dengan 620,6 Amp dan ketika $t = 4,8$ detik yaitu 601,6% dari FLA atau sama dengan 938,5 Amp kemudian setelah $t = 5$ arus pada kondisi mantap yaitu 97,69% dari FLA atau sama dengan 152,4 Amp.



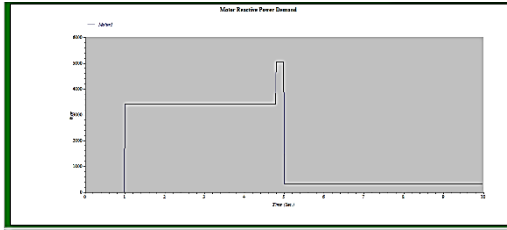
Gambar 6. Kurva Tegangan Terminal Motor (kV) Terhadap Waktu (s) Pengasutan Reactor

Pada gambar 6. Besar tegangan terminal motor besarnya pada saat asut adalah 62,9% dari V_t atau sama dengan 2,08 kV dan ketika $t = 4,8$ detik yaitu 95,12% atau sama dengan 3,14 kV dan kemudian setelah $t = 5$ detik tegangan terminal motor pada kondisi mantap yaitu 99,61% dari V_t atau sama dengan 3,29 kV.



Gambar 7. Kurva Daya Aktif Motor (kW) Terhadap Waktu (s) Pengasutan Reactor

Pada gambar 7. Besar daya aktif yaitu 347,2 kW dan ketika $t = 4,8$ detik besar daya aktif 749 kW kemudian setelah $t = 5$ detik besar daya aktif 801,5 kW.



Gambar 8. Kurva Daya Reaktif Motor (kVAR) Terhadap Waktu (s) Pengasutan Reactor

Pada gambar 8. Besar daya reaktif motor besarnya pada saat asut adalah 3415 kVAR dan ketika $t = 4,8$ detik 5040 kVAR dan setelah $t = 5$ detik daya reaktif motor pada kondisi mantap yaitu 332,4 kVAR.

3.1.4 Analisa Perhitungan Hasil Simulasi Starting Motor Tanpa Reactor Pada ETAP

Untuk menghitung starting motor menggunakan persamaan (2.9) berdasarkan data :

Diketahui :

FLA = 156 Amp $V_t = 3300$ V

Ketika $t = 1$ detik

$$I_{st} = \frac{600,76}{100} \times 156 = 937,2 \text{ Amp}$$

$$V_t = \frac{94,98}{100} \times 3300 = 3134,3 \text{ V atau } 3,13 \text{ kV}$$

Ketika $t = 5$ detik

$$I_{st} = \frac{97,75}{100} \times 156 = 152,5 \text{ Amp}$$

$$V_t = \frac{99,56}{100} \times 3300 = 3285,4 \text{ V atau } 3,29 \text{ kV}$$

3.1.5 Analisa Perhitungan Hasil Simulasi Starting Motor Dengan Reactor Pada ETAP

Untuk menghitung starting motor menggunakan persamaan (2.9) berdasarkan data :

Diketahui :

FLA = 156 Amp $V_t = 3300$ V

Ketika $t = 1$ detik

$$I_{st} = \frac{397,89}{100} \times 156 = 620,6 \text{ Amp}$$

$$V_t = \frac{62,9}{100} \times 3300 = 2075,7 \text{ V atau } 2,08 \text{ kV}$$

Ketika $t = 4,8$ detik

$$I_{st} = \frac{601,6}{100} \times 156 = 938,5 \text{ Amp}$$

$$V_t = \frac{95,12}{100} \times 3300 = 3138,9 \text{ V atau } 3,14 \text{ kV}$$

Ketika $t = 5$ detik

$$I_{st} = \frac{97,69}{100} \times 156 = 152,4 \text{ Amp}$$

$$V_t = \frac{99,61}{100} \times 3300 = 3287,1 \text{ V atau } 3,29 \text{ kV}$$

3.1.6 Analisa Perbandingan Starting Motor Tanpa Reactor Dan Dengan Reactor Pada ETAP

Analisa perbandingan starting motor tanpa pengasutan dan dengan pengasutan dengan reactor dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

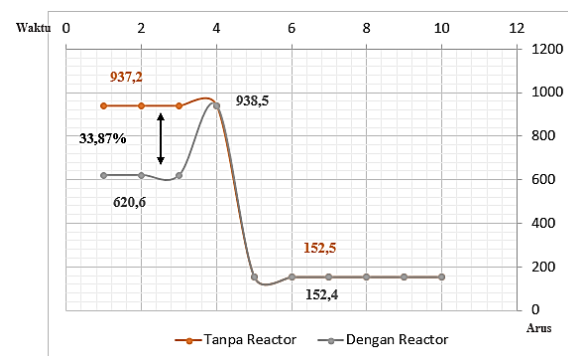
Tabel 1 Hasil Simulasi Starting Motor Tanpa Reactor

No	Waktu (detik)	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya Aktif (kW)	Daya Reaktif (kVAR)
1	1	937,2	3134,3	807,3	50131
2	2	937,2	3134,3	807,3	50131
3	3	937,2	3134,3	807,3	50131
4	4	937,2	3134,3	807,3	50131
5	5	152,5	3285,4	807,9	332,6

Tabel 2 Hasil Simulasi Starting Motor Dengan Reactor

No	Waktu (detik)	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya Aktif (kW)	Daya Reaktif (kVAR)
1	1	620,6	2085,7	347,2	3415
2	2	620,6	2085,7	347,2	3415
3	3	620,6	2085,7	347,2	3415
4	4	620,6	2085,7	347,2	3415
5	4,8	938,5	3138,9	794	5040
6	5	152,4	3287,1	801,5	332,4

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 maka dapat dibuat kedalam grafik seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Starting Motor Tanpa Pengasutan Dan Dengan Pengasutan Reactor

Untuk menghitung persentase kenaikan menggunakan rumus:

Persentase kenaikan (%) = $((937,2 - 620,6) / 937,2) \times 100\% = 33,87\%$

Dari hasil perbandingan starting motor tanpa pengasutan dan dengan pengasutan menggunakan reactor terlihat adanya pengasutan arus pada saat starting motor. Pada saat starting motor, persentase selisih tanpa pengasutan dan dengan pengasutan reactor yaitu sebesar 33,87%. Starting motor tanpa pengasutan pada detik pertama lonjakan arus sebesar 937,2 Amp kemudian setelah detik kelima arus kembali susut sebesar 152,5 Amp. Sedangkan pengasutan menggunakan reactor terjadi tiga tahapan pengasutan arus, yaitu pada detik pertama arus sebesar 620,6 Amp lalu pada detik empat koma delapan detik terjadi lonjakan sebesar 938,5 Amp setelah itu susut pada detik kelima yaitu 152,4 Amp.

4. KESIMPULAN

Power induk 33 kV dengan frekuensi 50 Hz dari MB 25/ TG 26 yang dikirim dari pembangkit masuk ke incoming Vacuum Circuit Breaker (VCB) dengan kapasitas 1250 Amp kemudian dibagi ke Vacuum Circuit Breaker (VCB) 630 Amp dengan tegangan 33 kV kemudian diteruskan ke Transformator 12 MVA dengan keluaran output 3,3 kV masuk ke panel incoming Vacuum Circuit Breaker (VCB) 2500 Amp yang dialirkan ke Vacuum Contact Switch (VCS) 350 Amp dengan tegangan 3,3 kV untuk masuk ke pambangkit sistem reactor ke motor agitator untuk pengoperasian kelistrikan pada unit proses.

Dari hasil perbandingan starting motor tanpa pengasutan dan dengan pengasutan menggunakan reactor terlihat adanya pengasutan arus pada saat starting motor. Starting motor tanpa pengasutan pada detik pertama lonjakan arus sebesar 937,2 Amp kemudian setelah detik kelima arus kembali susut sebesar 152,5 Amp. Sedangkan pengasutan menggunakan reactor terjadi tiga tahapan pengasutan arus, yaitu pada detik pertama arus sebesar 620,6 Amp lalu pada detik empat koma delapan detik terjadi lonjakan sebesar 938,5 Amp setelah itu susut pada detik kelima yaitu 152,4 Amp. Persentase pengasutan starting motor tanpa pengasutan dan dengan pengasutan reactor yaitu 33,87%.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Achyanto, Djoko. 1997. “Mesin-Mesin Listrik”, Edisi Keempat Penerbit Erlangga.
- [2] Amir, M., & Firdaus, A. I. (2017). “Studi Analisis Pengaruh Harmonisa akibat

Penggunaan Variable Speed Drive pada Motor Induksi Tiga Fasa”. Sinusoida, XIX(2), 20–29.

- [3] Zuhail. (2000). “Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya”. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- [4] Kadir, Abdul. (2003). “Mesin Induksi”. Jakarta, Djambatan.
- [5] Abbas, M., Majeed, M. A. A., Kassas, M., & Ahmad, F. “Motor Starting Study For A Urea Manufacturing”. In Proceedings Of The 2011 International Conference On Power Engineering, Energy And Electrical Drives. 2011; 1–6 . Chapman, S. J. (2011). “Electric Machinery Fundamentals” (5th Ed.). New York: Mcgraw Hill.
- [6] Chapman, S. J. (2011). “Electric Machinery Fundamentals” (5th Ed.). New York: Mcgraw Hill. Bruce, F. M., Graefe, R. J., Lutz, A., & Panlener, M. D. “Reduced-Voltage Starting of Squirrel- Cage Induction Motors”. IEEE Transactions On Industry Applications, 1984; 1 (1): 46-55.
- [7] Bruce, F. M., Graefe, R. J., Lutz, A., & Panlener, M. D. “Reduced-Voltage Starting of Squirrel- Cage Induction Motors”. IEEE Transactions On Industry Applications, 1984; 1 (1): 46-55