

ANALISIS PERBANDINGAN *TEMPERATURE WINDING* PADA MOTOR SEPARATOR AREA RAW MILL DAN CEMENT MILL DI PT SEMEN BATURAJA Tbk

Noer Soedjarwanto^{1*}, Jefri Prayoga², Abdulhalim Arifin³

^{1,2}Jurusan teknik Elektro, Universitas Lampung; Jl. Prof. Sumantri Brojonegoro No. 1, Bandar Lampung

³SMBR; Jl. Raya Tiga Gajah, Sukajadi, Baturaja Timur, Kab. Ogan Komering Ulu, Sumatera Selatan

Received: 23 Oktober 2024
Accepted: 14 Januari 2025
Published: 20 Januari 2025

Keywords:

Motor separator,
temperature winding, kelas
isolasi, *flow rate*

Correspondent Email:

jefriprayoga0728@gmail.com

Motor separator berfungsi untuk memisahkan material halus dari material kasar setelah proses penggilingan, menggunakan motor induksi tiga fasa dengan daya 500 kW. Pengukuran temperatur dilakukan dengan menggunakan kamera termal, termogun, dan sensor PT100 pada tiga motor separator, yaitu 65SP14, 66SP14, dan 32SP06. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa motor separator 65SP14 memiliki temperatur tertinggi, dengan suhu rata-rata mencapai 99,35°C hingga 102,22°C pada winding-nya, menunjukkan risiko overheating. Motor 66SP14 memiliki temperatur winding yang lebih stabil dibandingkan 65SP14, dengan suhu rata-rata di Winding A, B, dan C masing-masing sebesar 97,23°C, 95,31°C, dan 96,62°C. Sementara itu, motor separator 32SP06 menunjukkan temperatur yang relatif lebih rendah, dengan suhu tertinggi mencapai 94,21°C pada winding B. Analisis melibatkan perhitungan resistansi, daya, dan *flow rate* udara pendingin untuk menentukan penyebab kenaikan temperatur. Ditemukan bahwa peningkatan temperatur pada motor 65SP14 dan 66SP14 terkait dengan fluktuasi arus, meskipun nilai-nilai ini masih dalam rentang spesifikasi motor yang ditetapkan. Motor 32SP06 menunjukkan suhu yang relatif stabil dengan arus rata-rata terendah dan kecepatan tertinggi. Berdasarkan perhitungan *flow rate* udara, disarankan bahwa sistem pendinginan motor separator memerlukan perbaikan untuk memastikan suhu operasional yang aman dan optimal.

Abstract. *The separator motor functions to separate fine materials from coarse materials after the grinding process, utilizing a three-phase induction motor with a power of 500 kW. Temperature measurements were conducted using a thermal camera, thermal gun, and PT100 sensor on three separator motors, namely 65SP14, 66SP14, and 32SP06. The results indicated that the 65SP14 separator motor had the highest temperature, with an average winding temperature ranging from 99.35°C to 102.22°C, indicating a risk of overheating. The 66SP14 motor exhibited more stable winding temperatures compared to 65SP14, with average temperatures in Winding A, B, and C of 97.23°C, 95.31°C, and 96.62°C, respectively. Meanwhile, the 32SP06 separator motor showed relatively lower temperatures, with the highest recorded temperature reaching 94.21°C in Winding B. The analysis involved calculating resistance, power, and airflow rate to determine the cause of the temperature increase. It was found that the temperature rise in motors 65SP14 and 66SP14 was related to current fluctuations, although these values were still within the motor's specified range. Motor 32SP06 demonstrated relatively stable temperatures with the lowest average current and the highest speed. Based on the airflow rate calculations, it is recommended that the separator*

motor cooling system be improved to ensure safe and optimal operating temperatures.

1. PENDAHULUAN

Dalam suatu industri tentunya terdapat suatu komponen yang menunjang kinerja suatu perusahaan yaitu mesin listrik. Mesin listrik merupakan komponen terpenting yang dianggap vital dan menjadi otak dari sebagian aktivitas perusahaan. Namun sering kali terjadi permasalahan dalam sebuah industri yang berhubungan dengan mesin listrik tersebut. Beberapa permasalahan yang sering terjadi adalah apabila terjadi kerusakan komponen yang ada pada industri atau komponen tersebut bekerja kurang sempurna.

Salah satu komponen yang penting adalah motor induksi yang merupakan jenis motor listrik yang paling banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri, terutama di sektor produksi. Popularitas motor induksi di kalangan industri disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk kemudahan penggunaan, daya tahan yang kuat, efisiensi energi yang tinggi, dan biaya perawatan yang relatif rendah. Faktor-faktor ini menjadikan motor induksi sebagai pilihan utama, menggantikan motor DC dalam banyak aplikasi[1].

Salah satu faktor kritis yang mempengaruhi kinerja dan umur motor induksi adalah temperatur atau suhu operasi motor. Ketika motor induksi terus-menerus beroperasi pada suhu tinggi, belitan pada motor dapat mengalami kerusakan, yang pada akhirnya dapat menyebabkan kegagalan total pada motor. Oleh karena itu, monitoring suhu motor induksi menjadi sangat penting untuk mencegah kerusakan dini dan memastikan motor beroperasi dalam kondisi optimal. Monitoring suhu ini dapat dilakukan dengan menggunakan sensor PT100, yang mampu mengukur suhu dari -200°C hingga +850°C, memberikan data yang akurat tentang kondisi termal motor[2].

Di PT Semen Baturaja Tbk, motor induksi digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi penting, termasuk di area *Raw Mill* dan *Cement Mill*. Kedua area ini merupakan bagian integral dari proses produksi semen, di mana

motor induksi berperan penting dalam pengoperasian separator. Separator atau *classifier* digunakan untuk proses penyaringan material *raw meal* hasil dari proses penggilingan dan pengeringan pada *vertical raw mill* sebelum melanjutkan ke proses dust transport. Proses separating ini bertujuan untuk memisahkan material padat menjadi fraksi kasar dan fraksi halus, dengan kehalusan partikel menjadi faktor utama yang menentukan hasil penyaringan.

Dalam proses ini, motor induksi yang menggerakkan separator harus bekerja dalam kondisi optimal untuk memastikan pemisahan yang efisien dan efektif. Pengaruh kondisi operasi motor, termasuk suhu, dapat berdampak langsung pada kinerja separator dan, pada akhirnya, pada kualitas produk akhir. Oleh karena itu, pemantauan dan pengendalian suhu motor induksi di area ini menjadi sangat penting untuk menjaga kualitas dan efisiensi proses produksi semen di PT Semen Baturaja Tbk[3].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Motor Induksi Tiga Fasa

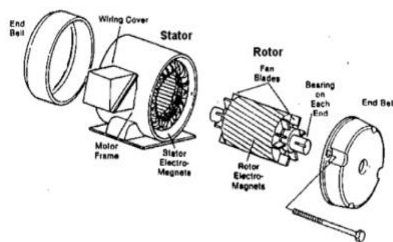
Motor induksi adalah salah satu motor dengan konstruksi yang baik, harganya relative lebih murah serta mudah untuk melakukan pengaturan pada kecepatan, stabil saat dibebani dan memiliki efisiensi yang tinggi. Motor induksi saat ini paling banyak digunakan dalam dunia industri baik skala besar maupun kecil, dan banyak pula digunakan dalam kebutuhan rumah tangga. Motor induksi hanya memiliki satu suplai tenaga listrik yang mengeksitasi lilitan stator. lilitan stator yang di eksitasi oleh tenaga listrik menginduksi lilitan rotor dengan menggunakan perubahan medan magnet yang disebabkan dari arus lilitan stator hal ini dilakukan karena belitan rotor tidak terhubung langsung kepada sumber tenaga listrik[4].

2.2 Prinsip Kerja Motor Induksi

Motor induksi bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik antara kumparan stator dan kumparan rotor. Ketika kumparan stator dari motor induksi tiga fase dihubungkan dengan sumber tegangan tiga fase, kumparan tersebut menciptakan medan magnet yang berputar. Medan magnet ini menghasilkan garis-garis gaya fluks yang menginduksi gaya gerak listrik (Emf) atau tegangan induksi pada kumparan rotor saat memotongnya. Karena kumparan rotor membentuk rangkaian tertutup, arus mengalir melalui kumparan rotor. Arus ini menghasilkan gaya Lorentz pada kumparan rotor, yang menyebabkan torsi yang mendorong rotor untuk berputar sesuai dengan arah medan magnet yang berputar di stator[5].

2.3 Kontruksi Motor Induksi

Konstruksi motor induksi secara rinci terdiri dari dua bagian utama, yaitu stator dan rotor. Stator adalah bagian yang diam pada motor dan terdiri dari badan motor, inti stator, belitan stator, bearing, dan terminal box. Rotor adalah bagian yang berputar, terdiri dari rotor sangkar dan poros rotor. Pada motor induksi, tidak ada kontak antara rotor dan stator, karena keduanya dipisahkan oleh celah udara. Motor induksi memiliki konstruksi yang lebih sederhana dibandingkan dengan motor DC, karena tidak memiliki komutator dan sikat arang, sehingga perawatannya hanya mencakup bagian mekanis saja[1].



Gambar 1. Kontruksi Motor Induksi tiga Fasa

2.4 Separator (Clasifier)

Separator adalah alat yang digunakan untuk membagi suatu aliran material menjadi dua atau lebih aliran terpisah. Pada kondisi pemisahan ideal, satu aliran akan mengandung hanya material halus, yang

disebut sebagai produk, sedangkan aliran lainnya akan mengandung hanya material kasar, yang disebut sebagai tailing. Alat ini penting dalam berbagai proses industri karena memungkinkan pemisahan material berdasarkan ukuran atau sifat lainnya, sehingga memaksimalkan efisiensi dan kualitas produk akhir.

2.5 Kenaikan Temperatur

Pada motor iduksi rotor belitan, panas yang timbul biasanya diakibatkan oleh rugi-rugi yang terjadi pada sistem dalam motor itu sendiri. Sumber panas yang paling utama adalah rugi-rugi pada konduktor kumparan stator dan rotor yang dialiri arus. Sedangkan panas yang timbul pada inti, casing stator, celah udara dipermukaan rotor maupun bagian lainnya merupakan hasil dari perpindahan panas belitan rotor maupun belitan stator dengan cara konduksi, konveksi maupun radiasi. Kenaikan panas pada motor induksi rotor sangkar umumnya dipengaruhi oleh beberapa factor yaitu :

1. Jenis pendinginan
2. Perpindahan panas
3. Temperatur lingkungan
4. dan besarnya beban[7].

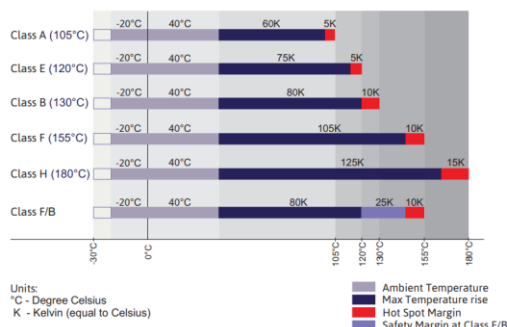
2.6 Insulation Class

Insulation Class adalah penggolongan motor induksi berdasarkan ketahanan kinerja motor terhadap suhu tertentu. Sebelum motor dinyalakan, suhu motor biasanya setara dengan suhu lingkungan sekitar, yang dikenal sebagai *Ambient Temperature* (Temperatur Ruangan). NEMA menetapkan bahwa suhu ruangan yang digunakan adalah sekitar 40° Celcius. Setelah motor beroperasi, suhu pada lilitan motor akan meningkat, yang disebut *Rise Temperature* (Peningkatan Temperatur). Bagian dari lilitan motor yang mengalami suhu lebih tinggi sering disebut sebagai *Hot Spot*[8].

- *Ambient Temperature* adalah temperatur motor dimana motor belum dioperasikan maka temperatur motor tersebut sama dengan temperatur sekitarnya atau temperatur ruangan (*Ambient Temperature*). NEMA memberi standar untuk temperatur

ruangan adalah 40°C.

- *Rise Temperature* merupakan saat temperatur motor dioperasikan maka akan terjadi peningkatan temperatur pada lilitan atau winding motor tersebut, hal ini disebut peningkatan temperatur (*rise temperature*)[9].
- *Hot Spot* adalah titik terpanas yang terdapat ditengah lilitan yang disebut *hot spot* atau titik terpanas yang terdapat pada gulungan elektro motor.



Gambar 2. *Insulation Class*

2.7 Sistem Pendingin Pada Motor Listrik

Sistem pendinginan berfungsi untuk menjaga motor atau mesin supaya temperaturnya dalam kondisi yang ideal. Sistem pendinginan (*cooling system*) adalah suatu rangkaian untuk mengatasi terjadinya *overheating* pada mesin agar tetap bekerja secara optimal. Sistem pendinginan perlu dan penting dilakukan. Bila motor tidak didinginkan akan terjadi pemanasan yang lebih (*overheating*) dan akan mengakibatkan gangguan-gangguan pada mekanik, fisik sekeliling, dan operasi dari sistem keseluruhan.

2.8 Flow Rate

Flow Rate dapat didefinisikan sebagai kecepatan atau kecepatan suatu fluida atau gas yang mengalir melalui saluran atau bejana. Laju ini adalah alat untuk mengukur kecepatan atau kecepatan cairan atau gas yang dimaksudkan untuk mengalir dari saluran, pipa, atau bejana tertentu. Dengan menentukan berapa banyak massa atau volume gas atau cairan yang lewat per satuan waktu. *Flow rate* angin umumnya diukur dalam satuan volume per waktu, seperti meter kubik per detik (m^3/s), liter

per detik (L/s), atau kaki kubik per menit (CFM - *cubic feet per minute*).

$$Q = v \times A$$

Dimana :

Q = laju aliran volumetrik (*flow rate*) dalam satuan volume per waktu (m^3/s).

V = Kecepatan aliran fluida

A = luas penampang (m^2)[13].

3. METODE PENELITIAN

Adapun metode penelitian dan data-data yang diperoleh dari laporan ini adalah :

1. Studi Literatur

Pada metode ini, penulis mempelajari jurnal-jurnal, buku, dan skripsi terkait permasalahan yang akan dibahas. Melalui studi ini penulis mencari informasi dan referensi yang dibutuhkan dalam menyusun laporan hasil kerja praktik.

2. Pengamatan Lapangan

Metode pengamatan lapangan dilakukan oleh penulis untuk melakukan pengamatan secara langsung terhadap objek yang akan dibahas di lapangan. Dari pengamatan ini penulis memperoleh data pengujian yang sebenarnya, sehingga data tersebut dapat diolah dan dijadikan pokok bahasan dalam penyusunan laporan.

3. Wawancara

Melalui metode wawancara, penulis melakukan tanya jawab kepada pembimbing lapangan dan para pekerja di lapangan untuk mendapatkan informasi mengenai berbagai hal yang sebelumnya belum diketahui maupun yang tidak penulis dapatkan pada studi literatur. Dari hasil wawancara, penulis memperoleh gambaran langsung terhadap objek secara teoritis meliputi permasalahan yang sering terjadi dan tindakan-tindakan pencegahan maupun penanggulangannya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Mesin Vertical Raw Mill

Mesin *Vertical mill* merupakan suatu peralatan yang berfungsi sebagai penggiling semen dengan tipe vertikal yang berada di area *Raw Mill*, dimana metode penggilingan menggunakan *roller* dan *table* dengan tekanan tinggi serta terinstalasi separator didalamnya untuk proses separasi. Di dalam mesin ini material

mengalami proses penghalusan ukuran butiran sehingga menghasilkan tepung baku (*raw meal*)[9] Vertikal *Raw mill* berfungsi untuk menggiling material kerja yang masuk dalam ruangan penggiling hal ini digunakan untuk menggiling (campuran *lime stone, silica stone, clay* dan *iron sand*) agar dihasilkan *rawmix* untuk selanjutnya dimasukkan ke dalam kiln. Pada mesin vertikal *raw mill* terdapat beberapa komponen utama, yaitu : *Grinding table, Grinding roller, Rocker arm* dan *hydraulic spiring system, Table linear, Damring, Mill stand and mill body, Classifier, Lauvre ring*.

4.2 Mesin Vertical Cement Mill

Material yang akan digiling dimasukkan ke dalam *mill* melalui *air gate* (*rotary feeder*) melalui *feeding chute* yang ada di *clasifier*. Dengan gaya gravitasi, material ini jatuh di tengah *table* yang diputar oleh motor dan *gearbox*. Gaya sentrifugasi yang bekerja pada *table* mengarahkan material ke *roller*. *Roller* di *Vertical Cement Mill* ada dua jenis, yaitu : *master roller* (M *roller*) dan *support roller* (S *roller*). *Support roller* berfungsi untuk mempersiapkan *grinding bed* sehingga dipasang di depan setiap *master roller*. Material dihaluskan pada masing-masing *master roller* akibat sistem *hydropneumatic roller* yang terpasang. Material yang telah dihaluskan dikeluarkan melalui tepi *table* lalu masuk ke area *louvre ring*.

Material dipotong oleh aliran udara yang menariknya masuk ke *mill* dan *classifier* untuk kemudian dipisahkan. Material yang telah mencapai kehalusan yang diinginkan keluar dari *mill* bersama dengan udara melalui *outlet classifier*. Material yang halus tadi masuk ke main filter untuk dipisahkan dengan udara pembawanya. Material yang telah terpisah akan ditransportasikan oleh *fluxo slide* menuju *cement silo*. Material yang masih kasar dikeluarkan dari *classifier* dan dikembalikan ke *table* melalui cone pengarah untuk dihaluskan kembali. Material yang tidak tergiling oleh *roller* dan tidak terbawa oleh aliran udara jatuh ke ring *duct* lewat *louvre ring* yang ada di

sekeliling *table*, kemudian masuk ke *reject hopper* untuk dimasukkan ke dalam sistem penanganan material reject.

4.3 Motor Separator

Motor separator merupakan komponen penting dalam proses produksi di *Cement Mill 5, Cement Mill 6, dan Row Mill*, yang berfungsi untuk memisahkan material halus dari material kasar setelah proses penggilingan. Motor ini adalah motor induksi tiga fasa yang menggunakan arus listrik tiga fasa untuk menghasilkan medan magnet berputar yang menggerakkan rotor. Fungsi utamanya adalah sebagai penggerak separator, yang bertugas memisahkan partikel halus yang sudah sesuai dengan ukuran yang diinginkan dari partikel yang masih kasar, sehingga partikel kasar dapat dikembalikan ke proses penggilingan untuk diproses lebih lanjut.

Tabel 1. Spesifikasi Motor ABB Tipe M3BP355LKA4

Spesifikasi	Ukuran	Satuan
Daya (P)	500	Kw
Tegangan	380	V
Kecepatan (n)	1489	1/min
Frekuensi (F)	50	Hz
Ambient Temperatur (T)	25 s.d 40	°C
Tipe Koneksi	Delta	-
Arus Nominal (A)	907	A
Faktor Daya (cos ϕ)	0,87	-
Berat	2500	Kg
Diameter	355	mm

4.4 Temperatur Motor Induksi

Pengukuran temperatur pada motor separator menggunakan kamera termal dan termogun. Dimana Kamera termal adalah perangkat nirkontak yang mendeteksi energi inframerah (panas) dan mengubahnya menjadi gambar visual. Sedangkan Termogun alat ukur suhu atau termometer dengan metode non kontak, artinya bahwa pengukuran suhu dilakukan tanpa menyentuh objek yang diukur. Termometer ini menggunakan radiasi inframerah yang dapat mengukur suhu dengan cepat dan akurat. Sedangkan pada temperatur winding terukur oleh sensor PT

100 yang terpasang pada motor separator tersebut. Didapatkan hasil pengukuran temperatur motor separator, yaitu :

Tabel 2. Hasil Pengukuran Temperatur Motor Separator 65SP14

Waktu (Jam)	Temp Winding A (° C)	Temp Winding B (° C)	Temp Winding C (° C)
09.00	98,06	100,58	100,88
10.00	98,77	98,87	97,09
11.00	99,08	99,76	98,09
12.00	100,90	101,09	101,22
13.00	100,01	98,87	100,98
14.00	98,09	99,76	99,05
15.00	99,83	98,87	103,09
16.00	99,87	99,09	100,78
17.00	100,39	100,58	99,08
18.00	100,39	101,86	98,99
19.00	100,77	98,87	97,09
20.00	100,08	99,76	98,09
21.00	99,12	100,40	101,19
22.00	99,09	101,98	102,32
23.00	98,99	100,87	102,22
00.00	99,54	102,01	100,03
01.00	99,98	101,98	100,19
02.00	98,78	102,56	100,43
03.00	96,87	98,76	99,77
04.00	97,65	99,87	98,65
05.00	95,98	97,90	97,45
06.00	91,98	96,49	98,98
07.00	92,65	94,88	96,98
08.00	93,28	94,67	94,65
Rata-Rata	99,352	99,568	98,248

Tabel 3. Hasil Pengukuran Temperatur Motor Separator 66SP14

Waktu (Jam)	Temp Winding A (° C)	Temp Winding B (° C)	Temp Winding C (° C)
09.00	92,32	95,13	95,56
10.00	95,35	95,34	95,65
11.00	95,35	95,22	95,48

12.00	95,30	95,08	95,51
13.00	95,28	95,12	95,53
14.00	95,20	95,11	95,53
15.00	95,20	95,12	95,58
16.00	95,20	95,12	95,61
17.00	95,20	95,45	95,58
18.00	95,23	95,12	95,58
19.00	95,18	95,45	95,58
20.00	95,13	95,66	95,61
21.00	95,13	95,77	95,63
22.00	97,03	95,43	95,66
23.00	96,86	95,32	95,66
00.00	96,86	95,15	95,66
01.00	97,01	95,43	95,68
02.00	97,06	95,56	95,68
03.00	96,91	95,12	95,71
04.00	96,91	95,78	95,71
05.00	96,88	95,14	95,71
06.00	97,23	95,28	95,71
07.00	97,03	95,30	95,68
08.00	96,86	95,35	95,68
Rata-Rata	97,23	95,31	96,62

Tabel 4. Hasil Pengukuran Temperatur Motor Separator 32SP06

Jam	Temp Winding A (° C)	Temp Winding B (° C)	Temp Winding C (° C)
09.00	46,08	43,64	45,37
10.00	56,86	51,43	55,36
11.00	66,87	62,08	64,48
12.00	68,01	69,12	69,46
13.00	78,08	70,34	70,31
14.00	85,01	83,32	83,26
15.00	89,91	94,21	82,26
16.00	89,03	92,11	86,48
17.00	87,91	92,15	88,46
18.00	87,03	93,33	89,23
19.00	88,08	92,18	88,23
20.00	88,01	92,12	88,36
21.00	89,86	91,42	89,46

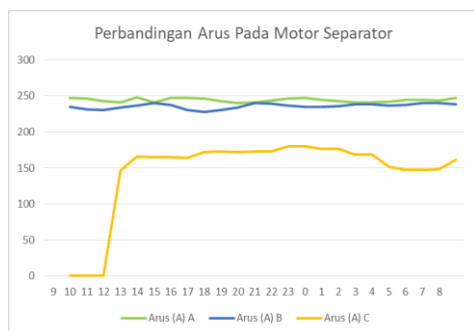
22.00	87.93	94.09	90.46
23.00	89.03	92.35	90.33
00.00	90.03	93.26	91.23
01.00	91.86	93.14	88.38
02.00	89.86	90.11	89.36
03.00	90.01	91.32	87.48
04.00	88.06	91.43	88.46
05.00	89.91	92.56	89.31
06.00	86.91	93.34	90.26
07.00	89.88	93.21	91.26
08.00	89,23	92,12	90,58
Rata-Rata	89,23	92,12	90,58

Tabel 5. Nilai Temperatur *Ambinet*

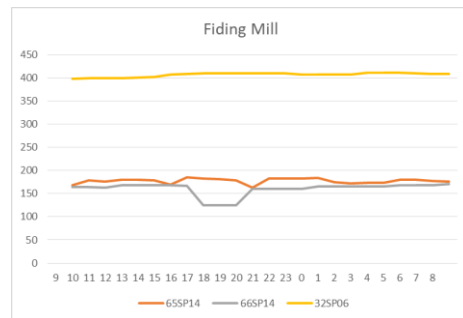
Jenis Motor	Titik A (Atas) (° C)	Titik B (Depan) (° C)	Titik C (Kanan) (° C)	Titik D (Kiri) (° C)
65SP14	39,7	42,9	39,9	38,5
66SP14	47,5	44,5	37,5	38,5
32SP06	54,4	46,5	57,5	45,8

Tabel 6. Nilai Temperatur ND, NDE, & BD

No	Jenis Motor	Drive End (° C)	Non-Drive End (° C)	Body Drive (° C)
1	65SP14	63,3	45,2	63
2	66SP14	59,6	44,1	66,3
3	32SP06	63	59	66



Gambar 3. Grafik Perbandingan Arus Pada Motor Separator

Gambar 4. Perbandingan *Fiding Mill* Pada Motor Separator

Kemudian dilakukan perhitungan Daya (W) berdasarkan suhu Temperatur Winding A, B, C, dan arus sesuai dengan data yang didapat untuk memastikan bahwa nilai daya yang masuk tidak melebihi kapasitas motor:

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

Dimana :

P = Daya (W)

V = Tegangan (V)

I = Arus (A)

$\cos \varphi$ = Faktor Daya

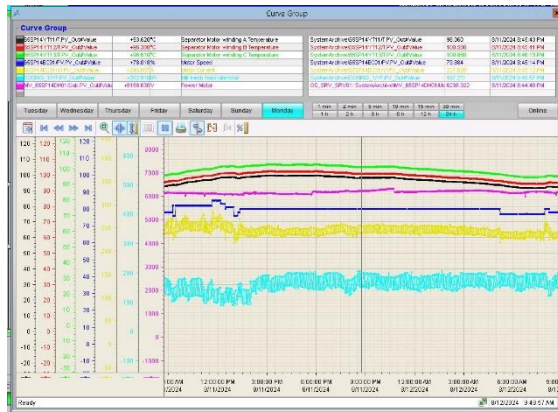
- Motor Separator 65SP14
 $P = 380 \cdot 246,60 \cdot 0,87 \cdot \sqrt{3}$
 $P = 141,207 \text{ kW}$
- Motor Separator 66SP14
 $P = 380 \cdot 160,49 \cdot 0,87 \cdot \sqrt{3}$
 $P = 135,94 \text{ kW}$
- Motor Separator 32SP06
 $P = 380 \cdot 144,89 \cdot 0,87 \cdot \sqrt{3}$
 $P = 82,96 \text{ kW}$

Nilai daya yang masuk pada ketiga motor separator 65SP14, 66SP14, dan 32SP06 tidak melebihi kapasitas yang sudah ditetapkan, yaitu sebesar 500kW. Dimana masing-masing motor separator memiliki nilai daya sebesar : 65SP14 sebesar 141.207 kW, 66SP14 sebesar 135.94 kW, dan 32SP06 sebesar 82.96kW. Sehingga peningkatan temperatur winding tidak disebabkan oleh daya yang berlebih pada motor.

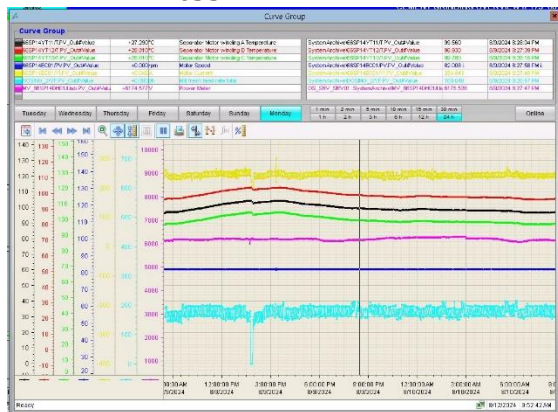
4.5 Analisa Hasil Data Pada Sistem Kendali Motor Separator

Berdasarkan data yang diperoleh penulis selama melaksanakan kerja praktik di PT Semen Baturaja Tbk, dapat dilakukan analisa hasil data pada motor separator 65SP14, 66SP14, dan 32SP06. Berikut merupakan grafik trending dari parameter

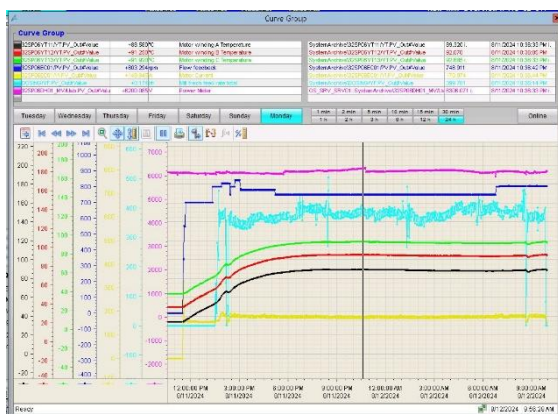
yang diambil, yaitu *Temperature Winding A*, *Temperature Winding B*, *Temperature Winding C*, *Current*, *Speed*, dan *Power* meter, dan *Mill Fresh feed rate* total dari sistem kendali DCS yang diperoleh.



Gambar 5. Grafik trending Motor Separator 65SP14



Gambar 6. Grafik trending pada Motor Separator 66SP14



Gambar 7. Grafik trending pada Motor Separator 32SP06

Berdasarkan grafik di atas yang terdiri dari parameter-parameter yang telah ditentukan, bahwasannya *temperature winding* pada motor 65SP14 lebih besar dari pada motor

66SP14 dan 32SP06. Kemudian nilai arus pada 65SP14 juga lebih besar dari pada motor 66SP14 dan 32SP06. Akan tetapi dari data di atas, peningkatan temperatur pada motor 66SP14 disebabkan karena peningkatan arus yang berlebih yang mana nilai arus paling tinggi berada pada 65SP14.

4.6 Perhitungan *Flow Rate*

Dikarenakan jenis motor adalah *singlepas*, sehingga kecepatan putar kipas tergantung pada kecepatan putaran rotor motor. Dikarenakan kecepatan putar motor di kontrol oleh VSD (*Varaibel Speed Drive*) maka kecepatan putaran kipas pun akan mengikuti pengaturan kecepatan yang diatur oleh VSD. Dari hal tersebut, perlu dihitung *Flow rate* atau laju aliran udara dalam sistem penggerak motor separator untuk menentukan efisiensi pendinginan motor dan menghindari *overheating*. Dimana Aliran udara yang cukup memastikan bahwa motor beroperasi dalam suhu yang optimal, mencegah kerusakan pada sistem isolasi dan komponen lainnya.

Flow rate dapat dihitung menggunakan persamaan dasar:

$$Q = v \times A$$

Dimana untuk mencari nilai *A* menggunakan persamaan :

$$A = \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2$$

Dengan $D = 355 \text{ mm} = 0.355 \text{ m}$

$$A = 3.14 \left(\frac{0.355}{2} \right)^2$$

$$A = 0.099 \text{ m}^2$$

Sehingga besar *flow rate* dengan kecepatan masing-masing motor, yaitu :

- 65SP14 : 819,60
- 66SP14 : 779,97
- 32SP06 : 800,46

Dengan kecepatan nominal pada spesifikasi motor adalah : 1489

$$Q = 1489 \times 0,099 = 147,411 \text{ m}^3/\text{min}$$

Menghitung *flow rate* untuk masing-masing motor:

- Motor 65SP14
 $Q = 819,60 \times 0.099 = 81,14 \text{ m}^3/\text{min}$
- Motor 66SP14
 $Q = 779,97 \times 0,099 = 77.21 \text{ m}^3/\text{min}$

- Motor 32SP06

$$Q = 800,46 \times 0,099 = 79,24 \text{ m}^3/\text{min}$$

Perbandingan *flow rate* aktual dengan *flow rate* nominal:

- Motor 65SP14:
 $\frac{81,14}{147,411} \times 100\% \approx 55,04\%$
- Motor 66SP14:
 $\frac{77,21}{147,411} \times 100\% \approx 52,37\%$
- Motor 32SP06:
 $\frac{79,24}{147,411} \times 100\% \approx 53,75\%$

Perbandingan *flow rate* aktual dengan *flow rate* nominal pada tiga motor menunjukkan hasil yang lebih rendah daripada yang diharapkan. Motor 65SP14 memiliki *flow rate* aktual sekitar 55,04% dari nilai nominalnya, Motor 66SP14 sekitar 52,37%, dan Motor 32SP06 sekitar 53,75%. Penurunan *flow rate* ini dapat mengindikasikan adanya masalah pada efisiensi aliran udara atau kecepatan putaran motor yang dikendalikan oleh *Variable Speed Drive* (VSD). Efek dari penurunan ini dapat mempengaruhi efisiensi pendinginan motor, yang berpotensi menyebabkan *overheating* dan meningkatkan risiko kerusakan pada sistem isolasi motor.

5. KESIMPULAN

- a. Motor separator 65SP14 menunjukkan suhu *winding* A menunjukkan rentang temperatur antara 91,98°C hingga 100,90°C, *Winding* B antara 94,67°C hingga 102,56°C, dan *Winding* C antara 94,65°C hingga 103,09°C. Temperatur tertinggi tercatat pada *Winding* C pada pukul 15.00 dengan suhu 103,09°C.
- b. Peningkatan temperatur pada motor separator 65SP14 disebabkan oleh arus berlebih dimana nilai arus rata-rata pada adalah 246,60 A. Sedangkan pada Motor separator 66SP14 memiliki rata-rata arus yang lebih rendah, yaitu 237,12 A, dan motor separator 32SP06 mencatat rata-rata arus terendah, yaitu 144,89 A.
- c. Meskipun suhu *winding* motor separator 65SP14 mendekati atau

sedikit melampaui ambang batas yang diizinkan, motor tersebut masih dapat bekerja dengan baik. Namun, kondisi ini memerlukan pemantauan lebih lanjut untuk mencegah kerusakan atau degradasi isolasi yang bisa mengurangi umur motor.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini. Sehingga Penulis dapat menyelesaikan jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Radiansyah and A. Gifson, "Inspeksi Overhaul Motor Induksi 3 Fasa 1000 KW di PT. Mesindo Tekninesia," *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 21, no. 2, p. 100, 2020.
- [2] A. Y. Wirapraja, "Pengaruh Sumber Tegangan Terhadap Suhu Belitan Motor Induksi Kipas Angin," *J. Teknol. Proses dan Inov. Ind.*, vol. 1, no. 2, 2016.
- [3] N. Naibaho and B. M. Aryanto, "Analisis Suhu Motor Listrik 3 Fasa Dengan Sensor Ft-H50 Pada Exhaust Dumper Di Pt Suzuki Indomobil Motor Plant Tambun Ii," *J. Elektro*, vol. 11, no. 1, 2023.
- [4] S. Fadila and E. Zondra, "Analisis Kinerja Motor Induksi Tiga Fasa 2,2 kW Di PT. Max Power Indonesia," *J. Sain, Energi, Teknol. Ind.*, vol. 7, no. 2, pp. 16–24, 2023.
- [5] D. Zaenal, "Analisa Gangguan Stator Motor Induksi Fasa 3 Dengan Metode Current Signature Analisis Dan Monitoring Temperatur," *Epic J. Electr. Power, Instrum. Control*, vol. 2, no. 2, pp. 1–9, 2019.
- [6] H. Hartono, Y. B. Praharto, and F. Fitrizawati, "Analisa Thermal Overload Relay (TOR) Type Lrd08c Pada Sistem Proteksi Motor 3 Fasa Belt Conveyor (L31BC1) 37 KW," *Iteks*, no. 1, pp. 79–90, 2020.
- [7] Kiki Rosiana Dewi, Suyitno, and Nur Hanifah Yuninda, "Pengaruh Peningkatan Suhu Dan Besaran Arus Terhadap Tahanan Penghantar Kabel Listrik Tegangan Rendah Jenis Nym," *J. Electr. Vocat. Educ. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 35–40, 2020, doi: 10.21009/jevet.0041.06.
- [8] R. Riswanto, "Analisis Resistansi Coil Kawat Tembaga Terhadap Perubahan Suhu Sangat Rendah Sebagai Rancang Dasar Pengukuran Suhu Rendah," *J. Pendidik. Fis.*, vol. 3, no. 1, pp. 73–83, 2015.
- [9] S. L. Aulia, T. Tohir, and K. W., "Simulasi Aplikasi PLC Sebagai Sistem Proteksi Arus Dan Temperatur Lebih Pada Motor Induksi

- Tiga Fasa,” *Pros. Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, vol. 12, pp. 18–23, 2021.
- [10] Z. P. Aji, “Teknik Pengukuran Kenaikan Temperature Belitan Motor Induksi Menggunakan Metode Resistansi (Measurement Method Of WindingTemperature Rise Of Induction Motor Using Resistance Method),” pp. 57–62, 2014.
- [11] Y. Amundiasmo and J. Supriadi, “Kajian Pemakaian VSD Bagi Motor Induksi 3 Phasa di Sistem Pembuangan Udara Pada Produksi Kapas Untuk Penghematan Daya Listrik,” *J. Rekayasa ...*, vol. 2, no. 1, pp. 2–6, 2019.
- [12] P. R. S. Guna-batan, “KAJIAN MODA OPERASI TWO OF THREE PADA ARUS BEBAN SISTEM PENDINGIN SEKUNDER RSG-GAS PADA ARUS BEBAN SISTEM PENDINGIN SEKUNDER RSG-GAS,” no. July, 2015.
- [13] S. Suhartana, “Pemanfaatan Sekam Padi sebagai Bahan Baku Arang Aktif dan Aplikasinya untuk Penjernihan Air Sumur di Desa Asinan Kecamatan Bawen Kabupaten Semarang,” *J. Kim. Sains dan Apl.*, vol. 10, no. 3, pp. 67–71, 2007, doi: 10.14710/jksa.10.3.67-71.