

# Analisis Panel Kelistrikan Pabrik Kelapa Sawit Kapasitas 10 Ton/Jam di PT. SMS

**Hafiz Perdian, Yusmartato, Ramayulis Nasution**

Dosen Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, UISU-Medan

[yusmartato@ft.uisu.ac.id](mailto:yusmartato@ft.uisu.ac.id); [ramayulis@ft.uisu.ac.id](mailto:ramayulis@ft.uisu.ac.id)

## Abstrak

Pertumbuhan Pabrik Pengolahan Minyak Kelapa Sawit saat ini mengalami perkembangan yang sangat cepat. Hal ini dapat dilihat dari perluasan lahan kebun kelapa sawit baik dikelola oleh pemerintah, swasta maupun oleh perorangan. Oleh sebab itu sangat dibutuhkannya pabrik tempat pengolahan buah sawit tersebut disingkat dengan PMKS (Pabrik Minyak Kelapa Sawit) Proses pengolahan pabrik kelapa sawit ini disupply oleh suatu panel Listrik yang dinamakan panel induk atau yang lebih dikenal dengan Main Switch Board. Panel induk ini harus mampu memberikan pelayanan daya listrik ke sub - substation yang ada di pabrik pengolahan kelapa sawit. Untuk itu direncanakan suatu panel induk yang mampu dan handal bila terjadi gangguan, tanpa mempengaruhi proses produksi serta mampu untuk dikembangkan. Untuk meningkatkan kapasitas daya suatu pabrik pmks dan keandalan maupun keamanan dari panel induk ini harus direncanakan dengan system sinkronisasi bila terjadi penambahan daya, memiliki system proteksi terhadap, arus lebih maupun kebocoran arus fasa yang semuanya berguna untuk meningkatkan kualitas keamanan (*safety*) baik untuk manusia juga untuk peralatan serta mampu bekerja pada tingkat kontiunitas yang tinggi.

**Kata Kunci** : Pabrik Kelapa Sawit, Main Switch Board, Keandalan

## I. PENDAHULUAN

Berdasarkan perkembangan yang kita amati bahwa pertumbuhan pabrik Kelapa Sawit (PKS) sangat cepat dimana hamper setiap tahunnya ada kurang lebih 10 PKS yang dibangun di daerah sumatera, lain lagi di luar dari pulau sumatera.

PKS ini system operasinya digerakan oleh tenaga listrik yang dikontrol oleh satu panel listrik yang dinamakan panel induk atau *Main Switch Board* (MSB). MSB ini terdiri dari beberapa bagian utama, yakni Panel *Incoming* (Turbin dan Genset), Panel *Distribution*, Panel *Synchrone Kit*, dan Panel *Capacitor Bank*.

Tenaga kerja di PKS khususnya dibagian operator terkadang tidak dibekali ilmu mendalam tentang kelistrikan panel induk. Padahal, panel induk mengambil peran utama dalam tenaga listrik di PKS yang pastinya memengaruhi produksi minyak kelapa sawit.

Di dalam panel incoming dan panel distribution terdapat Air Circuit Breaker (ACB) dan Moulded Case Circuit Breaker (MCCB). Pemilihan pemutus ACB dan MCCB harus sesuai dengan kapasitas turbin dan genset yang akan digunakan. Salah satu cara untuk menentukan ACB pada genset yaitu dengan menghitung rating arus, sehingga tidak membahayakan pembangkit listrik dan peralatan listrik lainnya.

Pada dasarnya semakin besar kapasitas produksi dari PKS, maka semakin besar pula daya kesulitan dalam mencari slot parkir yang kosong. Tidak dapat dipungkiri bahwa pengunjung banyak menghabiskan waktunya hanya untuk mencari slot parkir. Teknologi yang diterapkan sampai saat ini belum cukup untuk mengatasi permasalahan para pengunjung mal.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1.1. Pengertian Main Switch Board (MSB)

Main Switch Board (MSB) atau panel listrik merupakan suatu susunan komponen listrik berbentuk lemari hubung (*cubicle*) bagian utama pada system tenaga listrik (Prasetyo, 2021). MSB berfungsi mengoperasikan beban dan jaringan, di dalam suatu papan kontrol (*board*) sehingga saling berkaitan dan membentuk fungsi sesuai kebutuhan. Selain itu, MSB juga berfungsi untuk menyalakan/mematikan mesin, mengetahui suhu, tekanan, dan rpm pada layar.

Secara umum system tenaga listrik yang terdapat pada MSB terdiri dari:

1. Sumber pembangkit baik turbin maupun *generator*
2. *Main Distribution (Incoming)*
3. Saluran *Distribution (Out Going)*
4. *Capacitor Bank*

### 2.1.3. Fasilitas dan Peralatan Panel Induk (*Main Switch Board*)

#### a. Air Circuit Breaker (ACB)

*Air Circuit Breaker* (ACB) adalah alat yang berfungsi memutus dan menghubungkan rangkaian listrik menggunakan udara sehingga busur api dapat diredam. ACB dapat dioperasikan secara otomatis atau manual (Irawan, 2021). ACB terdapat dalam Main Distribution Panel (MDP) atau panel distribusi utama dalam memutuskan rangkaian listrik yang arusnya besar.

Pengoperasian ACB secara manual yaitu dengan menekan tombol *Open* atau *Close*. Fungsinya ialah sebagai alat pengaman ketika memutus rangkaian listrik, baik *short circuit*

maupun *over current*. Kemudian kinerja ACB juga dilengkapi dengan Under Voltage Trip (UVT) yang berfungsi memutus ACB secara otomatis ketika tidak ada tegangan yang masuk ataupun saat tegangan rendah.



Gambar 1. Air Circuit Breaker (ACB)

**b. Moulded Case Circuit Breaker (MCCB)**

MCCB berfungsi sebagai pengaman dalam terjadinya short circuit dan beban lebih (overload) agar tidak terjadi kerusakan pada motor listrik maupun kebakaran yang menimbulkan bunga api. Prinsip kerja MCCB yaitu untuk memutus sirkuit saat terjadi gangguan arus hubung singkat atau arus hubung singkat ke tanah.

Pemutus tenaga jenis ini dilengkapi dengan pelepas *under voltage release* atau *shunt trip*, kontak bantu, handel dan mekanisme motor. Pemutus ini dapat digunakan dalam kondisi suhu yang bervariasi antara 25°C - 70°C, pada sistem operasi proteksinya dijamin tidak terpengaruh oleh adanya interferensi yang disebabkan oleh medan magnet.



Gambar 2. Moulded Case Circuit Breaker (MCCB)

**c. Mini Circuit Breaker (MCB)**

*Miniature Circuit Breaker* atau miniature pemutus sirkuit adalah perangkat elektro mekanikal yang melindungi rangkaian listrik dari arus berlebih dengan cara memutuskan arus tersebut secara otomatis saat melewati batas tertentu (Kurniawan dan Supardi, 2019). Pada dasarnya MCB memiliki fungsi yang sama seperti sekering (FUSE). Pada kondisi normal, MCB berfungsi sebagai saklar yang menghubungkan dan memutuskan aliran arus listrik secara manual. Setelah arus listrik sudah normal, MCB dapat dinyalakan kembali, sedangkan sekering (FUSE) tidak.

MCB terdiri dari dua keeping logam bimetal yang mempunyai koefisien muai yang berbeda. Pemutus MCB ini biasa digunakan untuk rangkaian control atau rangkaian proteksi yang memiliki arus yang pemutusan yang sangat kecil. Secara umum MCB jenis ini arus pemutusannya antara 0 - 63 Amper dan biasanya lebih banyak digunakan untuk *lighting* atau penerangan.



Gambar 3. Mini Circuit Breaker (MCB)

**d. Kontaktor**

Kontaktor magnet atausaklar magnet adalah komponen listrik yang bekerja berdasarkan prinsip magnet pada kumparan yang diberi arus listrik.. Magnet berfungsi sebagai penarik dan sebagai pelepas kontak-kontaknya dengan bantuan pegas pendorong (Wiranto, 2014). Sebuah kontaktor harus mampu mengalirkan dan memutuskan arus dalam keadaan kerja normal. Kontaktor terdiri dari kontak normal membuka (*Normally Open = NO*) dan kontak normal menutup (*Normally Close = NC*). Fungsikerjakontak NO dan NC berlawanan. Pada saat NO kontaktor magnet belum bekerja, sehingga kedudukannya membuka dan bila kontaktor bekerja kontak itu menutup/ menghubungkan. Sedangkan kontak NC berarti saat kontaktor belum bekerja kedudukan kontakannya menutup dan bila kontaktor bekerja kontak itu membuka.Kontak NC bekerja membuka sesaat lebih cepat sebelum kontak NO menutup. Koil merupakan lilitan tempat terjadinya magnetisasi apabila diberi tegangan dan menarik kontak-kontaknya sehingga terjadi perubahan. Kontaktor yang dioperasikan secara elektromagnetis adalah salah satu mekanisme yang paling bermanfaat

yang pernah dirancang untuk penutupan dan pembukaan rangkaian listrik.



Gambar 4. Kontaktor

**e. Proteksi**

Sistem proteksi adalah system peralatan yang berfungsi melindungi komponen-komponen listrik. Sistem proteksi harus bekerja dengan cepat dan mampu merasakan keadaan normal maupun keadaan abnormal, dapat dengan segera memutuskan atau mengisolasi bagian yang diproteksi dengan cara memutuskan/membuka CB secara sistematis. Peralatan proteksi ini memiliki banyak jenis dan fungsi yang berbeda, tergantung pada jenis apa yang akan diproteksi. Seperti proteksi pada beban lebih, maka digunakan proteksi *Over Current Relay* (OCR), proteksi arus bocor digunakan *Earth Fault Relay*, arus beban balik digunakan proteksi *Reverse Power Relay*, dan lain lain.

Pada panel induk proteksi yang digunakan antara lain.

- a. *Over Current Relay* (OCR)  
Berfungsi member sinyal jika terjadi gangguan arus lebih pada beban.
- b. *Earth Fault Relay* (EFR)  
Berfungsi member sinyal jika terjadi gangguan arus bocor pada saluran distribusi
- c. *Reverse Power Relay* (RPR)  
Berfungsi bila terjadi gangguan beban balik pada pembangkit atau sumber utama
- d. *Under/Over Voltage Relay* (OUVR)  
Berfungsi bila terjadi gangguan beban balik pada pembangkit atau sumber utama.

**f. Metering**

Metering atau alat ukur yang digunakan antara lain:

- a. Ampere meter untuk pengukur arus listrik
- b. Volt meter untuk mengukur tegangan
- c. Cosphi meter untuk pengukur factor daya
- d. Frekuensi meter untuk pengukur frekuensi pada sistem
- e. Kilowatt meter untuk mengukur daya listrik

- f. KWH meter untuk mengukur daya listrik tiap jam

Untuk metering sinkron diperlukan:

- a. Double Frekuensi untuk melihat kedua frekuensi sumber pembangkit untuk sinkron
- b. Double Volt meter untuk melihat kedua tegangan sumber pembangkit untuk sinkron
- c. Synchronoscop untuk melihat kedua sumber pembangkit sudah dalam posisi sinkron

**III. METODE PENELITIAN**

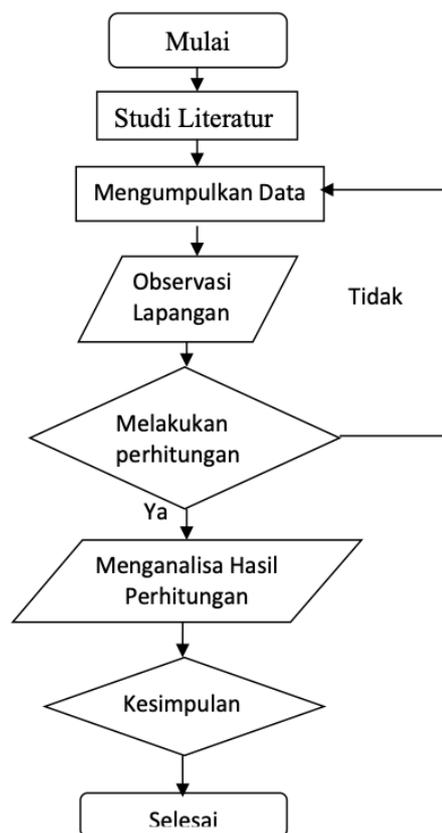
**3.1 Waktu dan tempat**

Penelitian ini akan dilaksanakan di PT Sejahtera Mandiri Sawita, Langkat. Dan waktu pengambilan data (riset) berlangsung pada bulan Desember sampai dengan Januari 2022.

**3.2 Bahan Penelitian**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

- 1. Laptop Macbook Pro 13 inch, berfungsi untuk mengolah data dan menyelesaikan penelitian.
- 2. *Smartphone* I phone 11 Pro Max berfungsi pengambil data dari internet
- 3. dan pengambil foto dokumentasi di pabrik kelapa sawit
- 4. Flash disk V-GEN 16 GB berfungsi untuk menyimpan file.



Gambar 5. Diagram alir penelitian

**IV. ANALISA PERHITUNGAN**

Berdasarkan data yang telah diperoleh dilakukan pengujian tiap unit untuk mengetahui jumlah pemakaian arus, KHA, sehingga dapat ditentukan pemutus tenaga yang sesuai.

**4.1. Perhitungan Arus**

Dengan menggunakan persamaan diperoleh hasil pemakaian arus pada setiap unit sebagai berikut.

a. Diesel Generator 30 kW

$$I = \frac{30000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9}$$

I = 50,64 A

b. Turbine Generator 873 kW

$$I = \frac{873000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9}$$

I = 1.473,76 A

c. Sumber PLN

Dengan menggunakan persamaan diperoleh

$$I = \frac{555000}{\sqrt{3} \times 380}$$

I = 843,26 A

d. Fruit Reception Station

$$I = \frac{76.500}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9}$$

I = 129,14 A

e. Pressing Station

$$I = \frac{16.500}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9}$$

I = 342,86 A

f. Clarification Station

$$I = \frac{49100}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9}$$

I = 82,89 A

g. Kernel & Recovery Station

$$I = \frac{296.000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9}$$

I = 499,7 A

h. Oil Despatch

$$I = \frac{11.300}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9}$$

I = 19,1 A

i. Water Treatment Plant

$$I = \frac{33.100}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9}$$

I = 55,88 A

j. Boiler Water Treatment Plant

$$I = \frac{28.250}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9}$$

I = 47,7 A

K. KCP Plant

$$I = \frac{349.300}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9}$$

I = 589,6 A

**4.2. Perhitungan KHA**

Setelah melakukan perhitungan arus, dengan menggunakan persamaan diperoleh hasil KHA pada setiap unit sebagai berikut.

a. Diesel Generator 30 kW

$$I = 50,64 \times 1,25 = 63,3 \text{ A}$$

b. Turbine Generator 873 kW

$$I = 1.473,76 \times 1,25 = 1.842,2 \text{ A}$$

c. Sumber PLN

$$I = 843,26 \times 1,25 = 1.054 \text{ A}$$

d. Fruit Reception Station

$$I = 129,14 \times 1,25 = 161,43 \text{ A}$$

e. Pressing Station

$$I = 342,86 \times 1,25 = 428,57 \text{ A}$$

f. Clarification Station

$$I = 82,89 \times 1,25 = 103,6 \text{ A}$$

g. Kernel & Recovery Station

$$I = 499,7 \times 1,25 = 624,62 \text{ A}$$

h. Oil Despatch

$$I = 19,1 \times 1,25 = 23,87 \text{ A}$$

i. Water Treatment Plant

$$I = 55,88 \times 1,25 = 69,85 \text{ A}$$

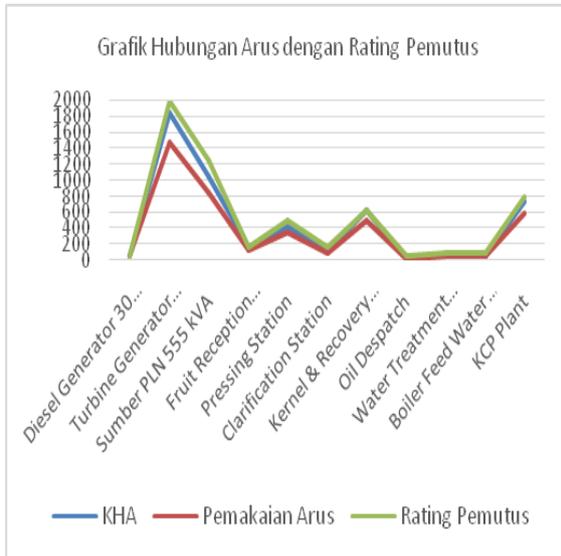
j. Boiler Water Treatment Plant

$$I = 47,7 \times 1,25 = 59,62 \text{ A}$$

k. KCP Plant

$$I = 589,6 \times 1,25 = 737,1 \text{ A}$$

Adapun grafik hubungan antara KHA dan pemakaian arus terhadap rating pemutus pada setiap unit adalah sebagai berikut.



**Gambar 6. Grafik hubungan antara KHA dan pemakaian arus terhadap rating pemutus pada setiap unit**

Rating pemutus merupakan batas normal pemakaian arus. Apabila pemakaian arus melewati garis rating pemutus, maka terjadi trip pada CB. Berdasarkan grafik di atas dapat disimpulkan bahwa rating pemutus yang digunakan pada PKS telah sesuai dengan standar yang ditentukan.

**4.3. Penentuan Rating Pemutus**

Setelah dilakukan perhitungan KHA dan pemakaian arus, maka diperoleh data pemakaian Rating Pemutus dapat dilihat pada Tabel 1.

No	Unit	KHA	Arus	Rating Pemutus
1	Diesel Generator 30 kW	63,3	50,64	60
2	Turbine Generator 873 kW	1842,2	1473,76	2000
3	Sumber PLN 555 kVA	1054	843,2	1250
4	Fruit Reception Station	161,43	129,14	160
5	Pressing Station	428,57	342,856	500
6	Clarification Station	103,6	82,88	160
7	Kernel & Recovery Station	624,62	499,696	630
8	Oil Despatch	23,87	19,096	50
9	Water Treatment Plant	69,85	55,88	100
10	Boiler Feed Water Treatment Station	59,62	47,696	100
11	KCP Plant	737,1	589,68	800

**V. KESIMPULAN DAN SARAN**

**5.1. Kesimpulan**

1. Besar kecilnya kapasitas pabrik kelapa sawit dapat ditentukan oleh daya yang tersedia atau banyaknya jumlah motor di setiap beban maupun kapasitas pengolahan TBS perharinya.
2. Diharapkan dapat diterapkan dalam merencanakan suatu system kelistrikan pada pabrik-pabrik pks maupun pada pabrik lainnya
3. Sistem Proteksi harus dipasang di panel induk utama dan disetiap beban, agar dalam perencanaan system kerja panel induk tersebut aman dan handal.

**5.2. Saran**

1. Dalam perencanaan sistim panel induk, diharapkan pemilihan material utama menggunakan yang mempunyai *life time* yang cukup baik agar umur dari pada panel induk tersebut tahan lama
2. Pemilihan material proteksi harus yang mempunyai keandalan yang tinggi , sebab akan berdampak pada sumber pembangkit. Hal ini dapat mengakibatkan kerusakan pada pembangkitnya.
3. Lakukan kalibrasi alat – alat Proteksi secara berkala minimal 1 tahun sekali , untuk menjaga kerja dari alat proteksi tersebut tetap berfungsi dengan baik.

**DAFTAR PUSTAKA**

- [1]. Badan Standarisasi Nasional, 2000, *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)*, Jakarta: BSN
- [2]. Belo, T. C., Notosudjuno, D., & Suhendi, D. 2016. *Analisa Kebutuhan Daya Listrik Di Gedung Perkuliahan 10 Lantai Universitas Pakuan Bogor*. Jurnal Online Mahasiswa (Jom) Bidang Teknik Elektro. 1(1): 1-10.
- [3]. Esye, Y., Lesmana, S. 2021, *Analisa Perbaikan Factor Daya System Kelistrikan. Jurnal Sains & Teknologi*. 11(1): 103-113.
- [4]. Irawan, H. B. 2021. *Analisis Instalasi Listrik Pengolah Air Limbah di PT. Kawasan Industri Wijayakusuma (Persero). Tugas Akhir*. Universitas Semarang, Semarang.
- [5]. Kurniawan, D., Supardi. 2019. *Comparison Of Start Torque and Start Current 3 Induction Motor Phases Using Delta and Auto Start Switch Transformer. Skripsi*. Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya
- [6]. Machdi, A. R. 2016. *Analisa Kelayakan Sistem Instalasi Listrik Melalui Pengujian Nilai Tahanan Isolasi Dan Tahanan Bumi*. Jurnal Teknik Majalah Ilmiah Fakultas Teknik UNPAK. 17 (1): 1-9.

- [7]. Prasetyo, T. 2021. *Pengoprasian Dan Perawatan Main Switch Board Dikapal Negara Kumba Distrik Navigasi Kelasli Semarang. Karya Tulis*. Universitas Maritim Amni, Semarang.
- [8]. Wiranto, 2014. *Integrasi Solar Home System Dengan Jaringan Listrik PLN Menggunakan Kendali Relay Dan Kontaktor Magnet*. Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura.
- [9]. Yuniarto & Ariyanto, E. 2018. *Korektor Faktor Daya Otomatis Pada Instalasi Listrik RumahTangga*. *Gema Teknologi*. 19 (4): 24-30.