

Analisis *Lifetime* PMT 20 kV di Gardu Induk Ujung Berung 150 kV Bandung

Fajar Muhammad Sidik, Teguh Arfianto

Institut Teknologi Nasional Bandung

Email : fajarmuhammad590@mhs.itenas.ac.id

Received DD MM YYYY | *Revised* DD MM YYYY | *Accepted* DD MM YYYY

ABSTRAK

Pemutus tenaga (PMT) merupakan alat membuka atau menutup suatu rangkaian listrik di suatu gardu induk dalam kondisi berbeban, serta dapat membuka atau menutup saat terjadinya arus gangguan (hubung singkat) pada jaringan atau peralatan lain. Dikarenakan fungsi PMT sangat penting, sehingga perlu dilakukan analisis lifetime agar dapat mengetahui sisa umur dari PMT untuk dapat bekerja secara optimal. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisis lifetime PMT dilihat dari jumlah trip, dengan menggunakan data jumlah trip dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2018. Metode yang digunakan untuk menganalisis lifetime dari PMT yaitu regresi polinomial. Setelah data jumlah trip pertahun dari tahun 2014 hingga tahun 2018 dianalisis dengan metode polinomial kemudian bandingkan dengan standar dari PMT Merlin Gerin Tipe FG 3 dengan jumlah trip 2000 kali, sehingga prediksi sisa umur PMT jika dilihat dari jumlah trip yaitu antara tahun 2019 dengan 1938 kali trip dan tahun 2020 dengan 2032 kali trip.

Kata kunci: pemutus tenaga, regresi polinomial, PMT

ABSTRACT

Circuit breaker (CB) is a device that opens or closes an electrical circuit under load, and can open or close in a substation when a fault current (short circuit) occurs on a network or other equipment. Because the CB function is very important, so it is necessary to do a lifetime analysis in order to know the remaining life of the CB in order to work optimally. The main purpose of this study is to analyze the lifetime of CB seen from the numbers of trips, using data in the number of trip from 2014 to 2018. The method used to analyze the lifetime of CB is polynomial regression. After the data on the number of trips each year from 2014 to 2018 was analyzed using the polynomial method then compared with the standard from CB Merlin Gerin Type FG 3 with a total of 2000 trips, so the prediction of PMT lifetime when viewed from the number of trips is between 2019 with 1938 trips and 2020 with 2032 trips.

Keywords: circuit breaker, polynomial regression, CB

1. PENDAHULUAN

Pemutus tenaga (PMT) atau *circuit breaker* (CB) yaitu suatu peralatan yang terdapat di dalam gardu induk. Peralatan ini digunakan untuk memutus dan menghubungkan arus beban dalam selang waktu tertentu. Peralatan ini prinsip kerjanya sama dengan saklar. PMT dirancang sebagai saklar mekanis untuk mengetahui kondisi dan letak kerusakan pada sirkuit di dalam gardu induk **(Harshita, Ashra, & Lal, 2013)**. Dikarenakan peran PMT di dalam gardu induk sangat penting sehingga perlu dilakukan pemeliharaan secara menyeluruh terhadap PMT baik secara visual meliputi lemari atau box kontrol, bodi dan *bushing*, kekencangan baut, mekanik penggerak, pengujian sistem hidrolik dan kondisi *on / off* PMT maupun secara pengukuran meliputi pengukuran tahanan isolasi, pengukuran tahanan kontak, pengukuran tegangan tembus minyak, pengukuran tahanan *coil*, pengukuran gas sf₆ dan pengukuran tahanan pentanahan. Analisis jumlah trip dari PMT dimaksudkan untuk mengetahui *lifetime* atau sisa trip dari PMT itu sendiri dilihat dari standar jumlah trip PMT.

Jurnal yang dibuat oleh Yulistiawan, Bachtiar Hasan dan Hasbullah. Beliau mengeluarkan jurnal yang berjudul "Analisis Penggunaan Gas SF₆ pada Pemutus Tenaga (PMT) di Gardu Induk Cigereleng Bandung" yang diterbitkan pada tahun 2012. Membahas mengenai pengaruh gas SF₆ terhadap busur api yang terjadi. Hasil yang didapatkan yaitu besar besarnya arus gangguan pada sisi 20kV dengan gangguan 3 fasa, 2 fasa dan 1 fasa ke tanah dengan jarak 25 % dari panjang penyulang adalah sebesar 13.641,8 A, 3.936,1 A, 884,9 A. Lalu pada tekanan 6,2 bar yang tertera pada indikator tekanan gas SF₆ pada PMT mampu menghentikan busur api pada jarak celah kontak sejauh 2,896 cm **(Yulistiawan, Hasan, Hasbullah, 2012)**. Pada jurnal beliau tidak terdapat analisis untuk menghitung sisa umur PMT.

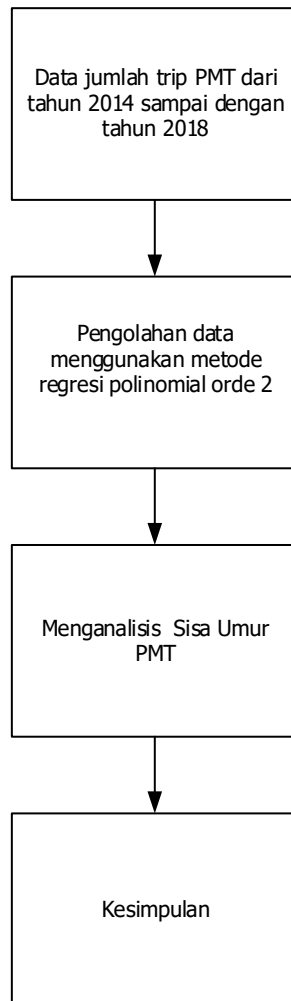
Jurnal yang di buat oleh Fabunmi Timileyin.S dkk. dengan judul Ultra Fast Circuit Breaker. Fabunmi Timileyin dkk. mengeluarkan jurnal 7 Juli 2015. Membahas mengenai seberapa cepat pemutus tenaga dapat bekerja. Hasil yang di dapat yaitu waktu sirkuit relay dengan mikrokontroler bekerja yaitu 1 μ s pada saat terjadi gangguan hubung singkat **(Fabunmi, 2015)**. Pada jurnal yang di terbitkan oleh Fabunmi Timileyin dkk berfokus pada kecepatan PMT dapat membuka, tetapi tidak membahas mengenai sisa umur PMT agar dapat bekerja secara optimal

Peramalan merupakan metode untuk memperkirakan suatu nilai dimasa depan dengan menggunakan data di masa lalu. Peramalan juga bisa diartikan sebagai seni dan ilmu untuk memprediksi kejadian pada masa yang akan datang **(Siti, 2016)**.

2. METODOLOGI

2.1. Metodologi Penelitian

Pada Gambar 1 memperlihatkan bagaimana proses penelitian ini berlangsung dimulai dari mengumpulkan data jumlah trip PMT kemudian mengolah data menggunakan regresi polinomial orde 2 dan menganalisis sisa umur dari PMT dan terakhir menarik kesimpulan dari penelitian ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2 Data Jumlah Trip PMT

Data jumlah trip PMT diperoleh dari buku hasil pemeliharaan tahunan Gardu Induk Ujung Berung Bandung dan hasil wawancara dengan para staf yang bertugas dilapangan.

2.3 Regresi Polinomial Orde 2

Untuk pengolahan data jumlah trip PMT menggunakan persamaan regresi polinomial orde 2 seperti persamaan (1) berikut:

$$y = f(x) = Ax^2 + Bx + C \quad (1)$$

Keterangan:

y = Variabel terikat atau diasumsikan jumlah trip

x, x² = Variabel bebas atau diasumsikan tahun

A, B, C = Nilai koefisien

Untuk mendapatkan nilai koefisien A, B dan C menggunakan persamaan dari matriks determinan seperti berikut:

$$A = \frac{\begin{bmatrix} \sum_{k=1}^N Y_k X_k^2 & \sum_{k=1}^N X_k^3 & \sum_{k=1}^N X_k^2 \\ \sum_{k=1}^N Y_k X_k & \sum_{k=1}^N X_k^2 & \sum_{k=1}^N X_k \\ \sum_{k=1}^N Y_k & \sum_{k=1}^N X_k & N \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} \sum_{k=1}^N X_k^4 & \sum_{k=1}^N X_k^3 & \sum_{k=1}^N X_k^2 \\ \sum_{k=1}^N X_k^3 & \sum_{k=1}^N X_k^2 & \sum_{k=1}^N X_k \\ \sum_{k=1}^N X_k^2 & \sum_{k=1}^N X_k & N \end{bmatrix}} \quad (2)$$

$$B = \frac{\begin{bmatrix} \sum_{k=1}^N X_k^4 & \sum_{k=1}^N Y_k X_k^2 & \sum_{k=1}^N X_k^2 \\ \sum_{k=1}^N X_k^3 & \sum_{k=1}^N Y_k X_k & \sum_{k=1}^N X_k \\ \sum_{k=1}^N X_k^2 & \sum_{k=1}^N Y_k & N \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} \sum_{k=1}^N X_k^4 & \sum_{k=1}^N X_k^3 & \sum_{k=1}^N X_k^2 \\ \sum_{k=1}^N X_k^3 & \sum_{k=1}^N X_k^2 & \sum_{k=1}^N X_k \\ \sum_{k=1}^N X_k^2 & \sum_{k=1}^N X_k & N \end{bmatrix}} \quad (3)$$

$$C = \frac{\begin{bmatrix} \sum_{k=1}^N X_k^4 & \sum_{k=1}^N X_k^3 & \sum_{k=1}^N Y_k X_k^2 \\ \sum_{k=1}^N X_k^3 & \sum_{k=1}^N X_k^2 & \sum_{k=1}^N Y_k X_k \\ \sum_{k=1}^N X_k^2 & \sum_{k=1}^N X_k & \sum_{k=1}^N Y_k \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} \sum_{k=1}^N X_k^4 & \sum_{k=1}^N X_k^3 & \sum_{k=1}^N X_k^2 \\ \sum_{k=1}^N X_k^3 & \sum_{k=1}^N X_k^2 & \sum_{k=1}^N X_k \\ \sum_{k=1}^N X_k^2 & \sum_{k=1}^N X_k & N \end{bmatrix}} \quad (4)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Jumlah Trip PMT

Tabel 1 merupakan data jumlah trip PMT pertahun dimulai dari tahun 2014 hingga tahun 2018. Data tersebut didapatkan dari buku pemeliharaan tahunan gardu induk ujung berung bandung tahun 2019.

Tabel 1. Data Jumlah Trip PMT (Buku Pemeliharaan GI Ujung Berung, 2019)

No.	Tahun	Jumlah trip
1	2014	1550
2	2015	1617
3	2016	1686
4	2017	1768
5	2018	1848

3.2 Pengolahan Data

Setelah data jumlah trip pertahun seperti pada tabel 1 di dapatkan kemudian masukan nilai jumlah trip kedalam variabel Y_k dan X_k adalah banyak data seperti pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Nilai $X_k, Y_k, X_k^2, X_k^3, X_k^4, X_k Y_k$, dan $X_k^2 Y_k$

X_k	Y_k	X_k^2	X_k^3	X_k^4	$X_k Y_k$	$X_k^2 Y_k$
1	1550	1	1	1	1550	1550
2	1617	4	8	16	3234	6468
3	1686	9	27	81	5058	15174
4	1768	16	64	256	7072	28288
5	1848	25	125	625	9240	46200
$\sum = 15$	$\sum = 8469$	$\sum = 55$	$\sum = 225$	$\sum = 979$	$\sum = 26154$	$\sum = 97680$

$$A = \frac{\begin{bmatrix} \sum_{k=1}^N Y_k X_k^2 & \sum_{k=1}^N X_k^3 & \sum_{k=1}^N X_k^2 \\ \sum_{k=1}^N Y_k X_k & \sum_{k=1}^N X_k^2 & \sum_{k=1}^N X_k \\ \sum_{k=1}^N Y_k & \sum_{k=1}^N X_k & N \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} \sum_{k=1}^N X_k^4 & \sum_{k=1}^N X_k^3 & \sum_{k=1}^N X_k^2 \\ \sum_{k=1}^N X_k^3 & \sum_{k=1}^N X_k^2 & \sum_{k=1}^N X_k \\ \sum_{k=1}^N X_k^2 & \sum_{k=1}^N X_k & N \end{bmatrix}}$$

$$A = \frac{\begin{bmatrix} 97680 & 225 & 55 \\ 26154 & 55 & 15 \\ 8469 & 15 & 5 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} 979 & 225 & 55 \\ 225 & 55 & 15 \\ 55 & 15 & 5 \end{bmatrix}} = 2,78$$

$$B = \frac{\begin{bmatrix} \sum_{k=1}^N X_k^4 & \sum_{k=1}^N Y_k X_k^2 & \sum_{k=1}^N X_k^2 \\ \sum_{k=1}^N X_k^3 & \sum_{k=1}^N Y_k X_k & \sum_{k=1}^N X_k \\ \sum_{k=1}^N X_k^2 & \sum_{k=1}^N Y_k & N \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} \sum_{k=1}^N X_k^4 & \sum_{k=1}^N X_k^3 & \sum_{k=1}^N X_k^2 \\ \sum_{k=1}^N X_k^3 & \sum_{k=1}^N X_k^2 & \sum_{k=1}^N X_k \\ \sum_{k=1}^N X_k^2 & \sum_{k=1}^N X_k & N \end{bmatrix}}$$

$$B = \frac{\begin{bmatrix} 979 & 97680 & 55 \\ 225 & 26154 & 15 \\ 55 & 8469 & 5 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} 979 & 225 & 55 \\ 225 & 55 & 15 \\ 55 & 15 & 5 \end{bmatrix}} = \frac{40590}{700} = 57,98$$

$$C = \frac{\begin{bmatrix} \sum_{k=1}^N X_k^4 & \sum_{k=1}^N X_k^3 & \sum_{k=1}^N Y_k X_k^2 \\ \sum_{k=1}^N X_k^3 & \sum_{k=1}^N X_k^2 & \sum_{k=1}^N Y_k X_k \\ \sum_{k=1}^N X_k^2 & \sum_{k=1}^N X_k & \sum_{k=1}^N Y_k \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} \sum_{k=1}^N X_k^4 & \sum_{k=1}^N X_k^3 & \sum_{k=1}^N X_k^2 \\ \sum_{k=1}^N X_k^3 & \sum_{k=1}^N X_k^2 & \sum_{k=1}^N X_k \\ \sum_{k=1}^N X_k^2 & \sum_{k=1}^N X_k & N \end{bmatrix}}$$

$$C = \frac{\begin{bmatrix} 979 & 225 & 97680 \\ 225 & 55 & 26154 \\ 55 & 15 & 8469 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} 979 & 225 & 55 \\ 225 & 55 & 15 \\ 55 & 15 & 5 \end{bmatrix}} = \frac{1042440}{700} = 1489,2$$

Setelah dilakukan perhitungan di dapatkan hasil yaitu koefisien A = 2,78, koefisien B = 57,98 dan koefisien C = 1489,2

Jadi, persamaan garis prediksi umur PMT :

$$y = f(x) = Ax^2 + Bx + C$$

$$y = f(x) = 2,78x^2 + 57,98x + 1489,2$$

3.2 Menghitung Prediksi Umur PMT

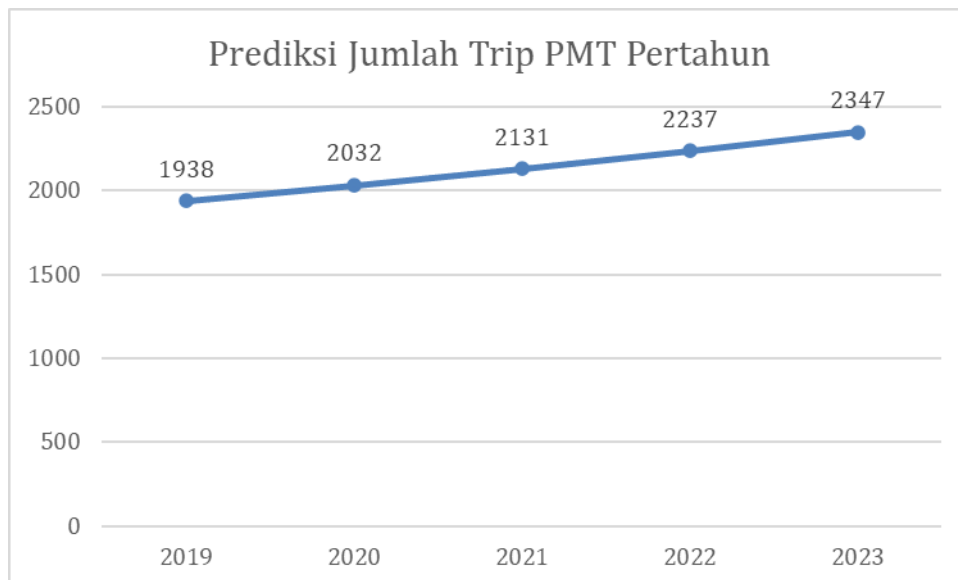
Untuk menghitung prediksi umur pmt digunakan persamaan regresi polinomial $y = f(x) = 2,78x^2 + 57,98x + 1489,2$

- Jumlah trip PMT untuk 1 tahun yang akan datang 2019, $x = 6$;
 $y = f(6) = 2,78(6)^2 + 57,98(6) + 1489,2 = 1937,16 \approx 1938$
- Jumlah trip PMT untuk 2 tahun yang akan datang 2020, $x = 7$;
 $y = f(7) = 2,78(7)^2 + 57,98(7) + 1489,2 = 2031,28 \approx 2032$
- Jumlah trip PMT untuk 3 tahun yang akan datang 2021, $x = 8$;
 $y = f(8) = 2,78(8)^2 + 57,98(8) + 1489,2 = 2130,96 \approx 2131$
- Jumlah trip PMT untuk 4 tahun yang akan datang 2022, $x = 9$;
 $y = f(9) = 2,78(9)^2 + 57,98(9) + 1489,2 = 2236,2 \approx 2237$
- Jumlah trip PMT untuk 5 tahun yang akan datang 2023, $x = 10$;
 $y = f(10) = 2,78(10)^2 + 57,98(10) + 1489,2 = 2347$

Jadi, untuk tahun 2019, 2020, 2021, 2022, 2023 secara berurutan jumlah trip yang terjadi yaitu 1938, 2032, 2131, 2237, 2347. Sehingga jika di masukan ke dalam tabel seperti tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Prediksi Jumlah Trip PMT

Tahun	Jumlah trip
2019	1938
2020	2032
2021	2131
2022	2237
2023	2347



Gambar 2. Prediksi Jumlah Trip PMT Pertahun

Pada Gambar 2 merupakan grafik prediksi jumlah trip PMT pertahun yang di dapatkan dari tabel 3. Jika dilihat, grafik pada Gambar 2 jumlah trip pertahun dari PMT, menunjukan grafik yang linier atau mengalami kenaikan. Akan tetapi pada penelitian ini analisis hanya berfokus

pada jumlah trip pada sebuah alat PMT yang sifatnya peramalan atau prediksi, sehingga untuk umur PMT atau masa pakai PMT belum dapat ditentukan terlebih lagi semua peralatan di gardu induk selalu dalam pengawasan dan pemeliharaan yang dilakukan secara berkala.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data dan analisis dapat dilihat prediksi jumlah trip PMT pada tahun 2019, 2020, 2021, 2022 dan 2023 yaitu 1938, 2032, 2131, 2237 dan 2347. Jika mengacu pada Standar PMT yang digunakan yaitu CB Merlin Gerin Tipe FG 3 jumlah trip yang diperbolehkan yaitu 2000 kali, sehingga prediksi umur PMT jika dilihat dari jumlah trip yaitu antara tahun 2019 dengan 1938 kali trip dan tahun 2020 dengan 2032 kali trip.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada pihak Gardu Induk Ujung Berung Bandung yang telah membantu dan mengarahkan penelitian selama di Gardu Induk Ujung Berung Bandung.

DAFTAR PUSTAKA

- Fabunmi, dkk. 2015. Ultra Fast Circuit Breaker. Afe Babalola University. Nigeria.
- Harshita, S., Ashra, S., Lal, S. 2013. A Case Study Hybrid Circuit Breaker. *The International Journal of Engineering and Science Volume 2 Page 37-40*.
- Wardah, S. 2016. Analisis Peramalan Penjualan Produk Keripik Pisang Kemasan Bungkus. Universitas Islam Indragiri. Tembilahan.
- Yulistiawan, Hasan, B., Hasbullah . 2012. Analisis Penggunaan Gas SF6 pada Pemutus Tenaga (PMT) di Gardu Induk Cigereleng Bandung. *Electrans Vol 11 No 22*.