

DAFTAR PUSTAKA

- Almanda, D., & Majid, N. (2019). Studi Analisa Penyebab Kerusakan Kapasitor Bank Sub Station Welding di PT.Astra Daihatsu Motor. *Resistor*, 8.
- Anthony, Z. (2018). *Mesin Listrik Dasar*. Padang: ITP Press.
- Ariadi, S. (2023). *Evaluasi Sistem Distribusi Energi Listrik Kampus Tamalanrea Universitas Hasanuddin*. Gowa: Universitas Hasanuddin.
- Awaluddin. (2018). *Perbaikan Faktor Daya Pada Sistem Tenaga Listrik Raw Mill I DI PT Semen Tonasa Unit IV Pangkep*. Makassar: Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Eryuhanggoro, Y. (2013). *Perancangan Perbaikan Faktor Daya Pada Beban 18,956 kW/ 6,600 V, Menggunakan Capacitor Bank Di PT Indorama Ventures Indonesia*. Jakarta: Universitas Mercu Buana.
- Firmansyah, I. (2010). *Studi Pemasangan Kapasitor Bank Untuk Perbaikan Faktor Daya PT. Asian Profile Indosteel*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Meiriyanti, & Salahuddin. (2018). Pengaruh Penempatan Kapasitor Bank Pada Trafo Distribusi Jaringan 20 KV Dalam Perbaikan Faktor Daya. *Jurnal Energi Elektrik*, 26.
- Multa, L., & Aridani, R. P. (2013). *Modul Pengenalan ETAP*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Nasution, N. A. (2021). *Analisa Ekonomi Pengaruh Pemasangan Kapasitor Bank Untuk Perbaikan Faktor Daya Pada Rumah Sakit Nasional Diponegoro Semarang*. Semarang: Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- Nuraeni, R., & Selan, C. A. (2013). *Dasar Dan Pengukuran Listrik 2*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- Parekh, R. (2003). *AC Induction Motors Fundamentals*. Amerika Serikat: Microchip Technology Inc.
- Prastyono Eko P., S. K. (2022). Analisis Tinjauan Ekonomi Teknis dalam Pemasangan Kapasitor Bank untuk Memperbaiki Nilai Faktor Daya pada Beban Industri. *AVITEC*, Vol. 4, 137-150.
- Ritonga, M. M. (2019). *Penggunaan Kapasitor Bank Sebagai Media*. Medan: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Rizqiya, V. B. (2019). *Analisis Perencanaan Perbaikan Faktor Daya Analisis Perencanaan Perbaikan Faktor Daya Sebagai Upaya Optimasi Daya Listrik Di Gedung Es Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.



Sumardjati, P., Yahya, S., & Mashar, A. (2008). *Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik Jilid 3*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuaran.

Syawal, R. P. (2015). *Analisis Pengaruh Pemasangan Kapasitor Bank Terhadap Faktor Daya (Studi Kasus Gardu Distribusi Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo)*. Kendari: Universitas Halu Oleo.

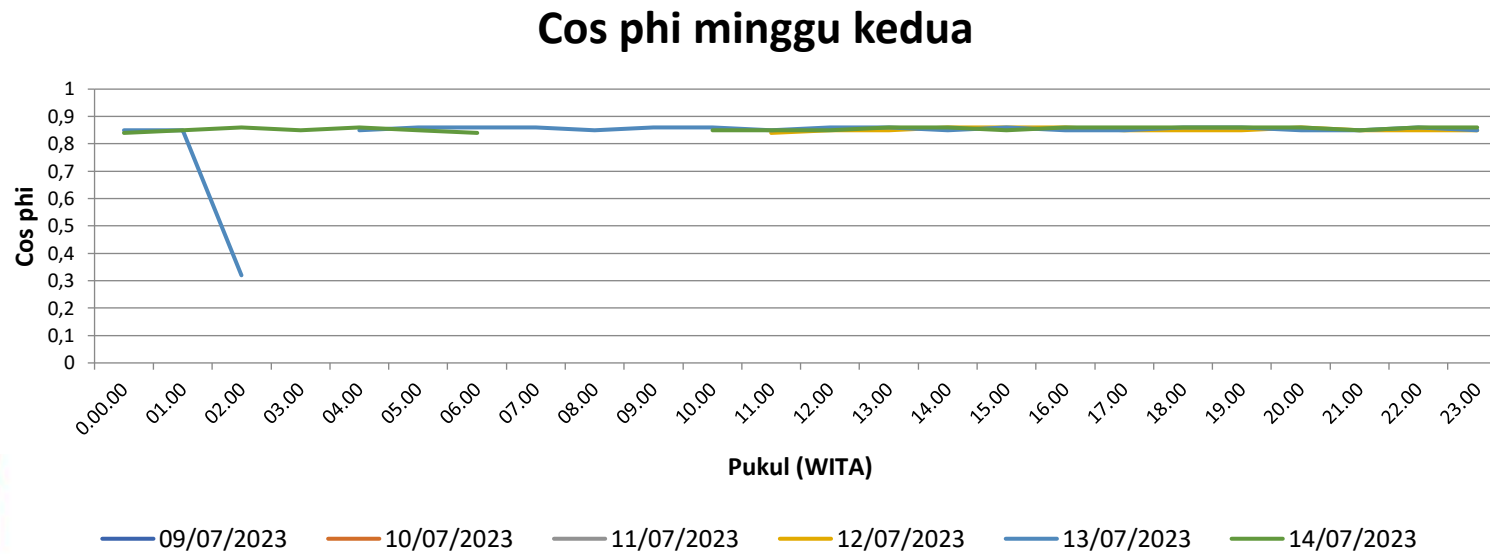
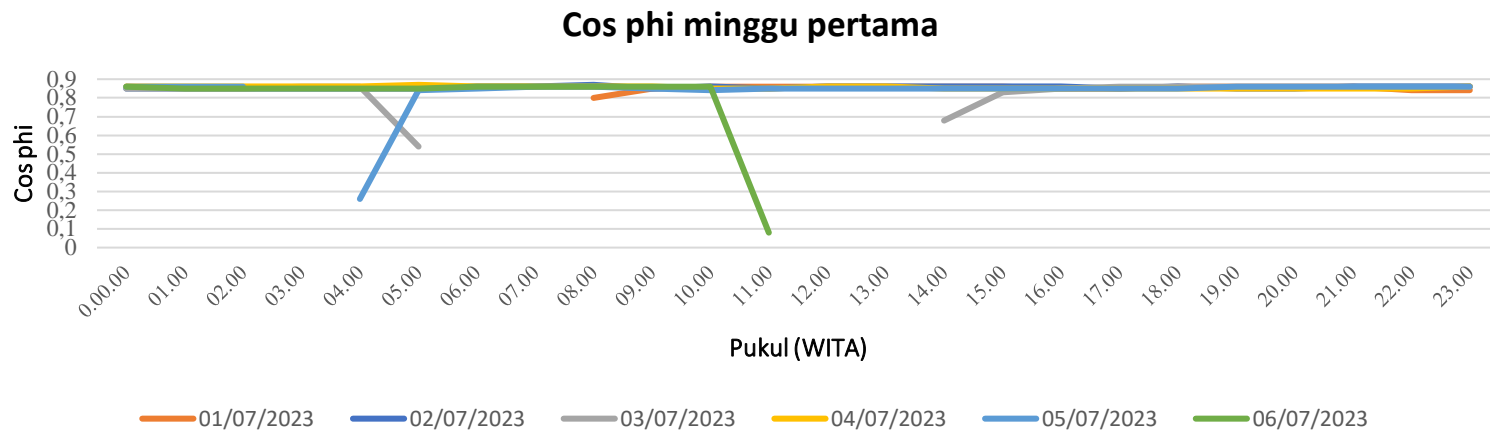
Wijaya, M. (2001). *Dasar-Dasar Mesin Listrik*. Jakarta: Djambatan.



LAMPIRAN

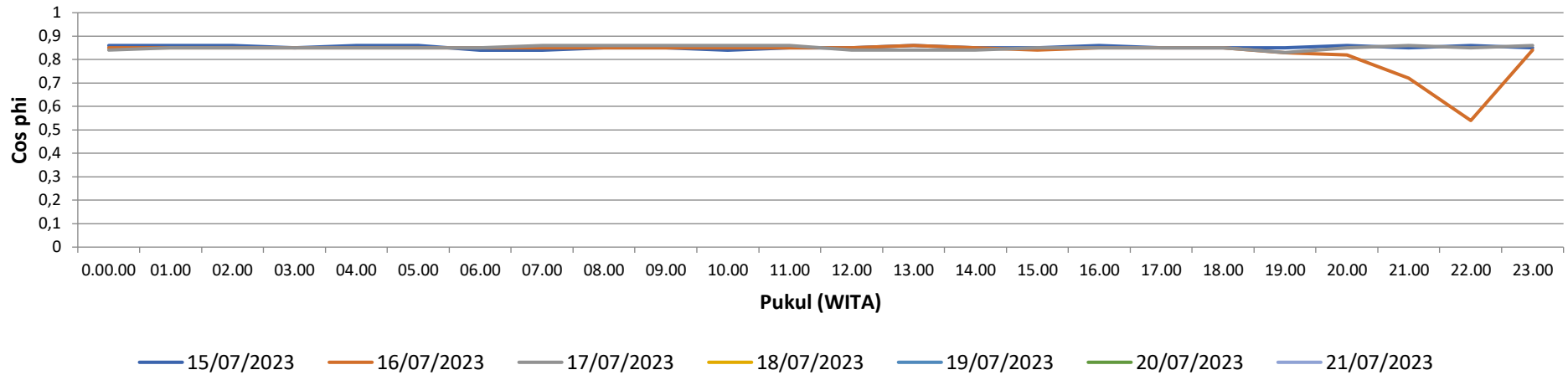


Lampiran 1 Data

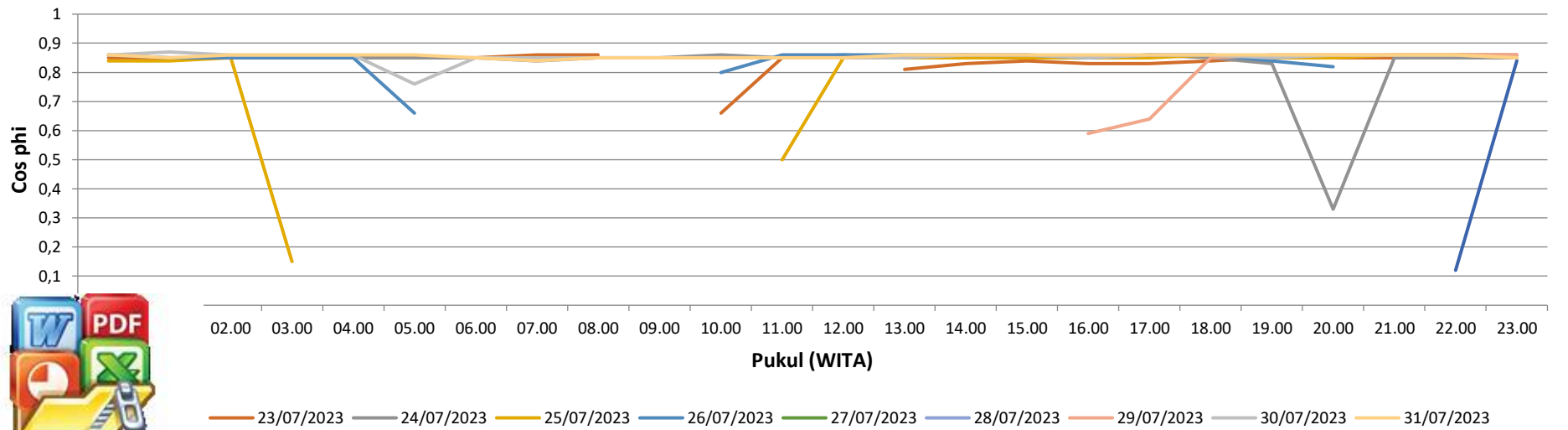


Optimized using
trial version
www.balesio.com

Cos phi minggu ketiga

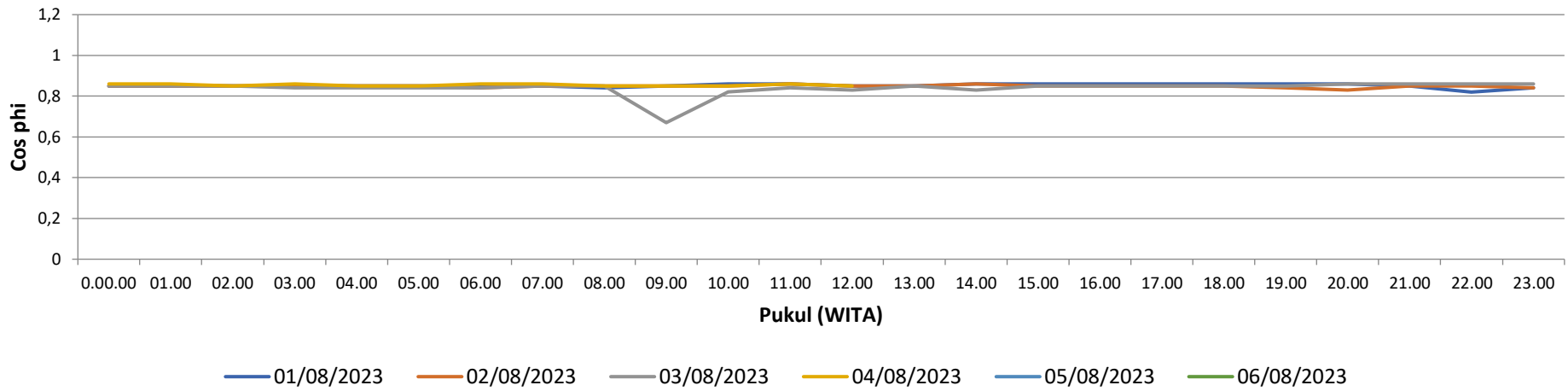


Cos phi minggu keempat

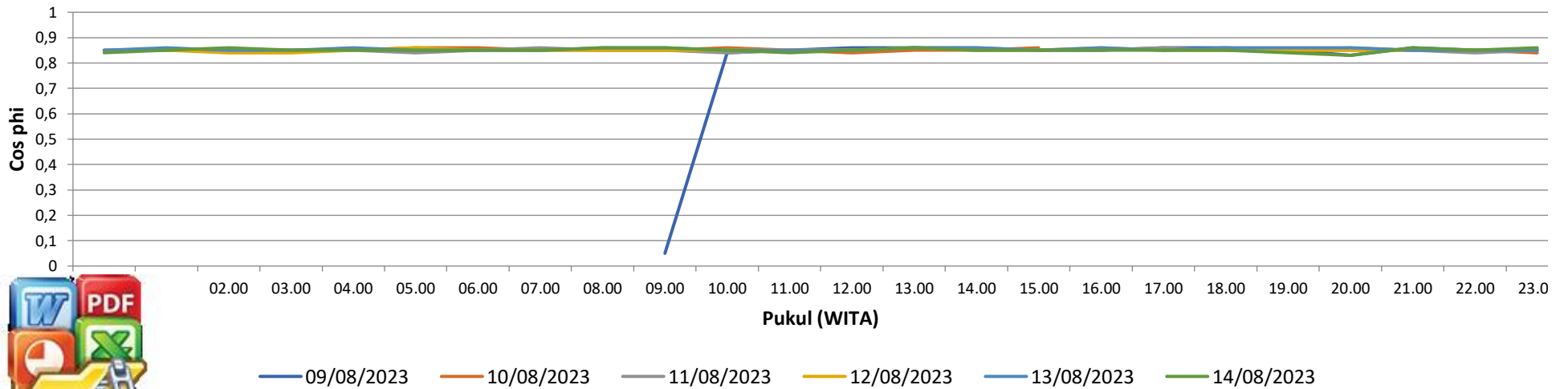


Optimized using trial version www.balesio.com

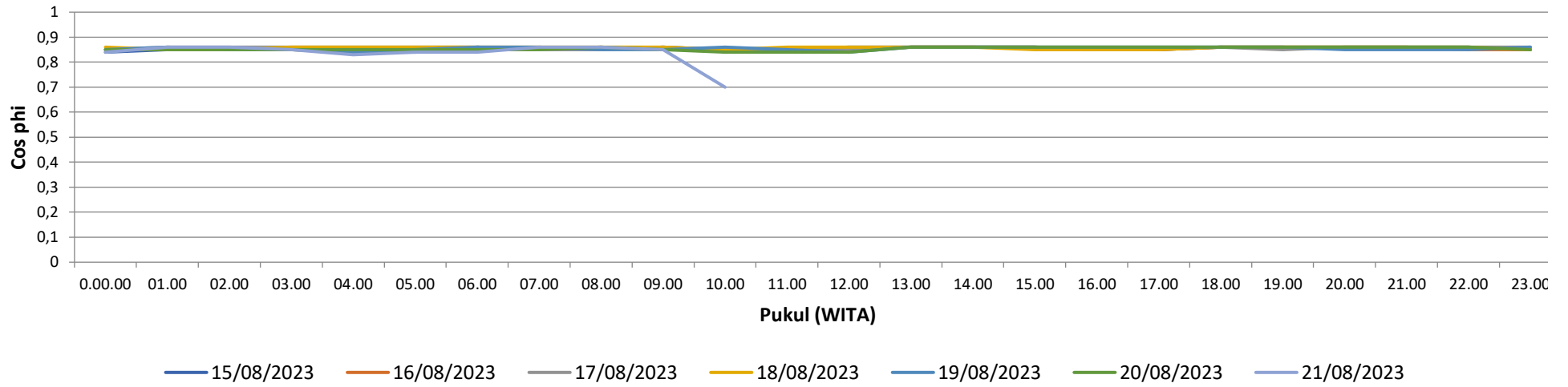
Cos phi minggu kelima



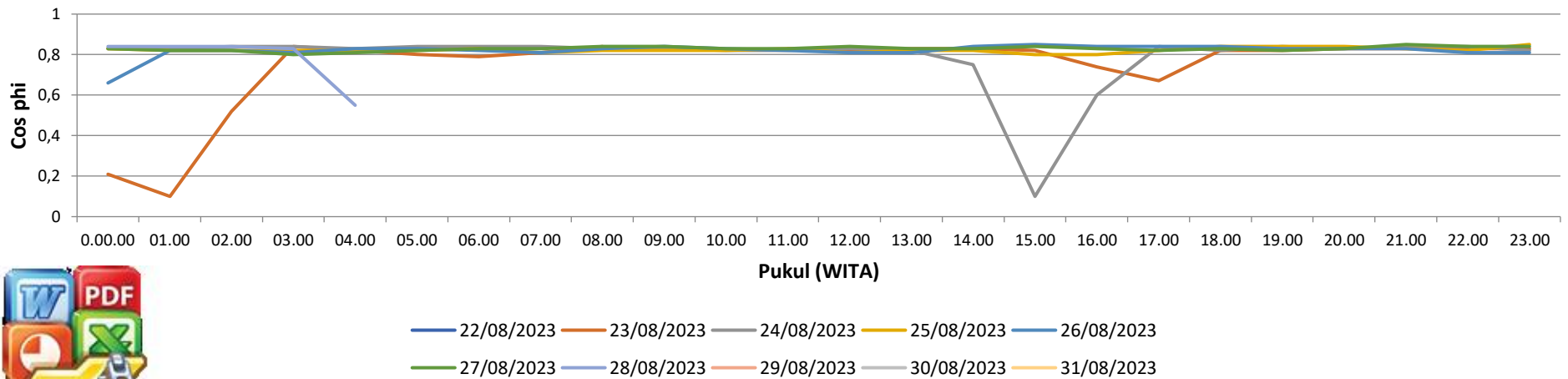
Cos phi minggu keenam



Cos phi minggu ketujuh

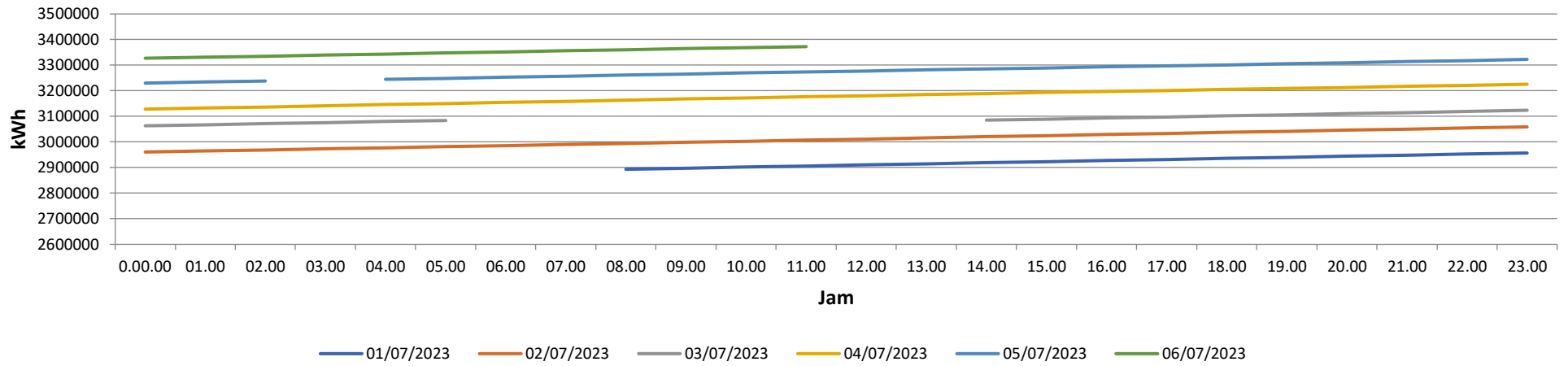


Cos phi minggu kedelapan

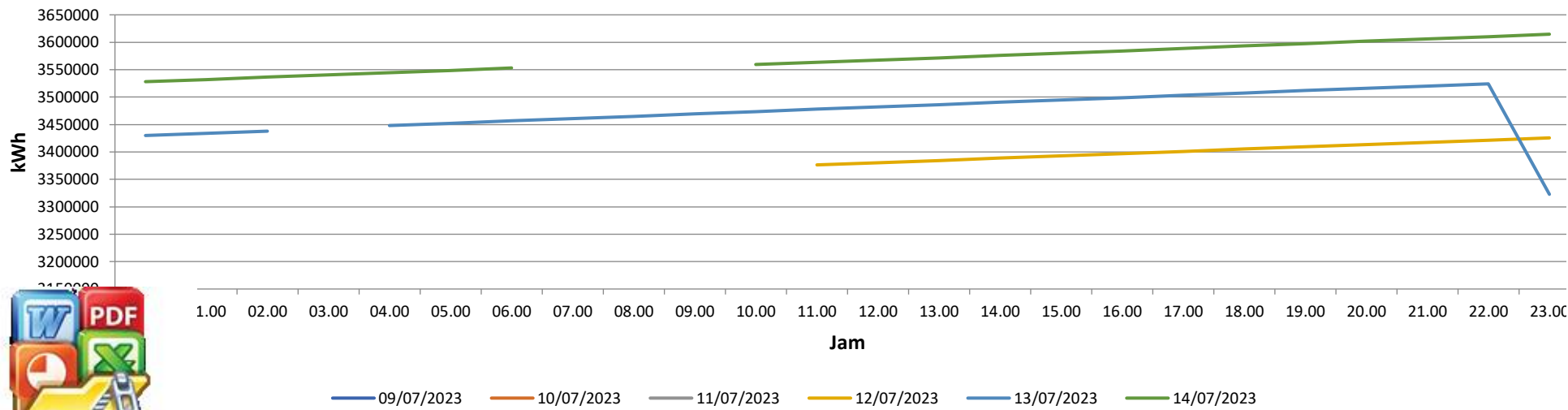


Optimized using trial version www.balesio.com

kWh minggu pertama

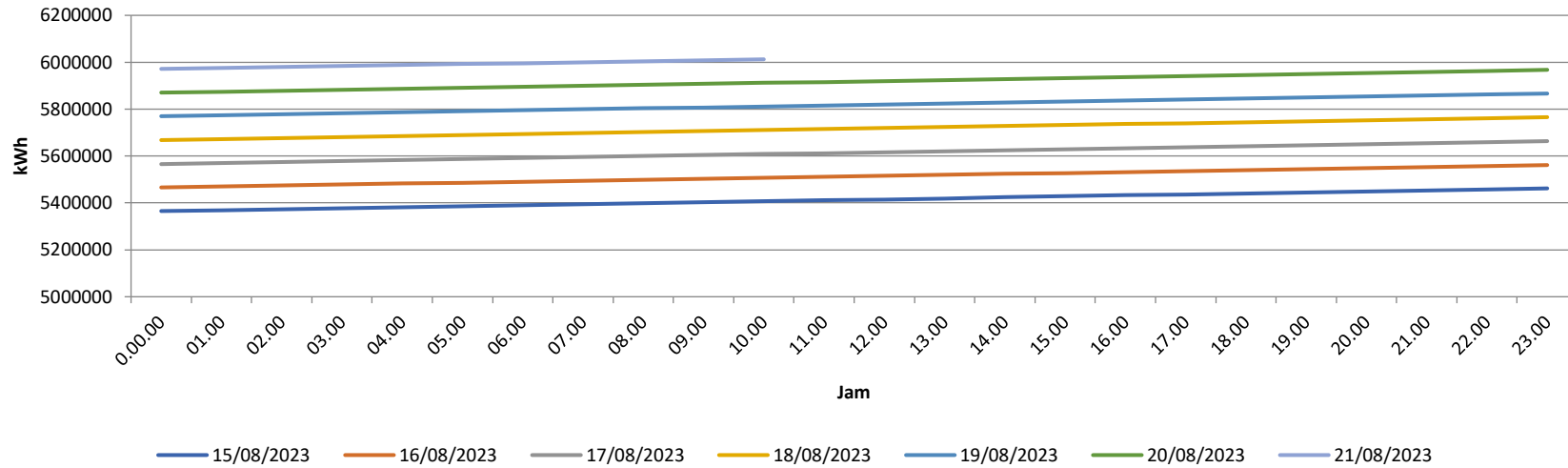


kWh minggu kedua

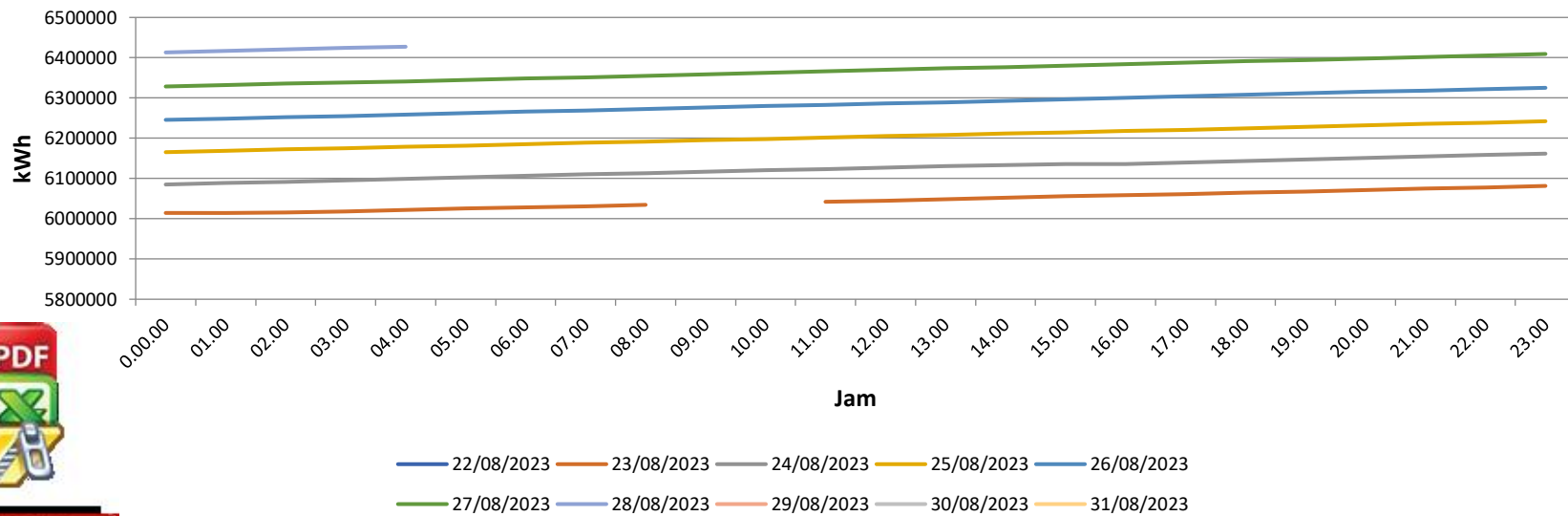


Optimized using trial version
www.balesio.com

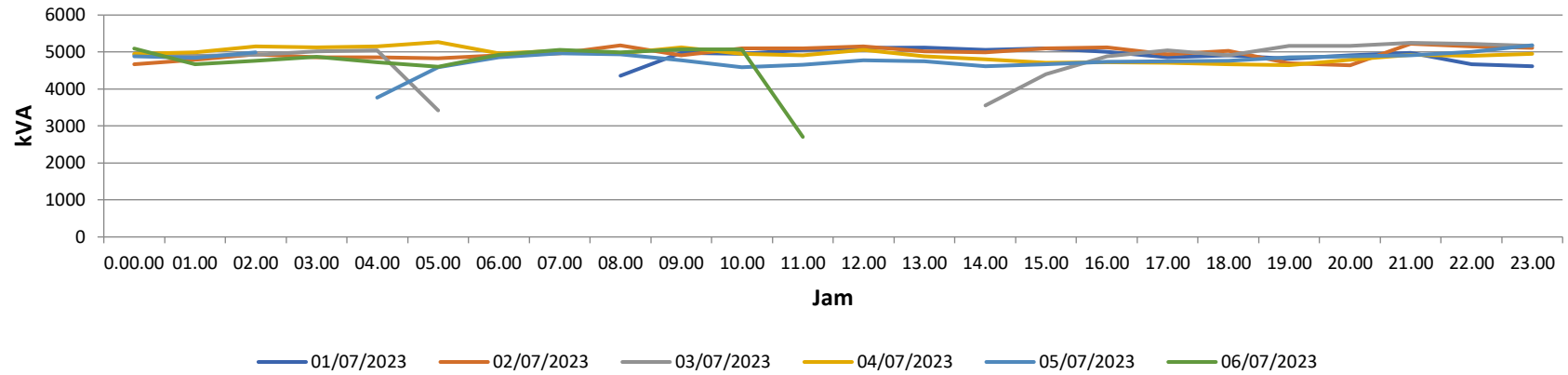
kWh minggu ketujuh



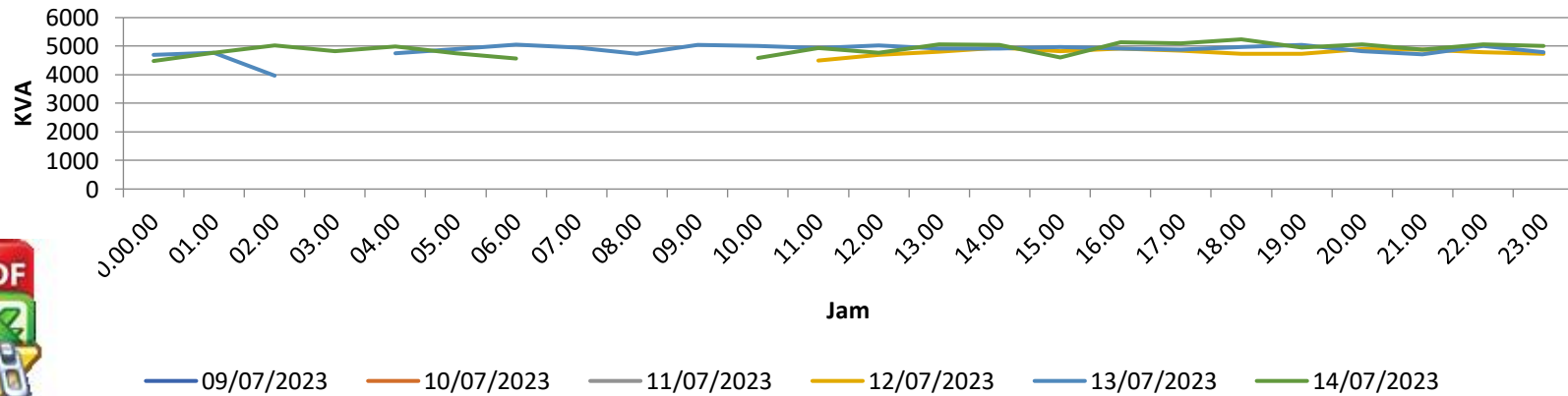
kWh minggu kedelapan



kVA minggu pertama

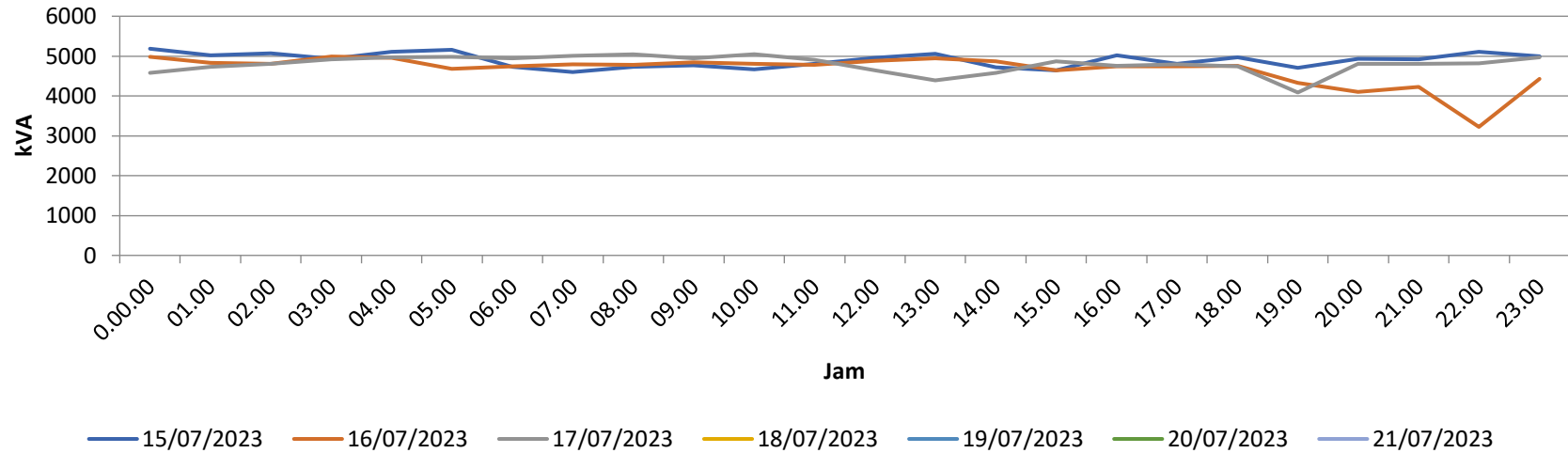


kVA minggu kedua

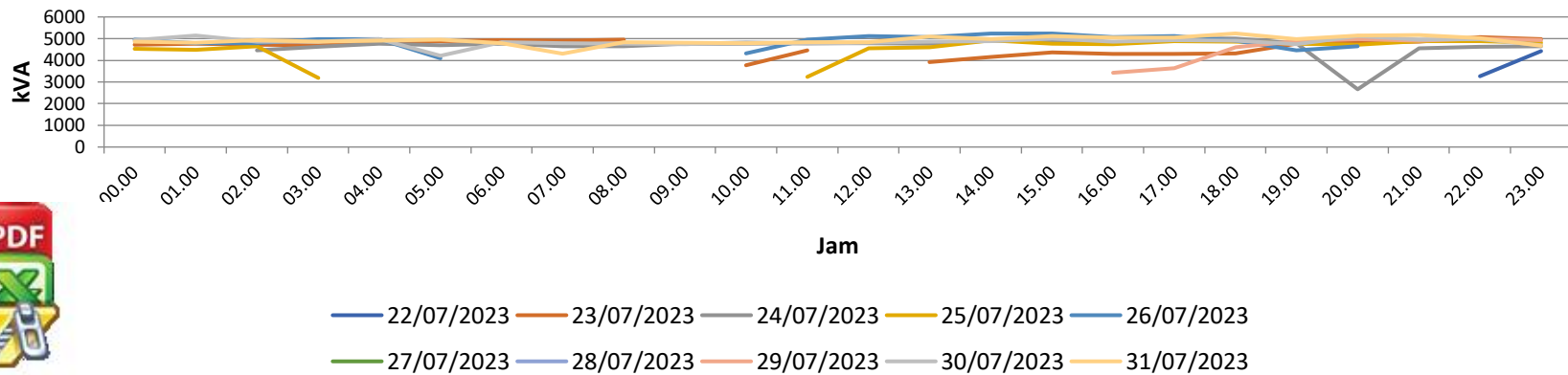


Optimized using trial version www.balesio.com

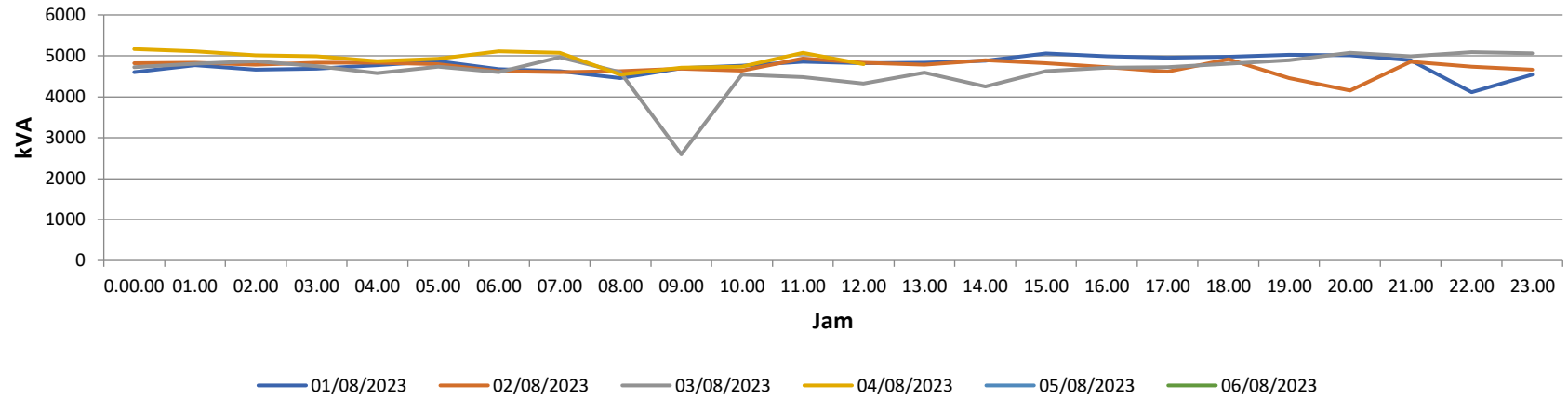
kVA minggu ketiga



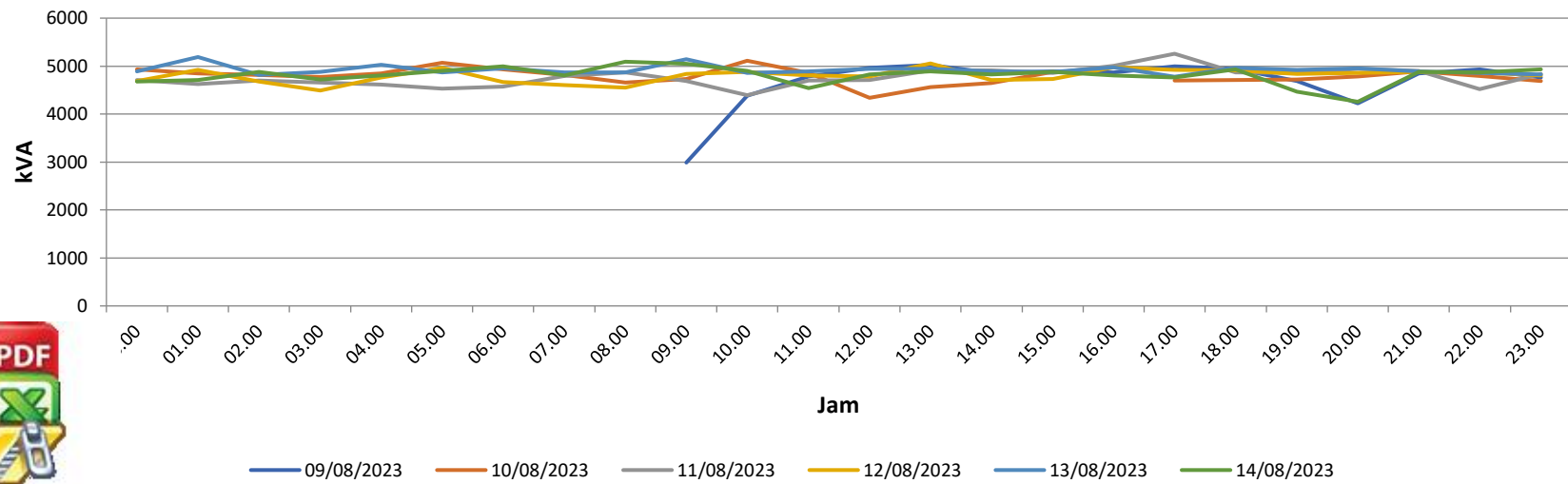
kVA minggu keempat



kVA minggu kelima

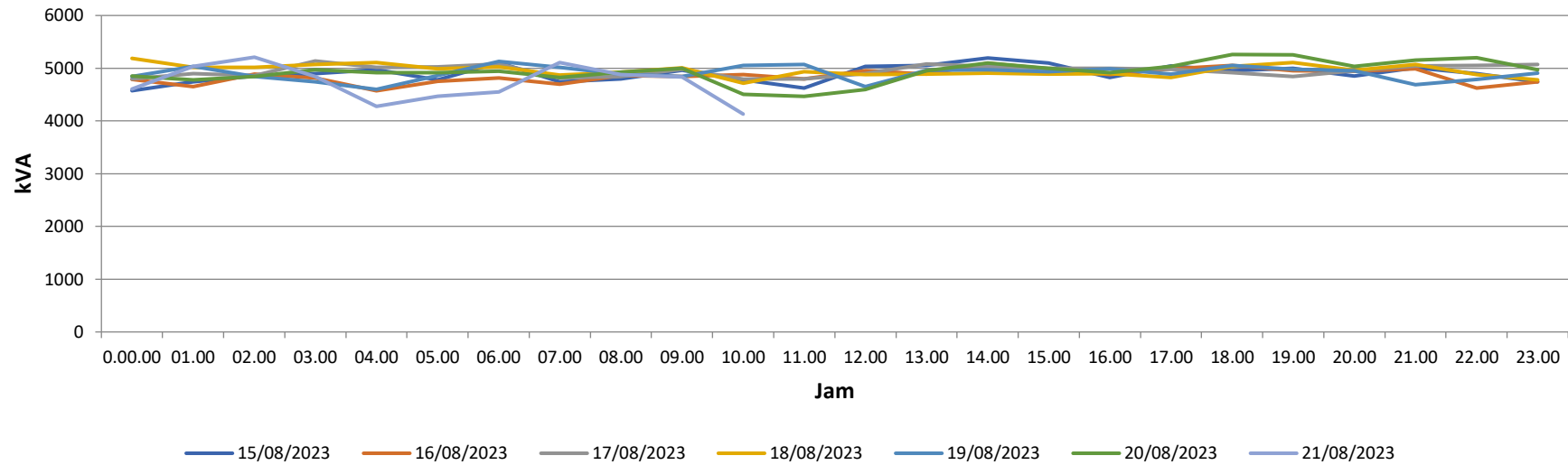


kVA minggu keenam

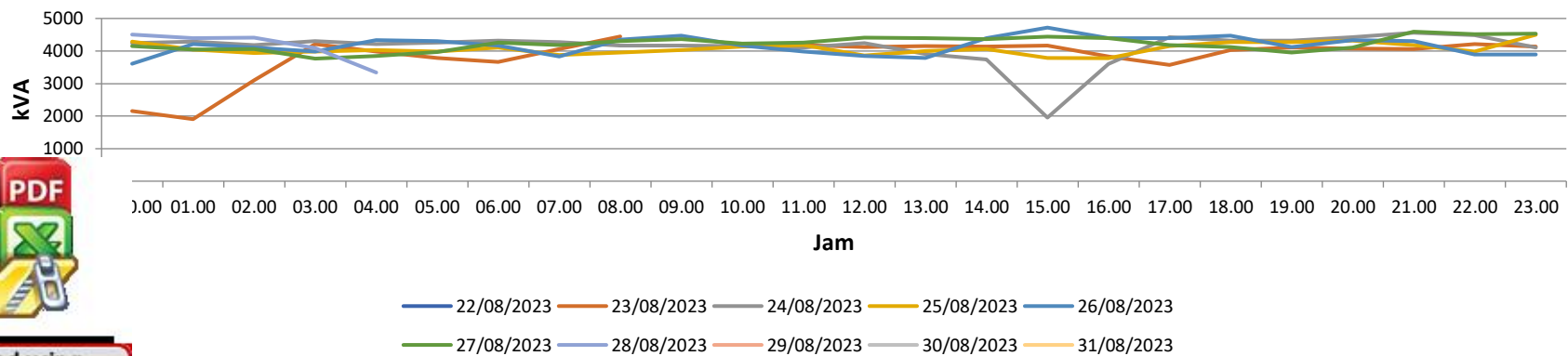


Optimized using trial version www.balesio.com

kVA minggu ketujuh

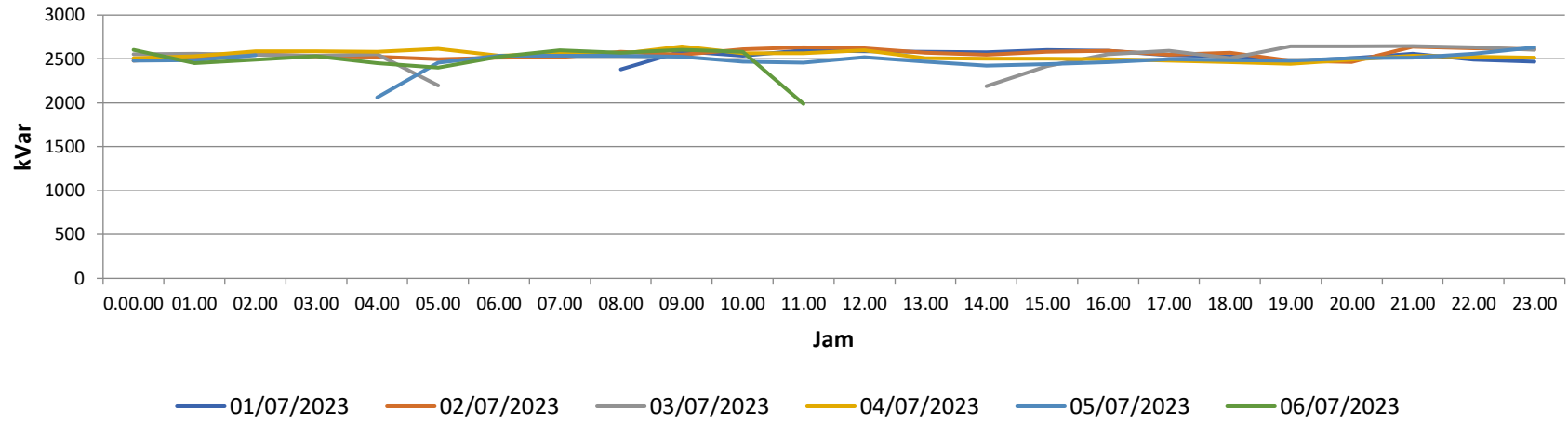


kVA minggu kedelapan

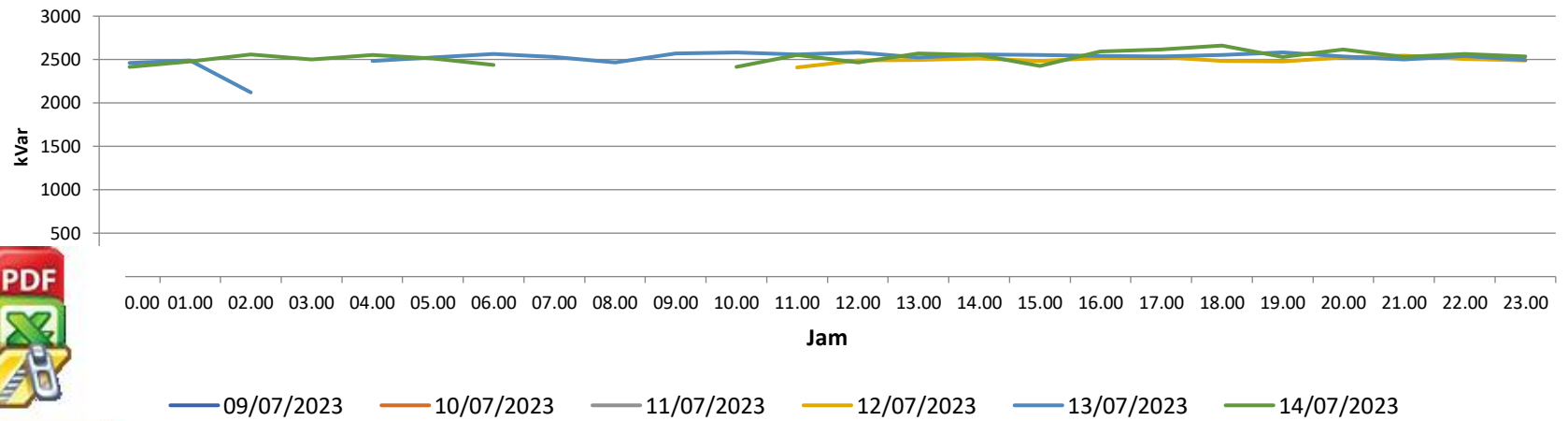


Optimized using trial version www.balesio.com

kVar minggu pertama

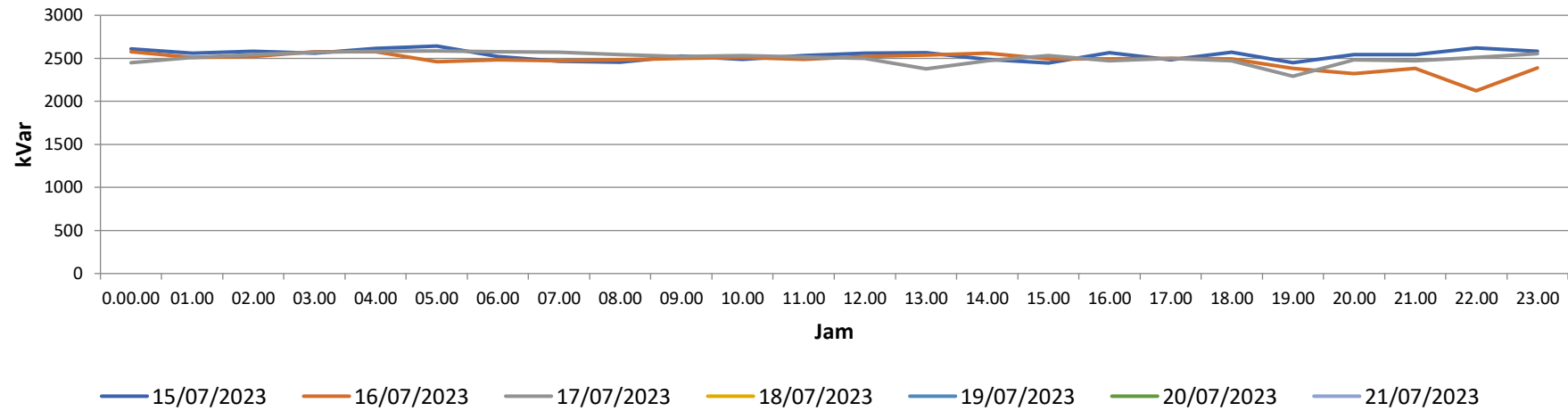


kVar minggu kedua

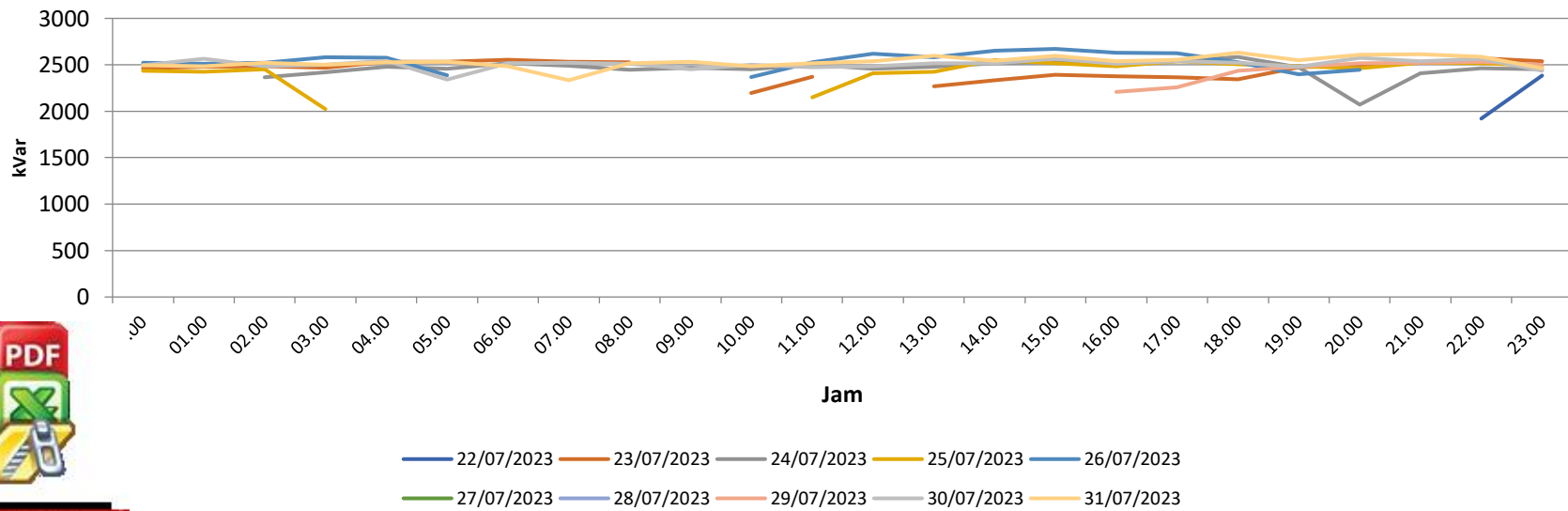


Optimized using trial version www.balesio.com

kVar minggu ketiga

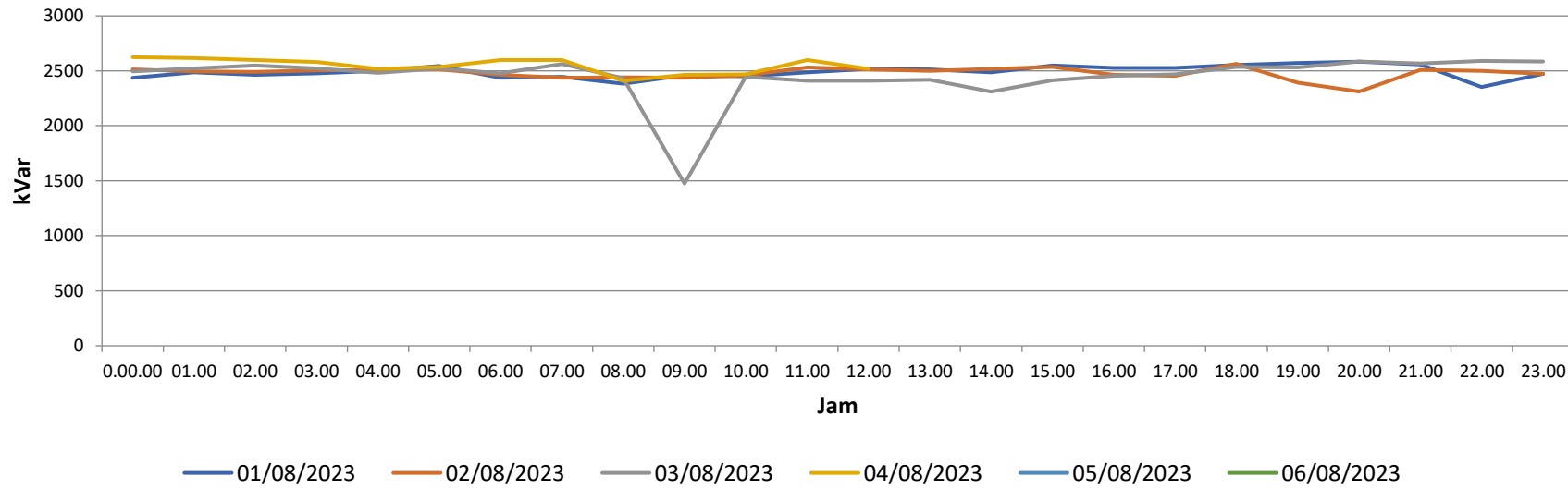


kVar minggu keempat

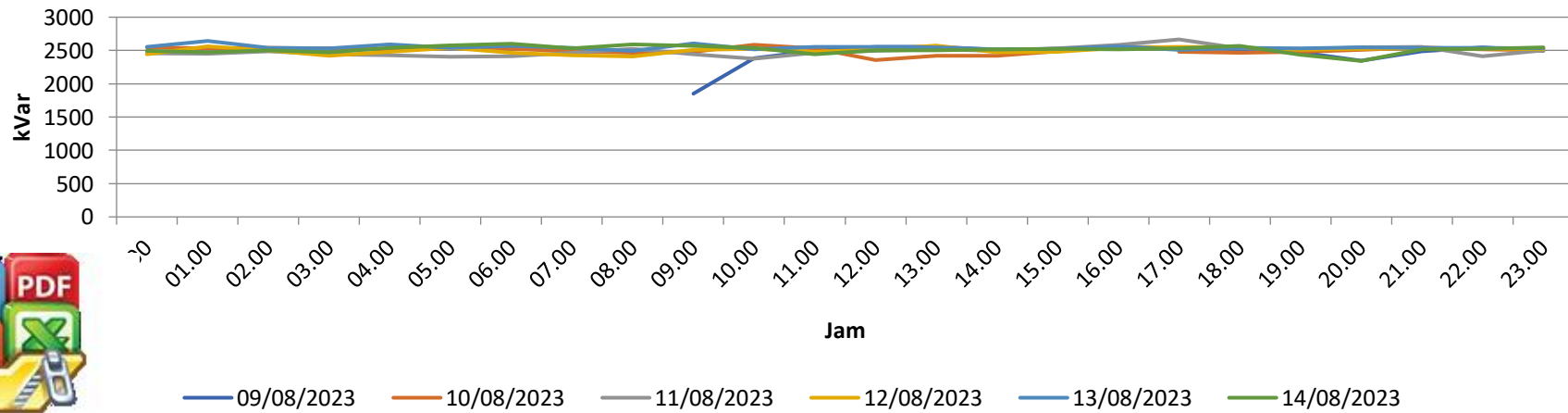


Optimized using trial version www.balesio.com

kVar minggu kelima

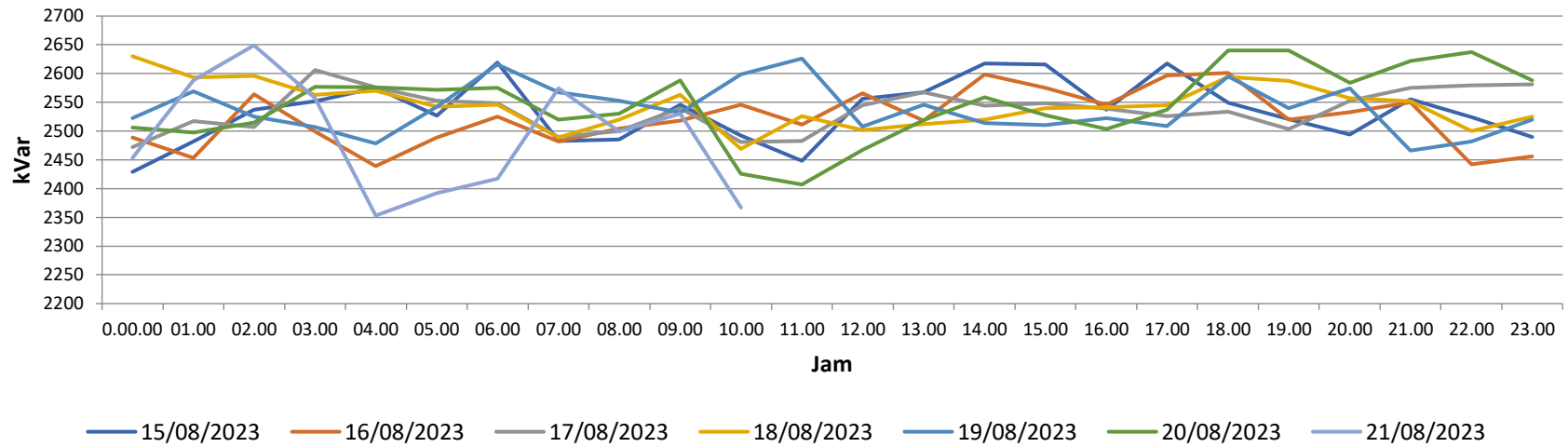


kVar minggu keenam

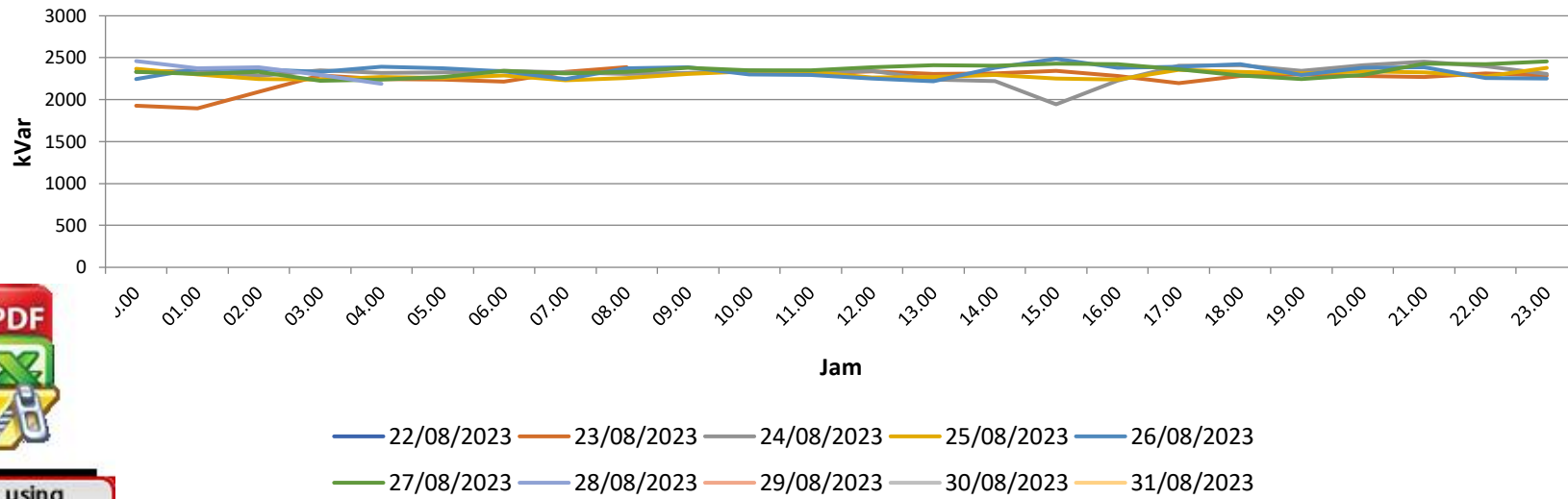


Optimized using trial version www.balesio.com

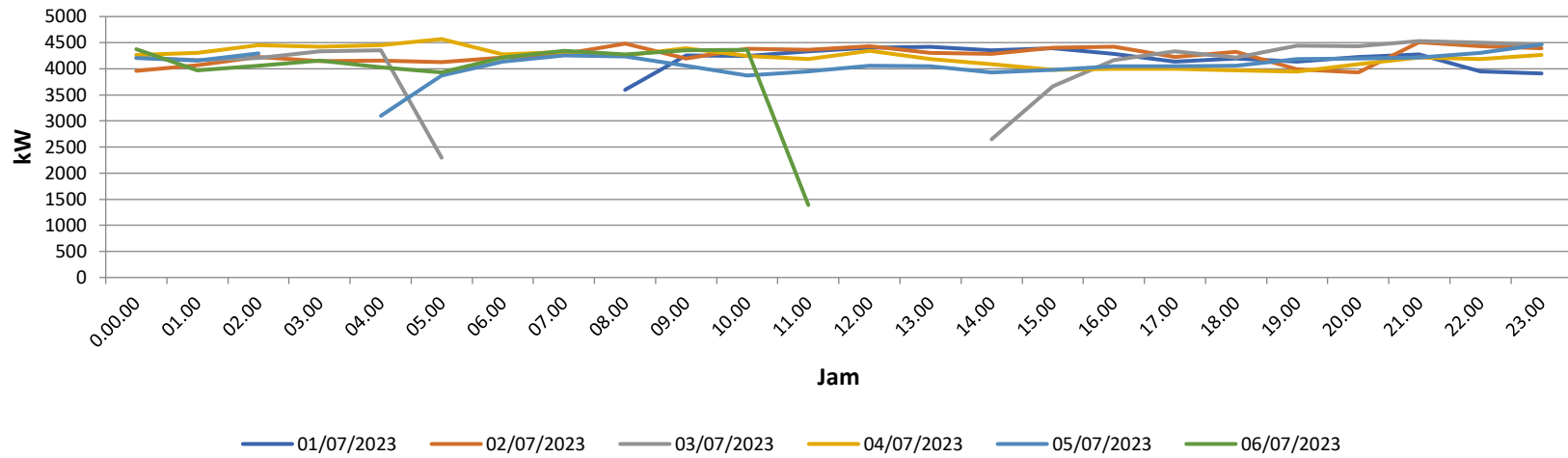
kVar minggu ketujuh



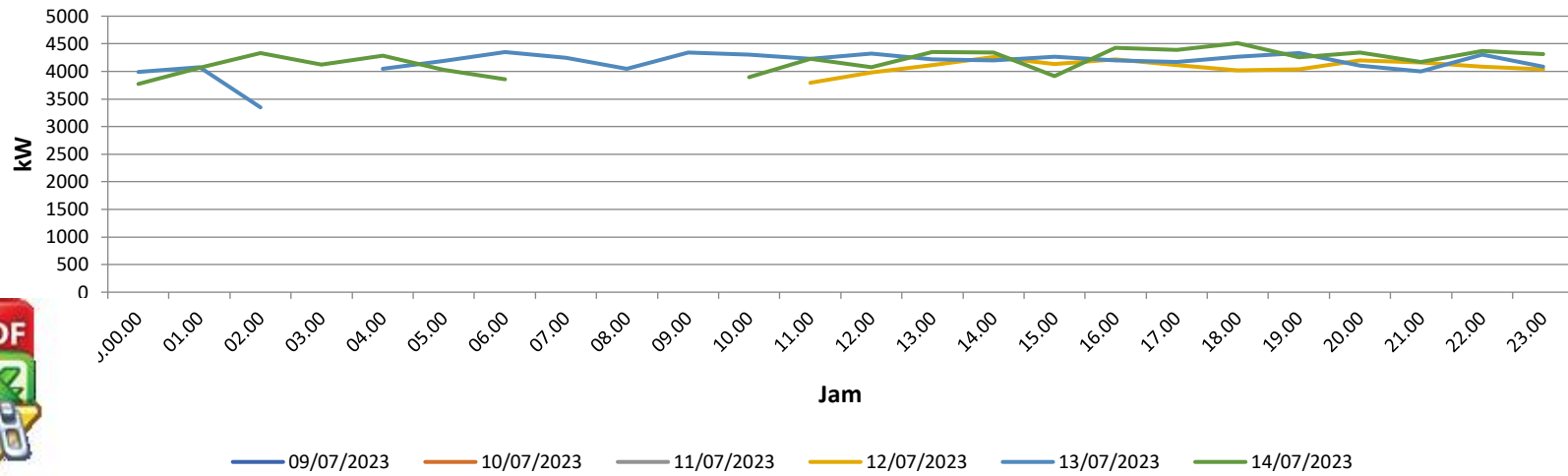
kVar minggu kedelapan



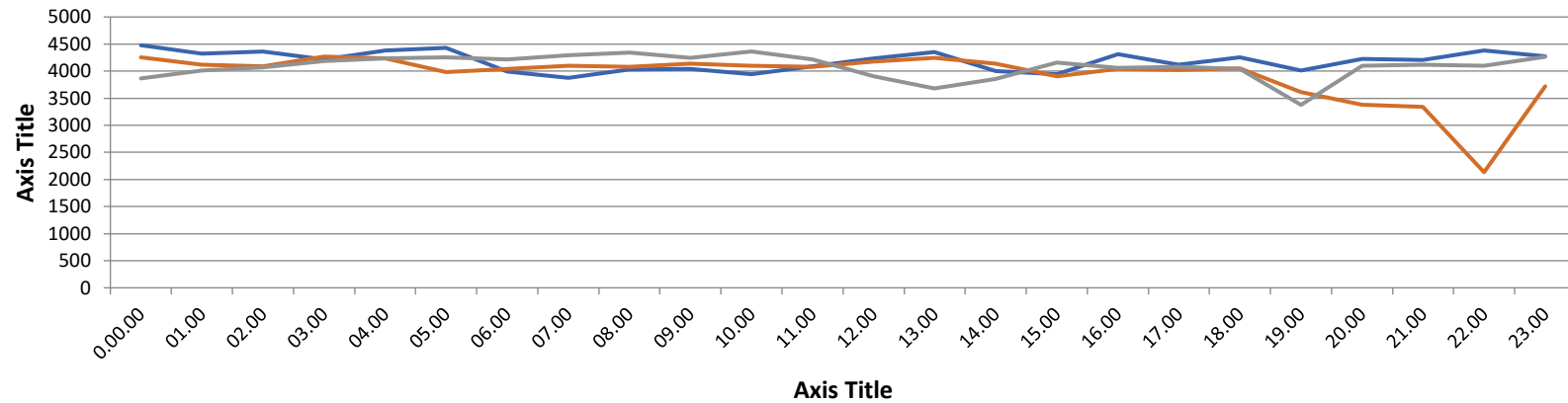
kW minggu pertama



kW minggu kedua

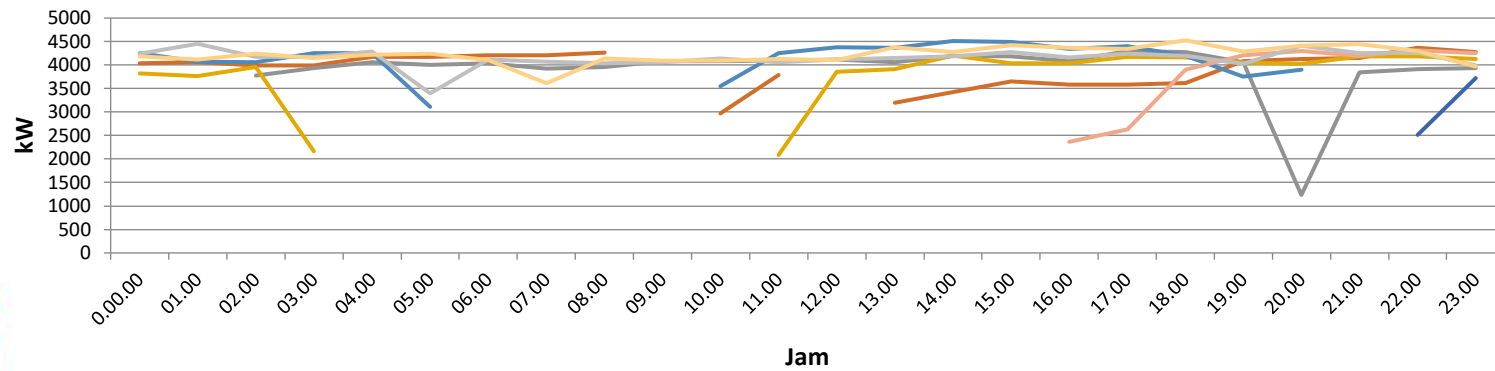


kW minggu ketiga



15/07/2023 16/07/2023 17/07/2023 18/07/2023 19/07/2023 20/07/2023 21/07/2023

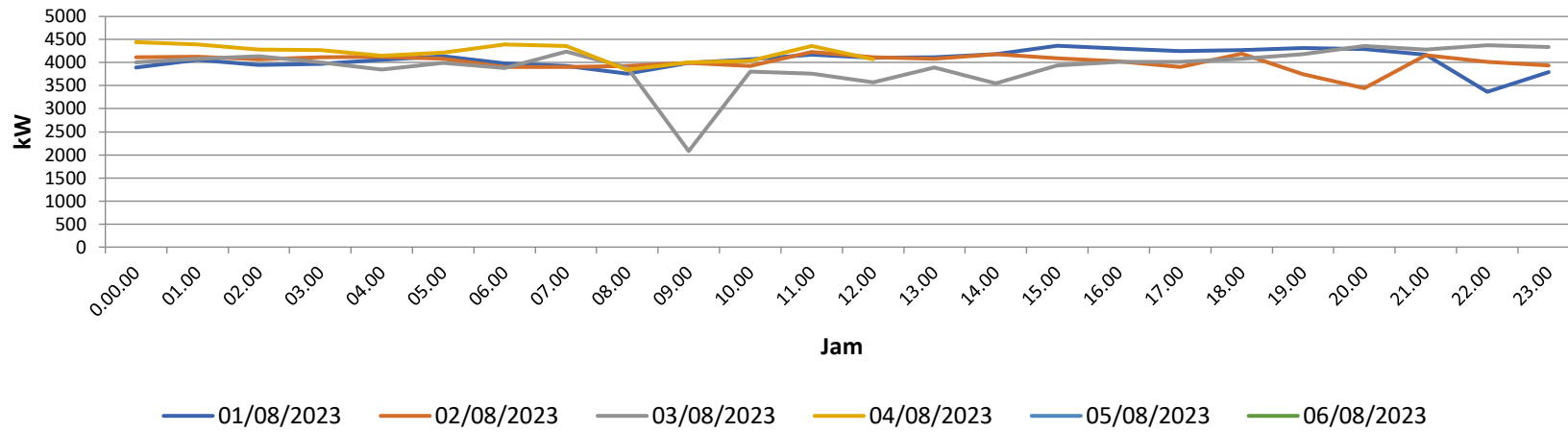
kW minggu keempat



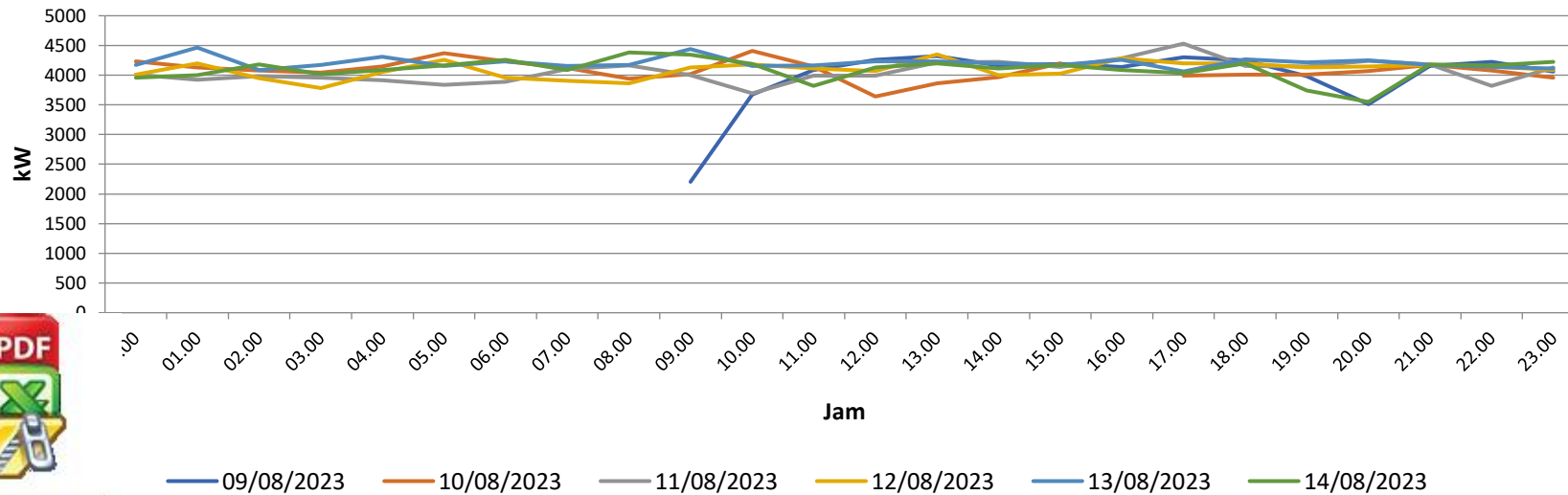
22/07/2023 23/07/2023 24/07/2023 25/07/2023 26/07/2023
27/07/2023 28/07/2023 29/07/2023 30/07/2023 31/07/2023



kW minggu kelima

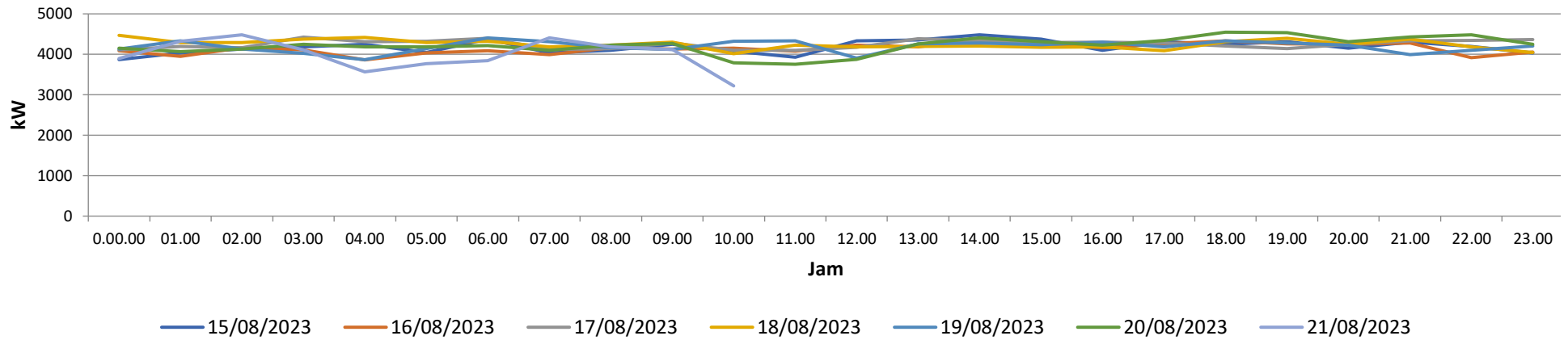


kW minggu keenam

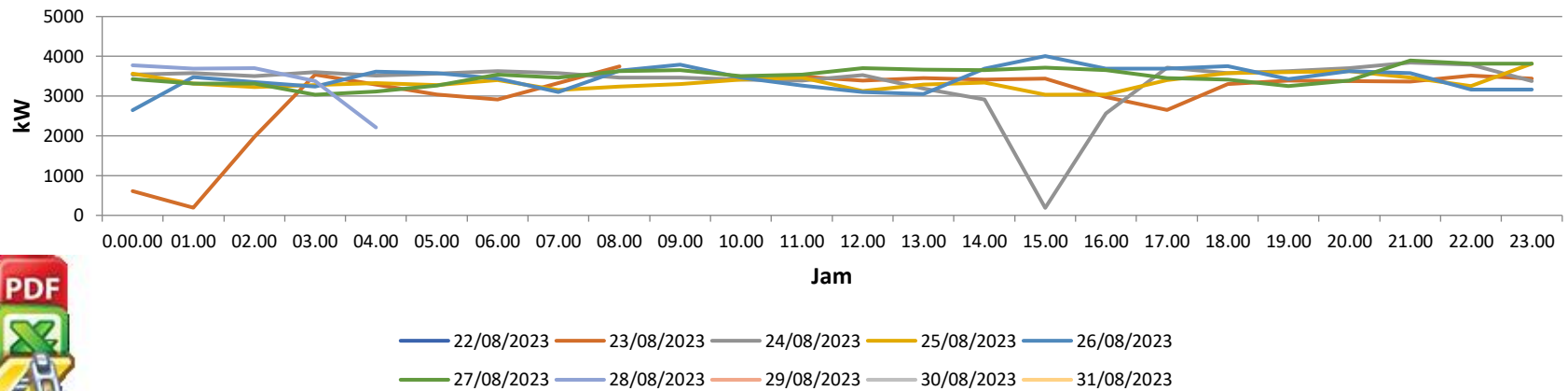


Optimized using trial version www.balesio.com

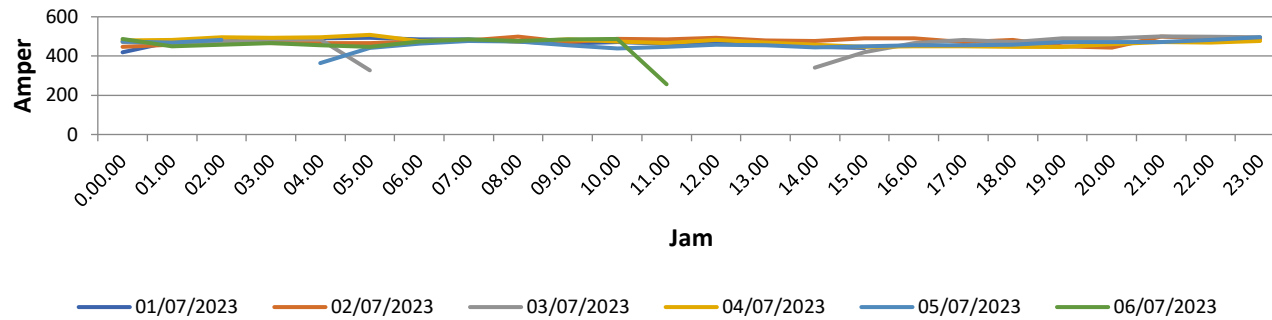
kW minggu ketujuh



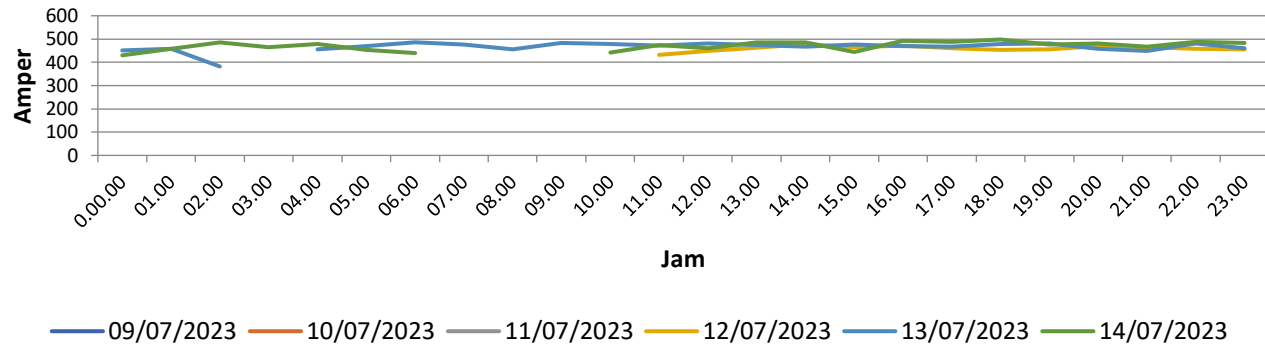
kW minggu kedelapan



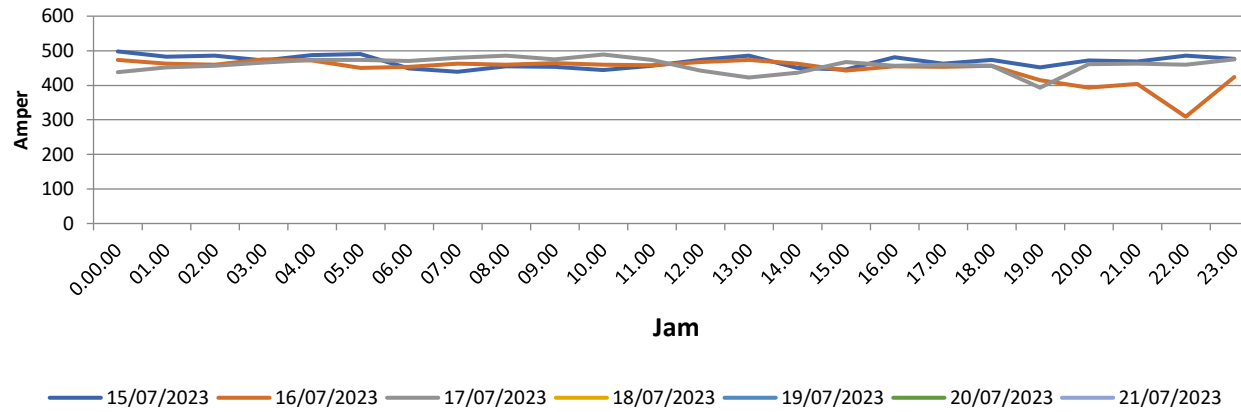
Arus minggu pertama



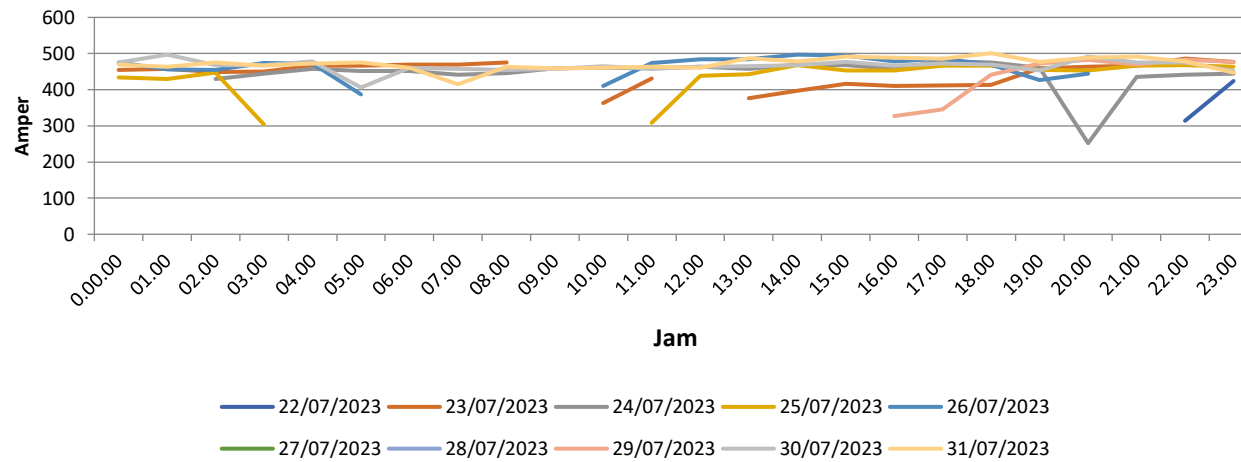
Arus minggu kedua



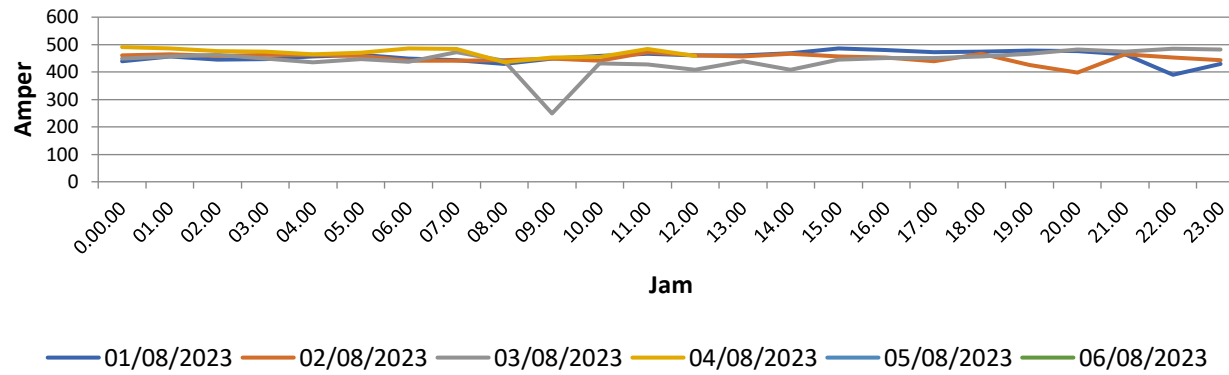
Arus minggu ketiga



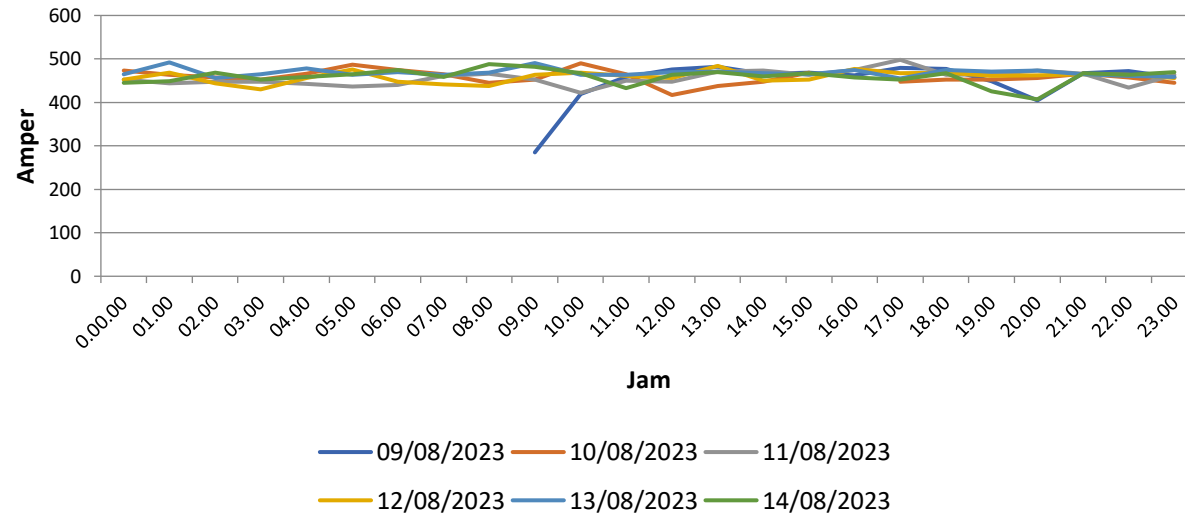
Arus minggu keempat



Arus minggu kelima

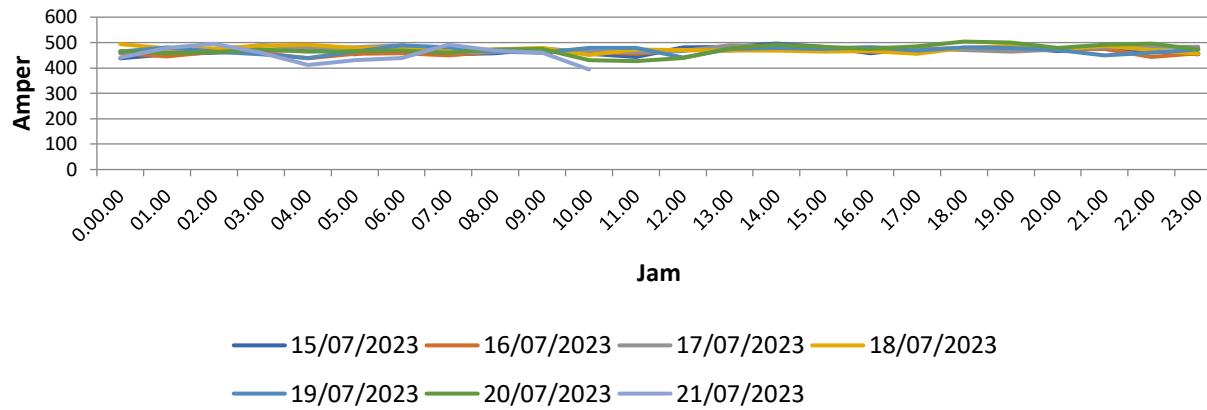


Arus minggu keenam

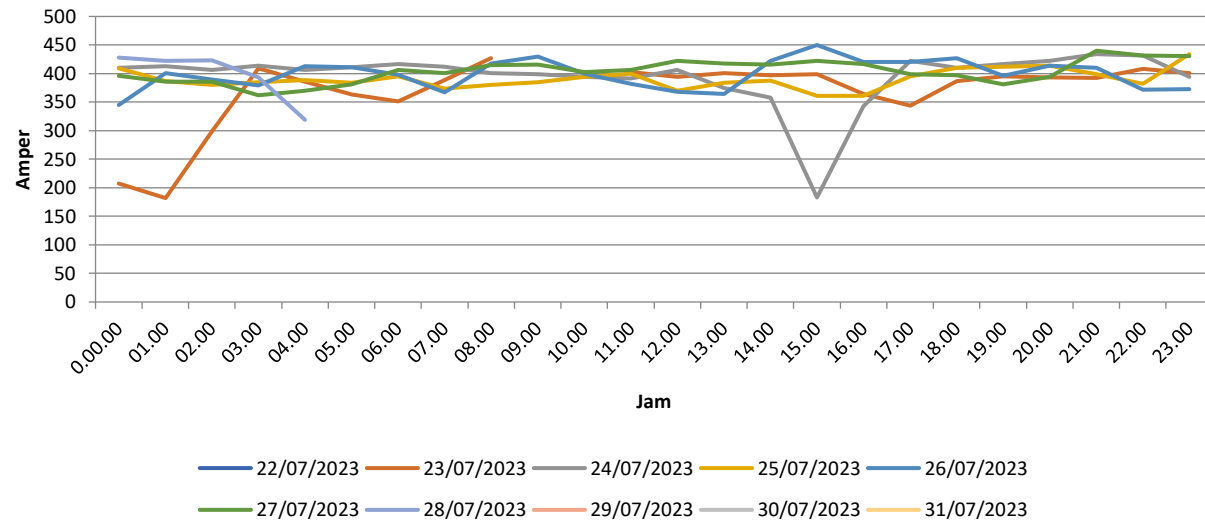


Optimized using trial version
www.balesio.com

Arus minggu ketujuh



Arus minggu kedelapan



Lampiran 2 Tarif pembayaran daya reaktif

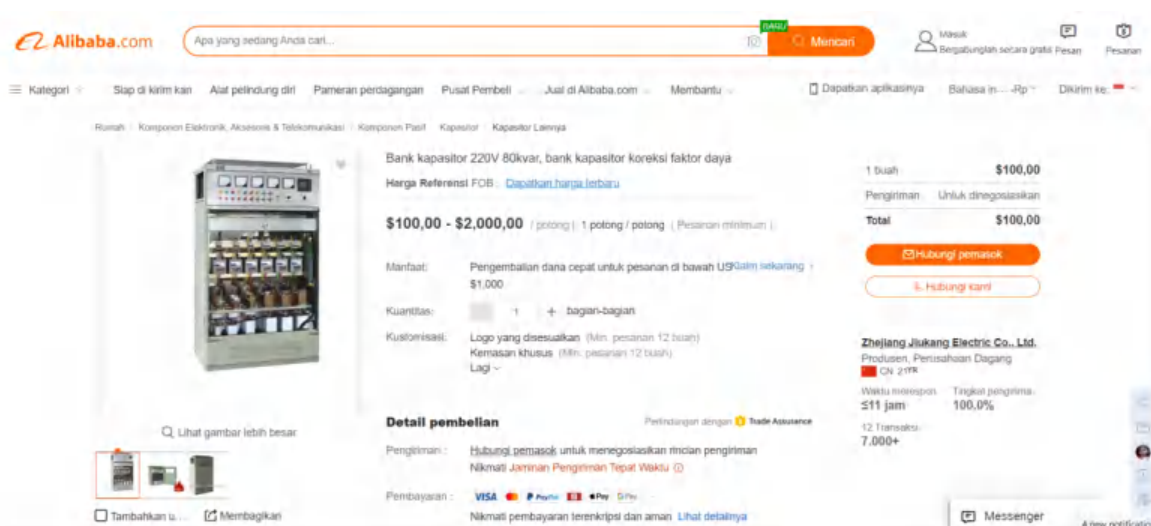


**PENETAPAN
PENYESUAIAN TARIF TENAGA LISTRIK (TARIFF ADJUSTMENT)
JANUARI - MARET 2023**

NO.	GOL. TARIF	BATAS DAYA	REGULER		PRA BAYAR (Rp/kWh)
			BIAYA BEBAN (Rp/kVA/bulan)	BIAYA PEMAKAIAN (Rp/kWh) DAN BIAYA kVAh (Rp/kVAh)	
1.	R-1/TR	500 VA-RTM	*)	1.352,00	1.352,00
2.	R-1/TR	1.300 VA	*)	1.444,70	1.444,70
3.	R-1/TR	2.200 VA	*)	1.444,70	1.444,70
4.	R-2/TR	3.500 VA	*)	1.699,53	1.699,53
5.	R-2/TR	s.d. 5.500 VA	*)	1.699,53	1.699,53
6.	R-3/TR	5.600 VA ke atas	*)	1.699,53	1.699,53
7.	B-2/TR	5.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.444,70	1.444,70
8.	B-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = R x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVAh = 1.114,74 ****)	-
9.	I-3/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.035,78 Blok LWBP = 1.035,78 kVAh = 1.114,74 ****)	-
10.	I-4/TT	30.000 kVA ke atas	***)	Blok WBP dan Blok LWBP = 996,74 kVAh = 996,74 ****)	-
11.	P-1/TR	5.600 VA s.d. 200 kVA	*)	1.699,53	1.699,53
12.	P-2/TM	di atas 200 kVA	**)	Blok WBP = K x 1.415,01 Blok LWBP = 1.415,01 kVAh = 1.522,88 ****)	-
13.	P-3/TR		*)	1.699,53	1.699,53
14.	L/TR, TM, TT		-	1.644,52	-

Catatan :
 *) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM1 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian}$
 **) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM2 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian LWBP}$
 Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.
 ***) Diterapkan Rekening Minimum (RM):
 $RM3 = 40 \text{ (Jam Nyala)} \times \text{Daya tersambung (kVA)} \times \text{Biaya Pemakaian WBP dan LWBP}$
 Jam nyala : kWh per bulan dibagi dengan kVA tersambung.
 ****) Biaya kelebihan pemakaian daya reaktif (kVAh) dikenakan dalam hal faktor daya rata-rata setiap bulat kurang dari 0,85 (delapan puluh lima per seratus).
 K : Faktor perbandingan antara harga WBP dan LWBP sesuai dengan karakteristik beban sistem listrik dan setempat ($1,4 \leq K \leq 2$), ditetapkan oleh Direksi Penuhayaan Perseroan (Persero) PT Perusahaan Listrik Negara.
 WBP : Waktu Beban Puncak.
 LWBP : Luar Waktu Beban Puncak.

Lampiran 3 Harga biaya kapasitor



The screenshot shows a product listing for a capacitor bank on Alibaba.com. The product is a "Bank kapasitor 220V 80kvar, bank kapasitor koreksi faktor daya". The price is listed as \$100,00 - \$2,000,00. The page includes a product image, a detailed description, and purchase details. The seller is Zhejiang Jiukang Electric Co., Ltd. The page also features navigation elements like search, categories, and a shopping cart.



Lampiran 4 Analisa Kompensasi Daya Reaktif

Analisa Kompensasi Daya Reaktif (Untuk nilai $\cos \phi$ 90)

Pekan pertama

Diketahui:

$$P = 4146,2 \text{ kW}$$

$$\cos \phi_1 = 0,83$$

$$\cos \phi_2 = 0,90$$

Sehingga:

$$\phi_1 = \cos^{-1} \phi = 33,9$$

$$\phi_2 = \cos^{-1} \phi = 25,84$$

$$\tan \phi_1 = 0,67$$

$$\tan \phi_2 = 0,48$$

$$\begin{aligned} Q_c &= P \times (\tan \phi_1 - \tan \phi_2) \\ &= 4146,2 \times (0,67 - 0,48) \\ &= 787,77 \text{ kVar} \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai dari daya reaktif kapasitor tersebut maka langsung dapat mengurangi daya reaktif dari beban tersebut, sehingga :

$$\begin{aligned} Q_2 &= Q_1 - Q_c \\ Q_2 &= 2786,26 - 787,77 \\ Q_2 &= 1998,49 \text{ kVar} \end{aligned}$$

Menghitung magnituda daya kompleks yang baru :

$$\begin{aligned} S &= \frac{P}{\cos \phi} \\ S &= \frac{4146,2}{0,90} \\ S &= 4606,8 \text{ kVA} \end{aligned}$$



Pekan	P	Q_1	Q_2	Q_c	S_1	S_2	Cos ϕ_1	Cos ϕ_2
Pertama	4146,20	2786,26	1998,49	787,77	4995,42	4606,8	0,83	0,90
Kedua	4154,45	2683,50	2018,79	664,71	4945,77	4616,05	0,84	0,90
Ketiga	4028,39	2707,09	1941,7	765,39	4853,48	4476	0,83	0,90
Keempat	4001,27	2792,90	1952,64	840,26	4879,59	4445,85	0,82	0,90
Kelima	4037,22	2713,02	1946,01	767,01	4864,12	4485,8	0,83	0,90
Keenam	4091,50	2642,84	1988,2	654,64	4870,83	4546,1	0,84	0,90
Ketujuh	4192,01	2597,97	2053,01	544,96	4931,77	4657,78	0,85	0,90
Kedelapan	3333,98	2587,45	1344,29	966,85	4220,22	3704,42	0,79	0,90

$$\begin{aligned} \text{Harga kapasitor bank 80 kVar (18 step)} &= \text{Rp. } 31.380.000 \times 10 \text{ step} \\ &= \text{Rp. } 313.800.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga pengiriman kapasitor bank} &= \text{Rp. } 313.800.000 \times 5 \% \\ \text{(termasuk asuransi)} & \\ &= \text{Rp. } 15.690.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga pemasangan kapasitor bank} &= \text{Rp. } 313.800.000 \times 10 \% \\ &= \text{Rp. } 31.380.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga pemeliharaan kapasitor} &= \text{Rp. } 313.800.000 \times 3 \% \times 10 \\ &= \text{Rp. } 94.140.000 \end{aligned}$$

$$\text{Total} = \text{Rp. } 455.010.000$$

Net present value (NPV)

$$\text{Initial investment (C}_0\text{)} = \text{Rp. } 455.010.000$$

$$\text{Biaya pinalti (C}_T\text{)} = \text{Rp. } 42.255.111$$

$$\text{Tingkat diskonto (r)} = 8,26 \%$$

$$\text{Waktu (Bulan)} = 10 \text{ Tahun (120 Bulan)}$$



Tahun	Present Value (Rp)
1	459.324.876
2	460.332.546
3	458.512.558
4	454.290.533
5	448.043.606
6	440.105.346
7	430.770.210
8	420.297.564
9	408.915.333
10	396.823.278
Total (Rp)	4.377.415.850

$$NPV = Rp.4.377.415.850 - Rp.455.010.000$$

$$NPV = Rp.3.922.405.850$$

Return on investment (ROI)

$$ROI (\text{Return On Investment}) = \frac{\text{Biaya Investasi}}{\text{Biaya Pinalti}}$$

$$\text{Biaya investasi} = Rp.455.010.000$$

$$\text{Biaya pinalti} = Rp.42.255.111$$

Sehingga :

$$ROI = \frac{Rp.455.010.000}{Rp.42.255.111}$$

$$ROI = \pm 10 \text{ bulan}$$

Analisa Kompensasi Daya Reaktif (Untuk nilai cos phi 95)

Pekan pertama

Diketahui:

$$P = 4146,2 \text{ kW}$$

$$\cos \varphi_1 = 0,83$$

$$\cos \varphi_2 = 0,95$$

Sehingga:

$$\varphi_1 = \cos^{-1} \varphi = 33,9$$

$$\varphi_2 = \cos^{-1} \varphi = 18,19$$

$$\sin \varphi_1 = 0,67$$



$$\tan \varphi_2 = 0,33$$

$$\begin{aligned} Q_c &= P \times (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) \\ &= 4146,2 \times (0,67 - 0,33) \\ &= 1409,71 \text{ kVar} \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan nilai dari daya reaktif kapasitor tersebut maka langsung dapat mengurangi daya reaktif dari beban tersebut, sehingga :

$$\begin{aligned} Q_2 &= Q_1 - Q_c \\ Q_2 &= 2786,26 - 1409,71 \\ Q_2 &= 1376,55 \text{ kVar} \end{aligned}$$

Menghitung magnituda daya kompleks yang baru :

$$\begin{aligned} S &= \frac{P}{\cos \varphi} \\ S &= \frac{4146,2}{0,95} \\ S &= 4634,42 \text{ kVA} \end{aligned}$$

Pekan	P	Q ₁	Q ₂	Q _c	S ₁	S ₂	Cos φ ₁	Cos φ ₂
Pertama	4146,20	2786,26	1376,55	1409,71	4995,42	4634,42	0,83	0,95
Kedua	4154,45	2683,50	1395,63	1287,87	4945,77	4373,1	0,84	0,95
Ketiga	4028,39	2707,09	1337,44	1369,65	4853,48	4429,88	0,83	0,95
Keempat	4001,27	2792,90	1352,45	1440,45	4879,59	4211,86	0,82	0,95
Kelima	4037,22	2713,02	1340,37	1372,65	4864,12	4249,7	0,83	0,95
Keenam	4091,50	2642,84	1374,48	1268,36	4870,83	4306,84	0,84	0,95
Ketujuh	4192,01	2597,97	1424,21	1173,76	4931,77	4412,64	0,85	0,95
Kedelapan	3333,98	2587,45	1120,5	1466,95	4220,22	3509,45	0,79	0,95

$$\begin{aligned} \text{Harga kapasitor bank 80 kVar (18 step)} &= \text{Rp. } 31.380.000 \times 18 \text{ step} \\ &= \text{Rp. } 565.165.800 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga pengiriman kapasitor bank} &= \text{Rp. } 565.165.800 \times 5 \% \\ \text{(termasuk asuransi)} & \end{aligned}$$

$$= \text{Rp. } 28.258.290$$

$$\text{Harga pemasangan kapasitor bank} = \text{Rp. } 565.165.800 \times 10 \%$$

$$= \text{Rp. } 56.516.580$$

$$\text{meliharaan kapasitor} = \text{Rp. } 565.165.800 \times 3 \% \times 10$$

$$= \text{Rp. } 169.549.740$$



Total = Rp. 819.490.410

Net present value (NPV)

Initial investment (C₀) = Rp. 819.490.410

Biaya pinalti (C_T) = Rp. 42.255.111

Tingkat diskonto (r) = 8,26 %

Waktu (Bulan) = 10 Tahun (120 Bulan)

Tahun	Present Value (Rp)
1	795.996.232
2	771.316.618
3	745.769.229
4	719.630.151
5	693.138.394
6	666.499.941
7	639.891.395
8	613.463.263
9	587.342.913
10	561.637.227
Total (Rp)	6.794.685.363

$NPV = Rp. 6.794.685.363 - Rp. 819.490.410$

$NPV = Rp. 5.975.194.953$

Return on investment (ROI)

$ROI (Return On Investment) = \frac{Biaya\ Investasi}{Biaya\ Pinalti}$

$Biaya\ investasi = Rp. 819.490.410$

$Biaya\ pinalti = Rp. 42.255.111$

Sehingga :



$\frac{Rp. 819.490.410}{Rp. 42.255.111}$

= 19 bulan