

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

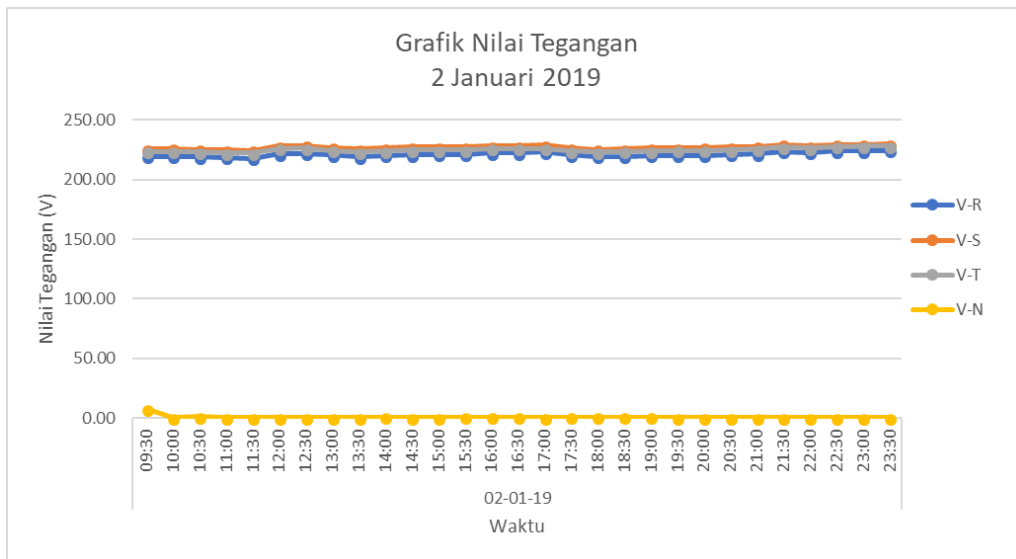
4.1 Nilai Pengukuran Tegangan

Pengukuran nilai tegangan pada Gedung B Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta dilakukan pada hari Rabu tanggal 2 Januari 2019 pukul 09.30 WIB sampai hari Rabu tanggal 9 Januari 2019 pukul 12.00 WIB. Pengambilan data menggunakan *Power Quality and Analyze METREL MI 2892* yang alatnya diatur setiap 30 menit sekali melakukan perekaman nilai tegangan. Hasil pengukuran yang telah didapatkan kemudian dibuat tabel 4.1 dimana memuat nilai minimum, maksimum dan rata-rata selama seminggu, beserta grafik disetiap tanggal pengukuran.

Tabel 4.1 Rekap Data Tegangan Selama Seminggu

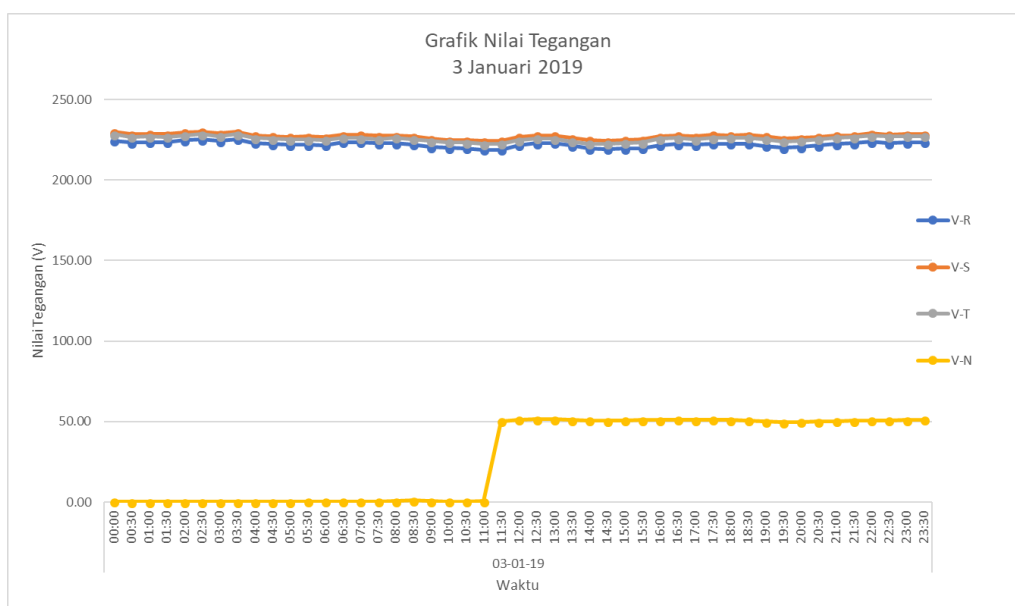
	V_R (V)	V_S (V)	V_T (V)	V_N (V)
Minimum	211.07	217.16	215.60	0.25
Maksimum	225.32	230.74	229.80	51.84
Rata-rata	221.10	226.67	225.08	42.77

Pada tabel 4.1 menjelaskan hasil pengukuran nilai tegangan selama seminggu didapatkan nilai minimum pada fase R = 211.07V , fase S = 217.16V , fase T = 215.60V , N = 0.25V. Nilai tegangan maksimum pada fase R = 225.32V , fase S = 230.74V , fase T = 229.80V , N = 51.84V. Nilai rata-rata tegangan selama seminggu berdasarkan hasil pengukuran pada fase R = 221.10V , fase S = 226.67V , fase T = 225.08V, N = 42.77V.



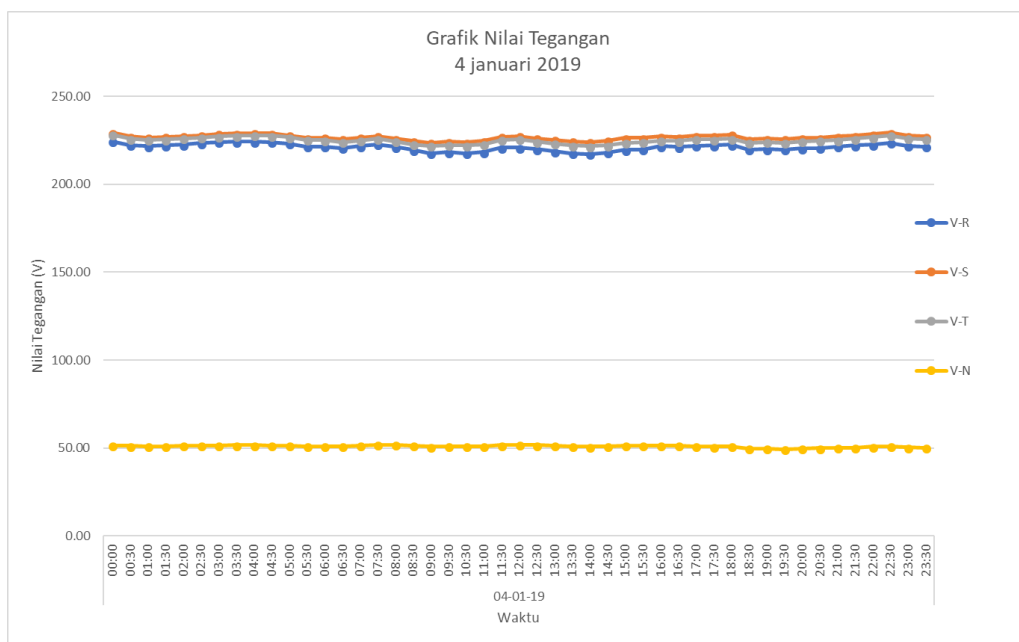
Gambar 4.1 Grafik Nilai Tegangan 2 Januari 2019

Pada hasil pengukuran tegangan pada tanggal 2 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.1 didapatkan hasil nilai tegangan yang masih batas standar yang berlaku yaitu minimum -10% dari 220V dan maksimum +5% dari 220V yang berarti batas nilai tegangan antara 198 – 231V. Tegangan netral mendekati nol yang termasuk kategori sangat baik.



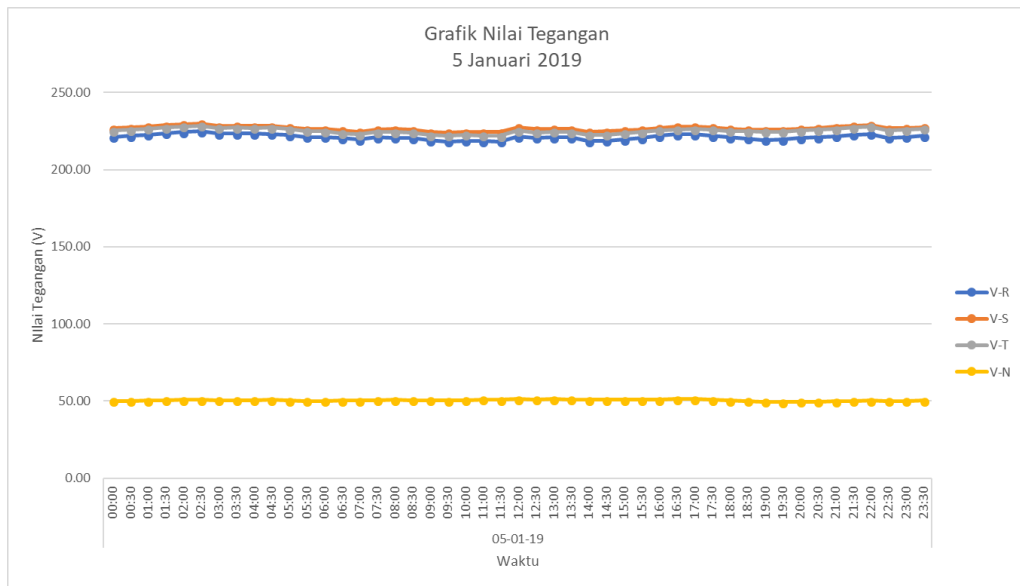
Gambar 4.2 Grafik Nilai Tegangan 3 Januari 2019

Pada hasil pengukuran tegangan pada tanggal 3 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.2 didapatkan hasil nilai tegangan yang masih batas standar yang berlaku yaitu minimum -10% dari 220V dan maksimum +5% dari 220V yang berarti batas nilai tegangan antara 198 – 231V. Tegangan netral pukul 00.00 – 11.00 WIB mendekati nol yang termasuk kategori sangat baik. Pada pukul 11:30 – 23.00 WIB tegangan netral naik menjadi 49.66V – 51.56V.



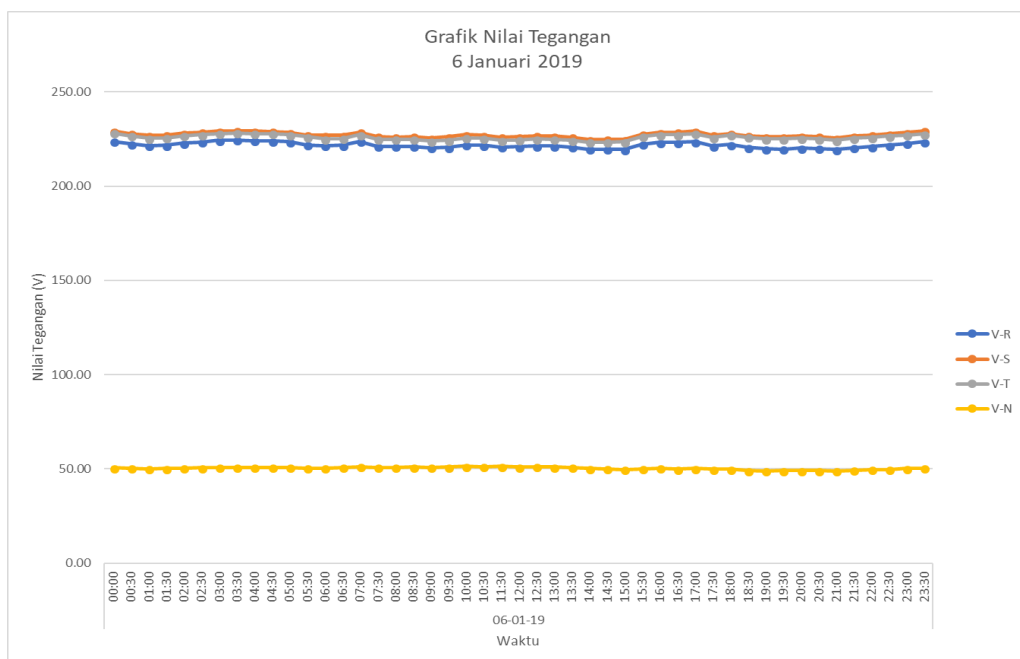
Gambar 4.3 Grafik Nilai Tegangan 4 Januari 2019

Pada hasil pengukuran tegangan pada tanggal 4 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.3 didapatkan hasil nilai tegangan yang masih batas standar yang berlaku yaitu minimum -10% dari 220V dan maksimum +5% dari 220V yang berarti batas nilai tegangan antara 198V – 231V . Tegangan netral tegangan netral yang terjadi sebesar 49.35V – 51.78V.



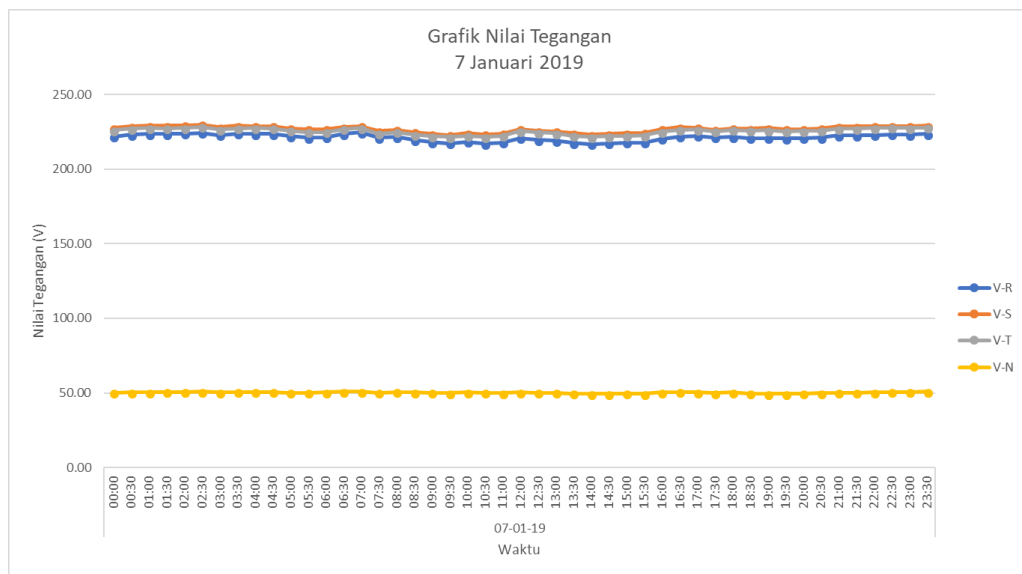
Gambar 4.4 Grafik Nilai Tegangan 5 Januari 2019

Pada hasil pengukuran tegangan pada tanggal 5 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.4 didapatkan hasil nilai tegangan yang masih batas standar yang berlaku yaitu minimum -10% dari 220V dan maksimum +5% dari 220V yang berarti batas nilai tegangan antara 198V – 231V. Tegangan netral tegangan netral yang terjadi sebesar 49.40V – 51.33V.



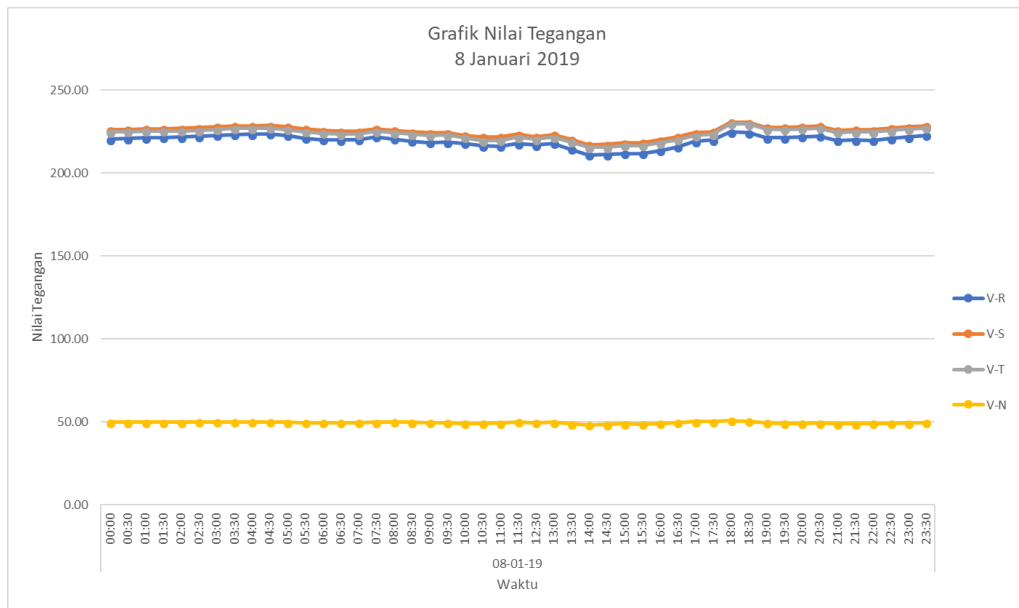
Gambar 4.5 Grafik Nilai Tegangan 6 Januari 2019

Pada hasil pengukuran tegangan pada tanggal 6 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.5 didapatkan hasil nilai tegangan yang masih batas standar yang berlaku yaitu minimum -10% dari 220V dan maksimum +5% dari 220V yang berarti batas nilai tegangan antara 198V – 231V. Tegangan netral tegangan netral yang terjadi sebesar 49.30V – 50.87V.



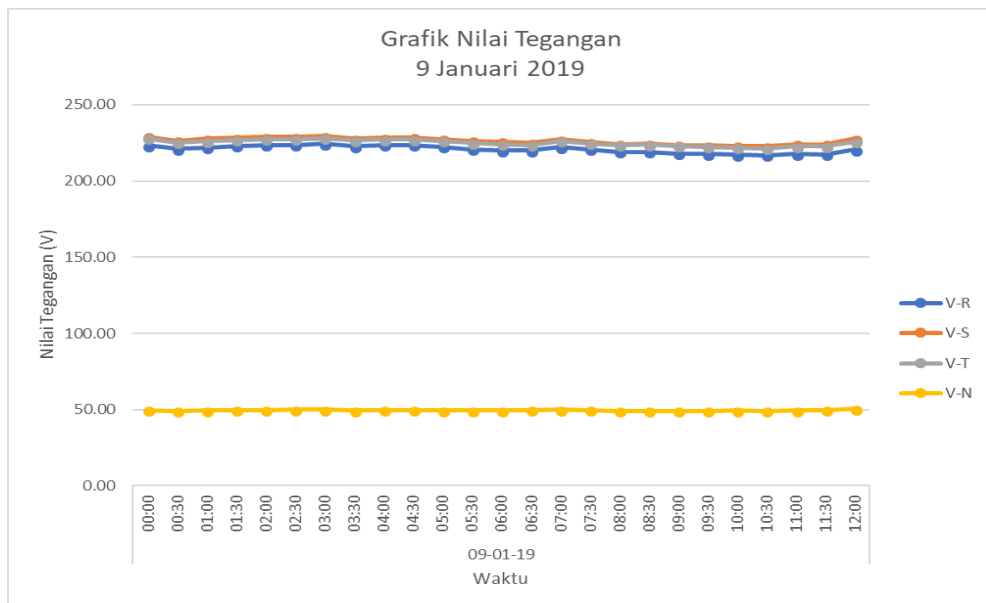
Gambar 4.6 Grafik Nilai Tegangan 7 Januari 2019

Pada hasil pengukuran tegangan pada tanggal 7 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.6 didapatkan hasil nilai tegangan yang masih batas standar yang berlaku yaitu minimum -10% dari 220V dan maksimum +5% dari 220V yang berarti batas nilai tegangan antara 198V – 231V. Tegangan netral tegangan netral yang terjadi sebesar 49.30V – 50.92V.



Gambar 4.7 Grafik Nilai Tegangan 8 Januari 2019

Pada hasil pengukuran tegangan pada tanggal 7 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.6 didapatkan hasil nilai tegangan yang masih batas standar yang berlaku yaitu minimum -10% dari 220V dan maksimum +5% dari 220V yang berarti batas nilai tegangan antara 198V – 231V. Tegangan netral tegangan netral yang terjadi sebesar 48.33V – 50.93V.



Gambar 4.8 Grafik Nilai Tegangan 9 Januari 2019

Pada hasil pengukuran tegangan pada tanggal 7 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.6 didapatkan hasil nilai tegangan yang masih batas standar yang berlaku yaitu minimum -10% dari 220V dan maksimum +5% dari 220V yang berarti batas nilai tegangan antara 198V – 231V. Tegangan netral tegangan netral yang terjadi sebesar 49.23V – 50.55V.

Berdasarkan hasil pengambilan data, didapatkan nilai tegangan maksimum yang terukur sebesar 230,74V terjadi pada fasa S dan tegangan minimum yang terukur sebesar 211,07V terjadi pada fasa R. Tegangan maksimum dan minimum yang terukur masih dalam keadaan batas toleransi yang yaitu minimum -10% dari 220V dan maksimum +5% dari 220V yang berarti nilai tegangan toleransinya berkisar antara 198 – 231V.

Nilai tegangan yang terekam saat pengukuran selama seminggu didapatkan tegangan netral yang meningkat mulai pada hari Kamis tanggal 3 Januari 2019 pukul 11.30 WIB hingga hari Sabtu tanggal 9 Januari 2019 pukul 12.00 WIB. Adanya anomali pada tegangan netral dimungkinkan disebabkan oleh adanya beban yang terhubung ke fase R, fase S dan fase T tidak seimbang.

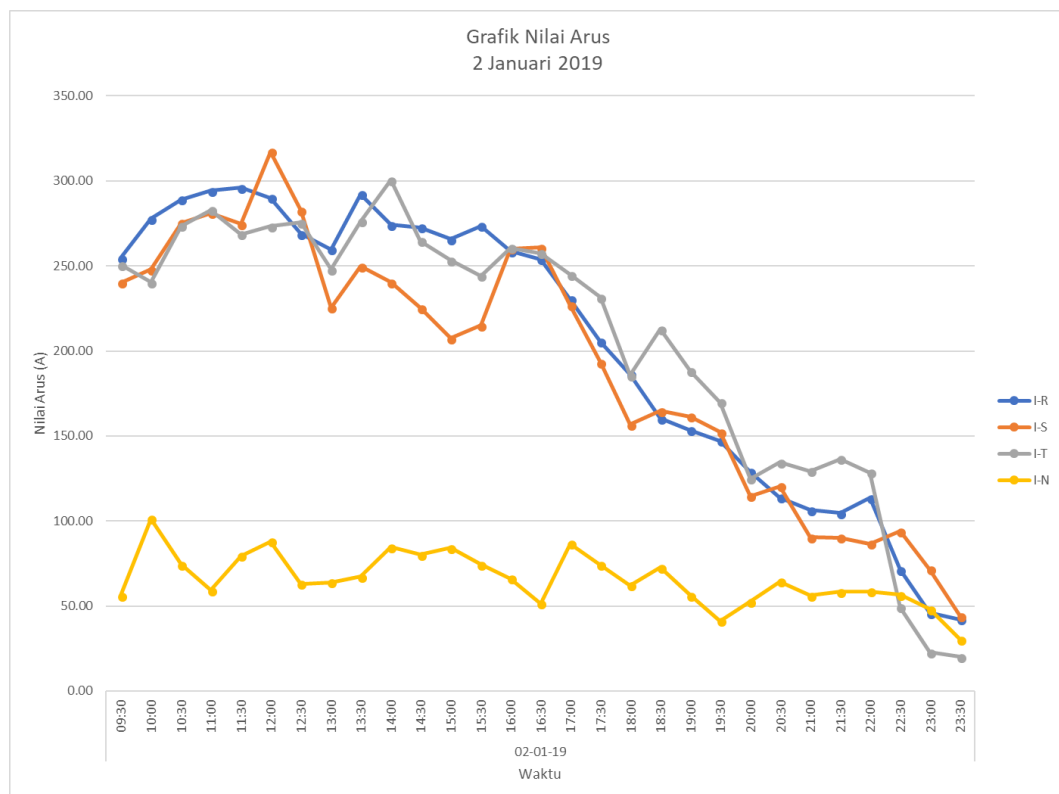
4.2 Nilai Pengukuran Arus

Pengukuran nilai tegangan pada Gedung B Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta dilakukan pada hari Rabu tanggal 2 Januari 2019 pukul 09.30 WIB sampai hari Rabu tanggal 9 Januari 2019 pukul 12.00 WIB. Pengambilan data menggunakan *Power Quality and Analyze METREL MI 2892* yang alatnya diatur setiap 30 menit sekali melakukan perekaman nilai arus. Hasil pengukuran yang telah didapatkan kemudian dibuat tabel 4.2 dimana memuat nilai minimum, maksimum dan rata-rata selama seminggu, beserta grafik disetiap tanggal pengukuran.

Tabel 4.2 Rekap Data Arus Selama Seminggu

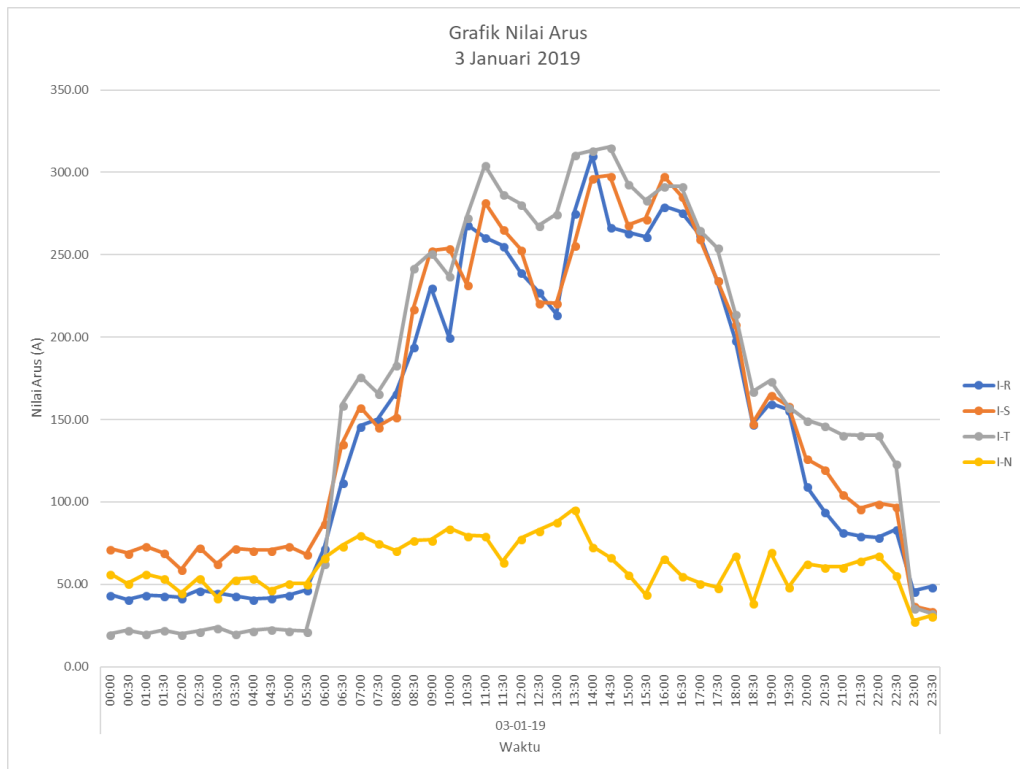
	I_R (A)	I_S (A)	I_T (A)	I_N (A)
Minimum	35.20	27.32	19.78	16.24
Maksimum	367.99	352.67	354.72	119.46
Rata-rata	153.26	151.48	158.35	55.06

Pada tabel 4.2 menjelaskan hasil pengukuran nilai arus selama seminggu didapatkan nilai minimum pada fase R = 35.20A , fase S = 27.32A , fase T = 19.78A , N = 16.24A. Nilai arus maksimum pada fase R = 367.99A , fase S = 352.67A , fase T = 354.72A , N = 119.46A. Nilai rata-rata arus selama seminggu berdasarkan hasil pengukuran pada fase R = 153.26A , fase S = 151.48A , fase T = 158.35A , N = 55.06A.



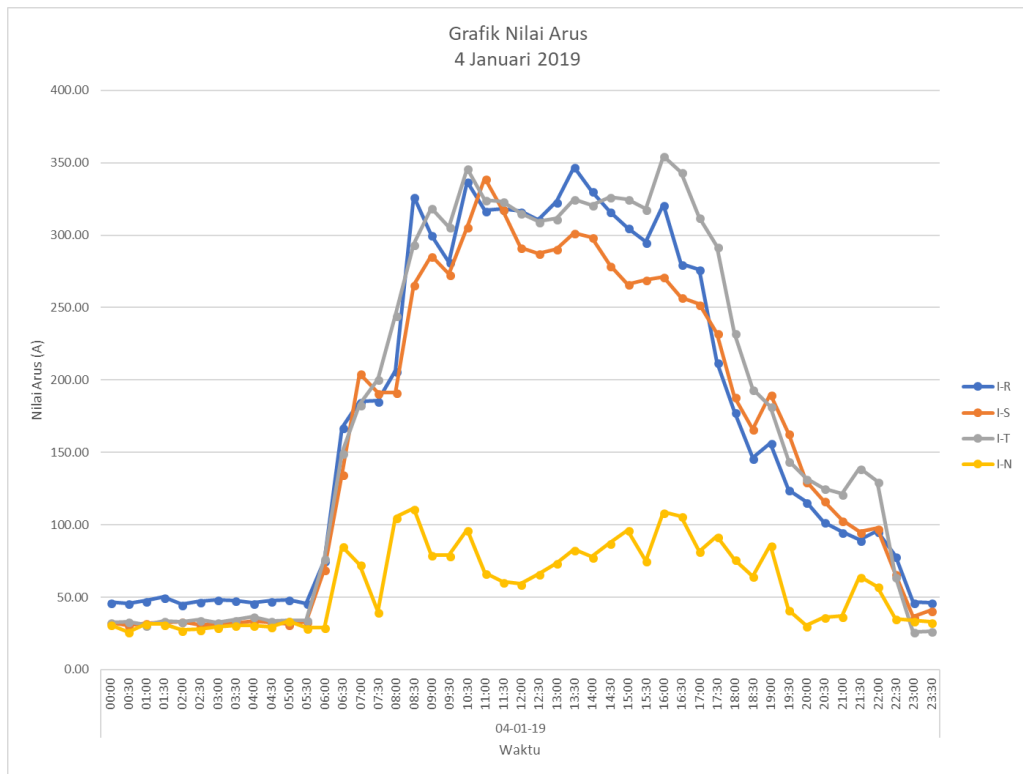
Gambar 4.9 Grafik Nilai Arus 2 Januari 2019

Pada hasil pengukuran arus pada tanggal 2 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.9 didapatkan hasil nilai arus yang yang tidak seimbang antar fase. Idealnya, nilai arus listrik 3 fase sama besarnya. Arus fase R-S-T yang tidak sama akan memunculkan arus netral.



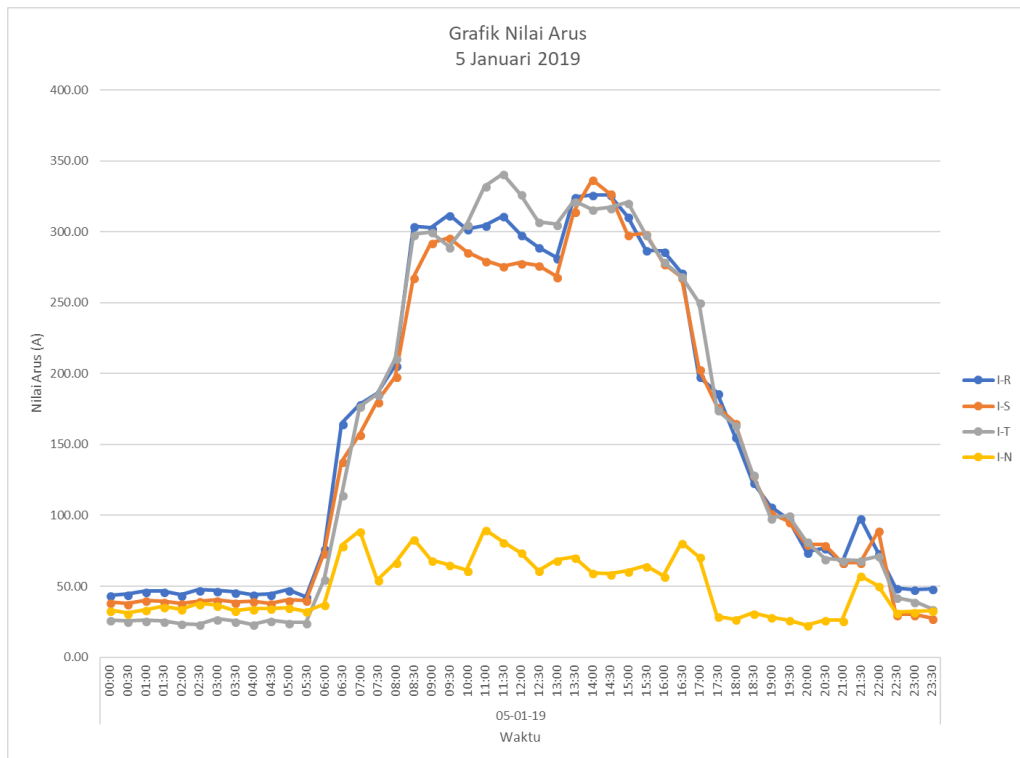
Gambar 4.10 Grafik Nilai Arus 3 Januari 2019

Pada hasil pengukuran arus pada tanggal 3 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.10 didapatkan hasil nilai arus yang yang tidak seimbang antar fase. Idealnya, nilai arus listrik 3 fase sama besarnya. Arus fase R-S-T yang tidak sama akan memunculkan arus netral.



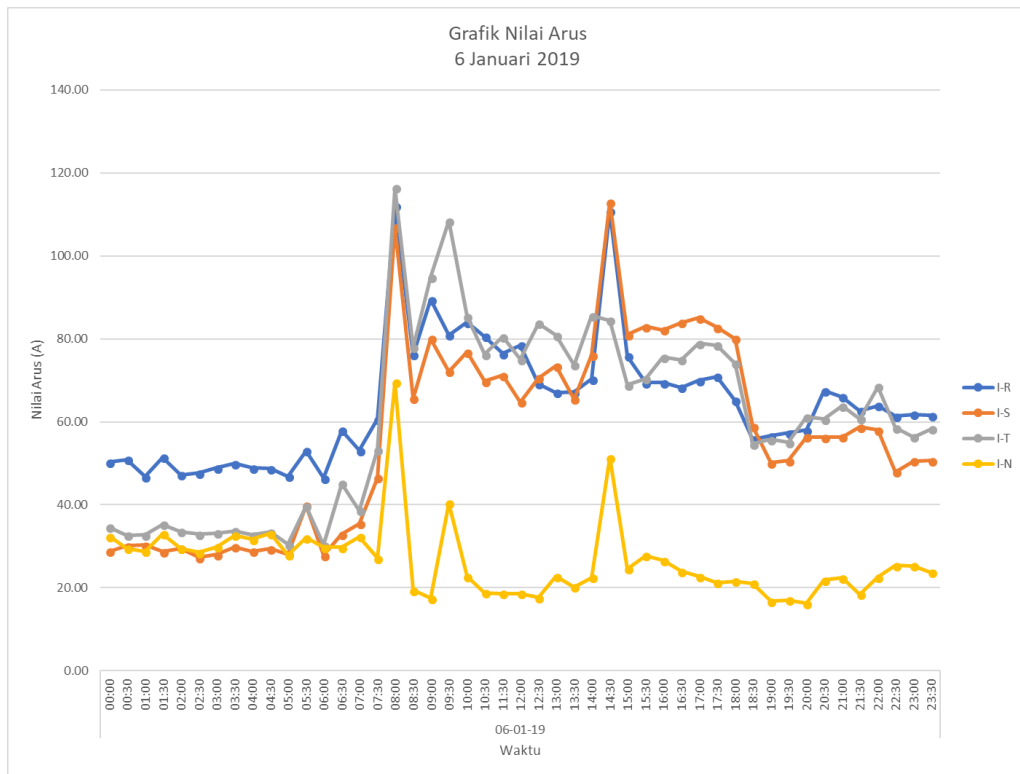
Gambar 4.11 Grafik Nilai Arus 4 Januari 2019

Pada hasil pengukuran arus pada tanggal 4 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.11 didapatkan hasil nilai arus yang yang tidak seimbang antar fase. Idealnya, nilai arus listrik 3 fase sama besarnya. Arus fase R-S-T yang tidak sama akan memunculkan arus netral.



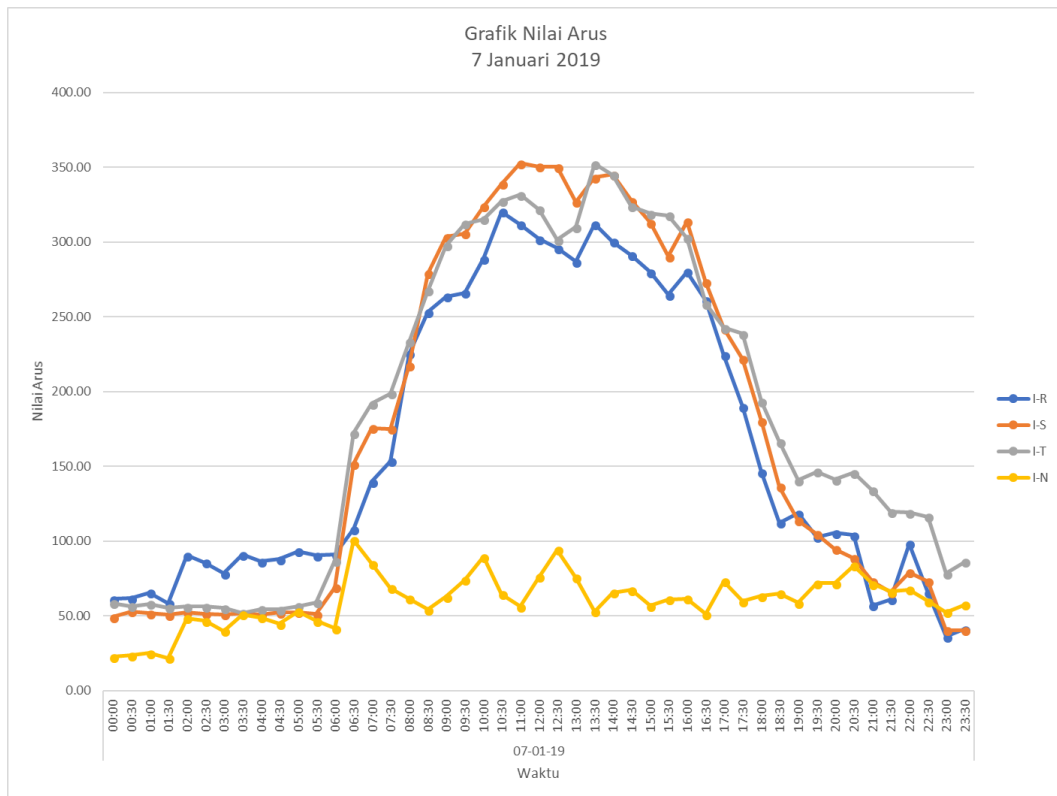
Gambar 4.12 Grafik Nilai Arus 5 Januari 2019

Pada hasil pengukuran arus pada tanggal 5 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.12 didapatkan hasil nilai arus yang yang tidak seimbang antar fase. Idealnya, nilai arus listrik 3 fase sama besarnya. Arus fase R-S-T yang tidak sama akan memunculkan arus netral.



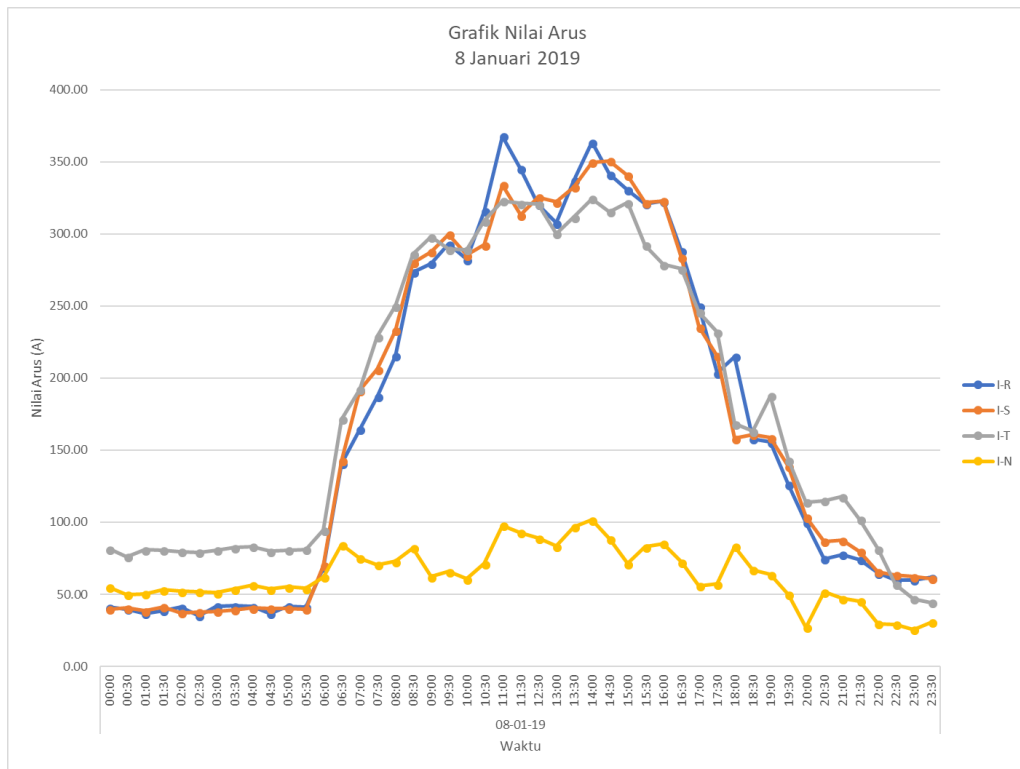
Gambar 4.13 Grafik Nilai Arus 6 Januari 2019

Pada hasil pengukuran arus pada tanggal 6 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.13 didapatkan hasil nilai arus yang yang tidak seimbang antar fase. Idealnya, nilai arus listrik 3 fase sama besarnya. Arus fase R-S-T yang tidak sama akan memunculkan arus netral.



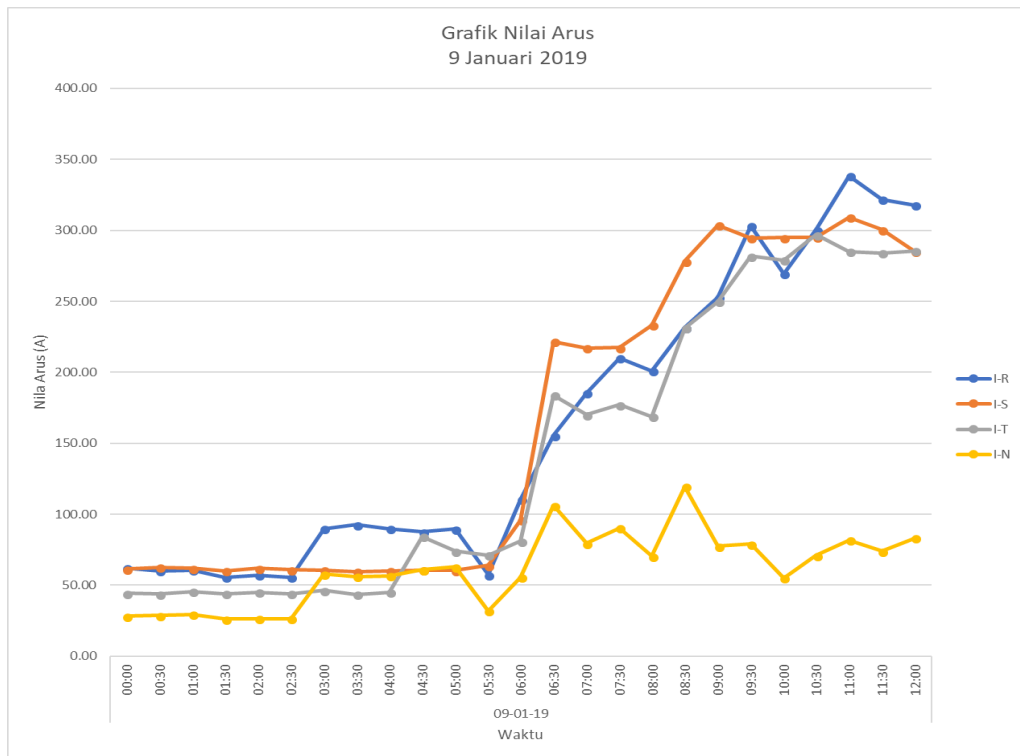
Gambar 4.14 Grafik Nilai Arus 7 Januari 2019

Pada hasil pengukuran arus pada tanggal 7 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.14 didapatkan hasil nilai arus yang yang tidak seimbang antar fase. Idealnya, nilai arus listrik 3 fase sama besarnya. Arus fase R-S-T yang tidak sama akan memunculkan arus netral.



Gambar 4.15 Grafik Nilai Arus 8 Januari 2019

Pada hasil pengukuran arus pada tanggal 8 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.15 didapatkan hasil nilai arus yang yang tidak seimbang antar fase. Idealnya, nilai arus listrik 3 fase sama besarnya. Arus fase R-S-T yang tidak sama akan memunculkan arus netral.



Gambar 4.16 Grafik Nilai Arus 9 Januari 2019

Pada hasil pengukuran arus pada tanggal 9 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.16 didapatkan hasil nilai arus yang yang tidak seimbang antar fase. Idealnya, nilai arus listrik 3 fase sama besarnya. Arus fase R-S-T yang tidak sama akan memunculkan arus netral.

Kondisi ideal arus yang mengalir $I_R = I_S = I_T$ maksudnya arus di fasa R, S, dan T bernilai sama. Sedangkan arus ideal netral sama dengan nol $I_N = 0$. Namun, pada kenyataannya hal itu sangat sulit terjadi karena berdasarkan hasil dari pengukuran yang dilakukan didapatkan perbedaan yang kemudian digambarkan dengan grafik. Arus netral cenderung mengikuti naik turunnya arus fasa.

Terjadinya perbedaan nilai arus yang mengalir disetiap fasa R, S dan T karena penyaluran arus dari fasa R, S, dan T ke beban yang tidak seimbang dan penggunaan beban yang setiap hari berbeda. Maka dari itu, nilai arus fasa ada yang lebih tinggi dari fasa lain dan ada yang lebih rendah dari fasa lain atau biasa disebut ketidakseimbangan beban.

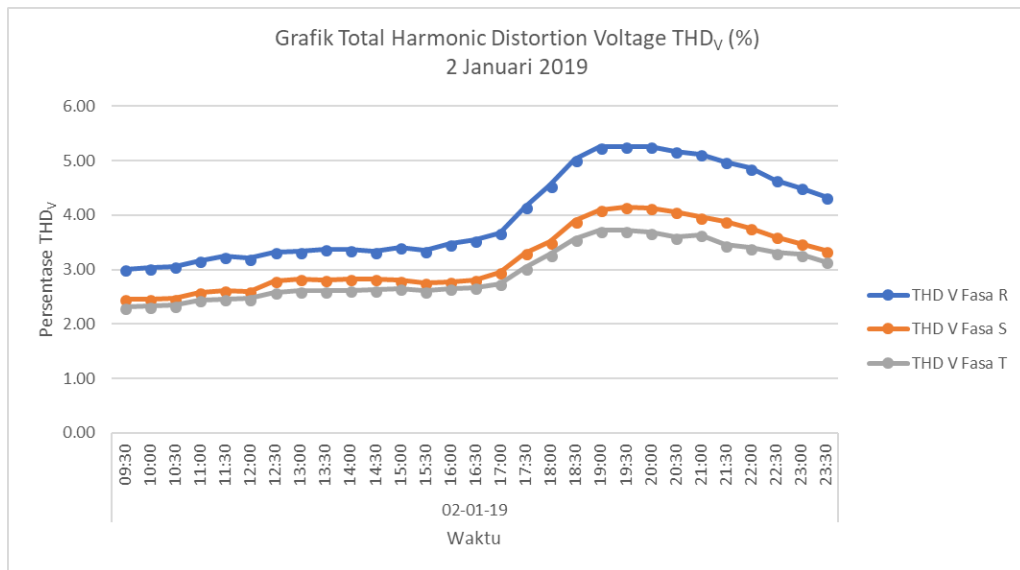
4.3 Nilai Pengukuran *Total Harmonic Distortion Voltage* (THD_v)

Pengukuran nilai tegangan pada Gedung B Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta dilakukan pada hari Rabu tanggal 2 Januari 2019 pukul 09.30 WIB sampai hari Rabu tanggal 9 Januari 2019 pukul 12.00 WIB. Pengambilan data menggunakan *Power Quality and Analize METREL MI 2892* yang alatnya diatur setiap 30 menit sekali melakukan perekaman nilai *Total Harmonic Distortion Voltage* (THD_v). Hasil pengukuran yang telah didapatkan kemudian dibuat tabel 4.3 dimana memuat nilai minimum, maksimum dan rata-rata selama seminggu, beserta grafik disetiap tanggal pengukuran.

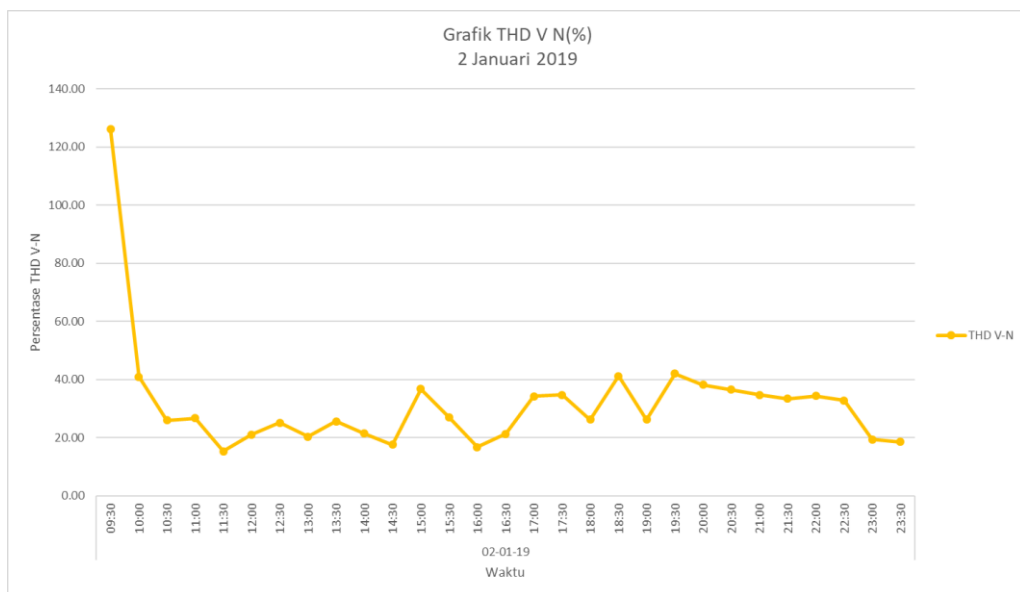
Tabel 4.3 Rekap Data THD_v Selama Seminggu

	THD V _R (%)	THD V _S (%)	THD V _T (%)	THD V _N (%)
Minimum	2.77	2.19	2.05	15.24
Maksimum	5.35	4.16	4.38	126.23
Rata-rata	3.78	3.04	2.86	24.19

Pada tabel 4.3 menjelaskan hasil pengukuran nilai *Total Harmonic Distortion Voltage* (THD_v) selama seminggu dan didapatkan nilai minimum pada THD_v fase R = 2.77% , THD_v fase S = 2.19% , THD_v fase T = 2.05% , THD_v N = 15.24%. Nilai THD_v maksimum pada THD_v fase R = 5.35% , THD_v fase S = 4.16% , THD_v fase T = 4.38% , THD_v N = 126.23%. Nilai rata-rata THD_v selama seminggu berdasarkan hasil pengukuran pada THD_v fase R = 3.78% , THD_v fase S = 3.04% , THD_v fase T = 2.86% , THD_v N = 24.19%.

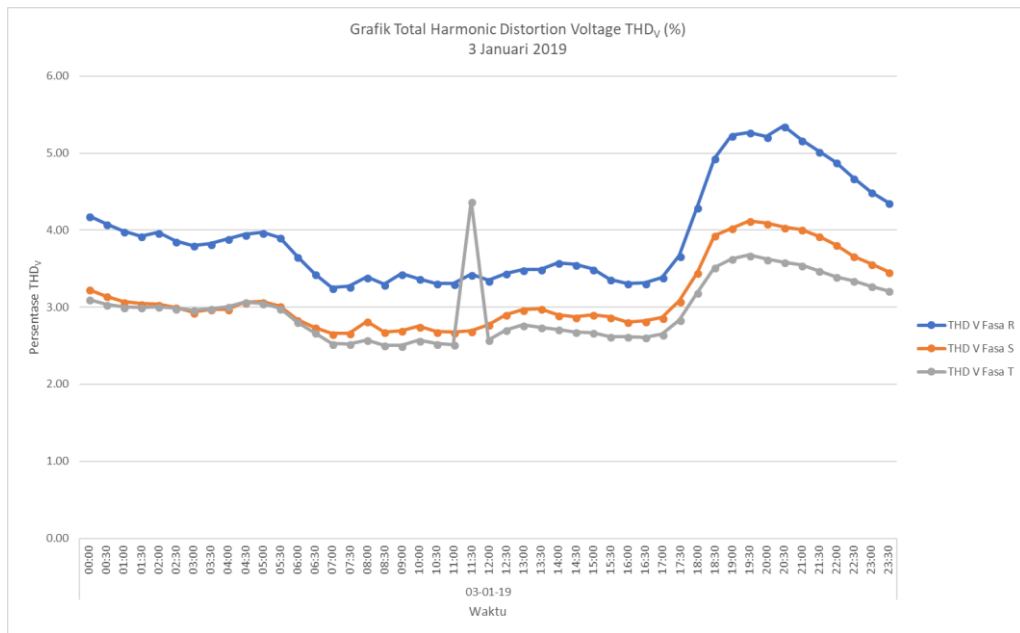


Gambar 4.17 Grafik Nilai THD_v 2 Januari 2019

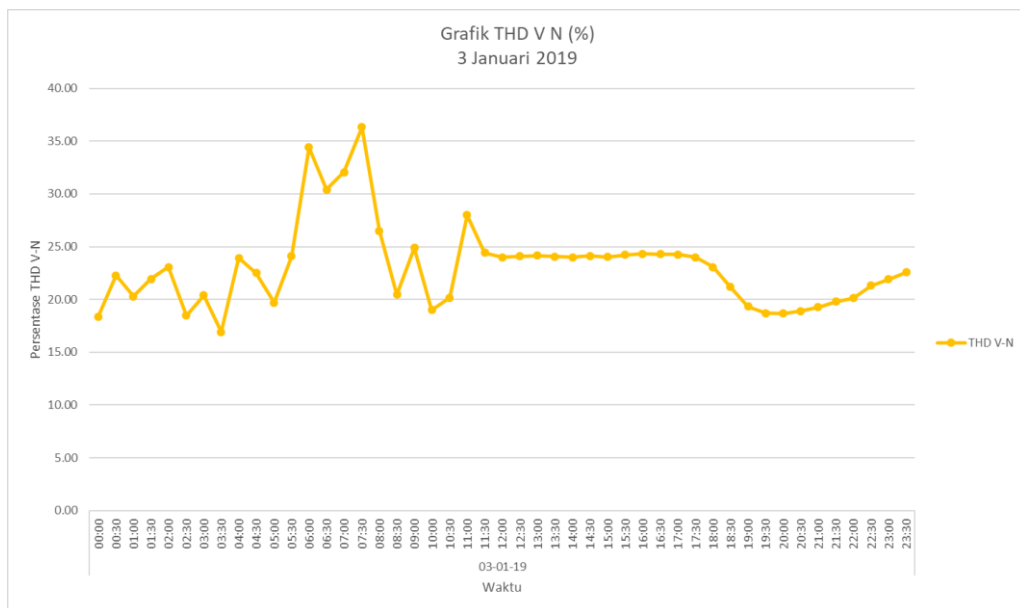


Gambar 4.18 Grafik Nilai THD_v N 2 Januari 2019

Pada hasil pengukuran THD_v pada tanggal 2 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.17 untuk fasa R didapatkan THD_v yang melebihi batas sebesar 5.02% - 5.26% terjadi pada pukul 18.30 – 21.00 WIB. Hasil THD_v netral seperti gambar 4.18 menunjukkan nilai THD_v yang sangat tinggi melebihi batas yang ditentukan yaitu 5%.

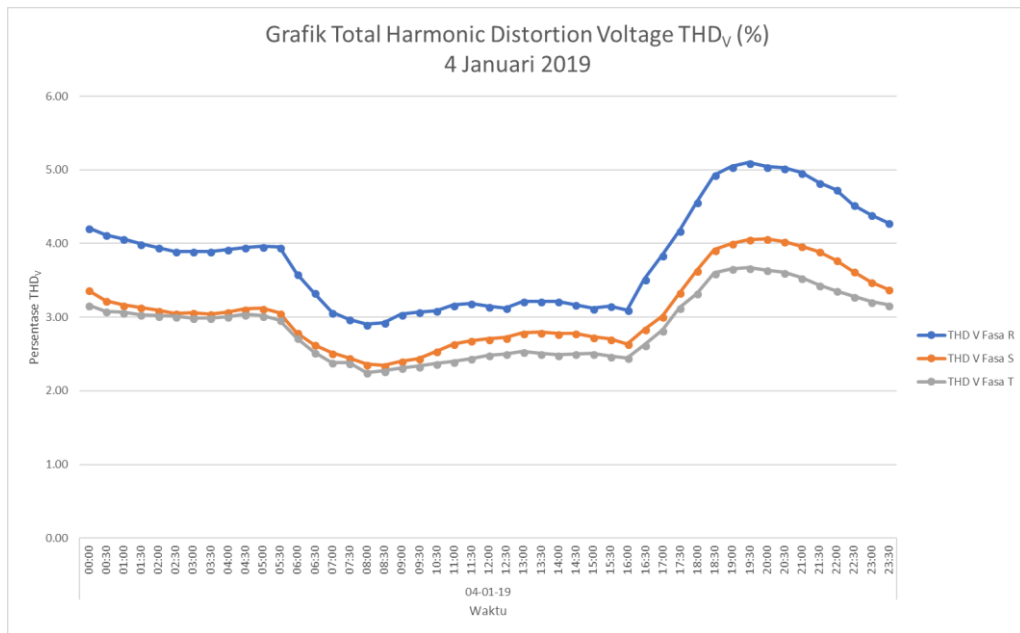


Gambar 4.19 Grafik Nilai THD_v 3 Januari 2019

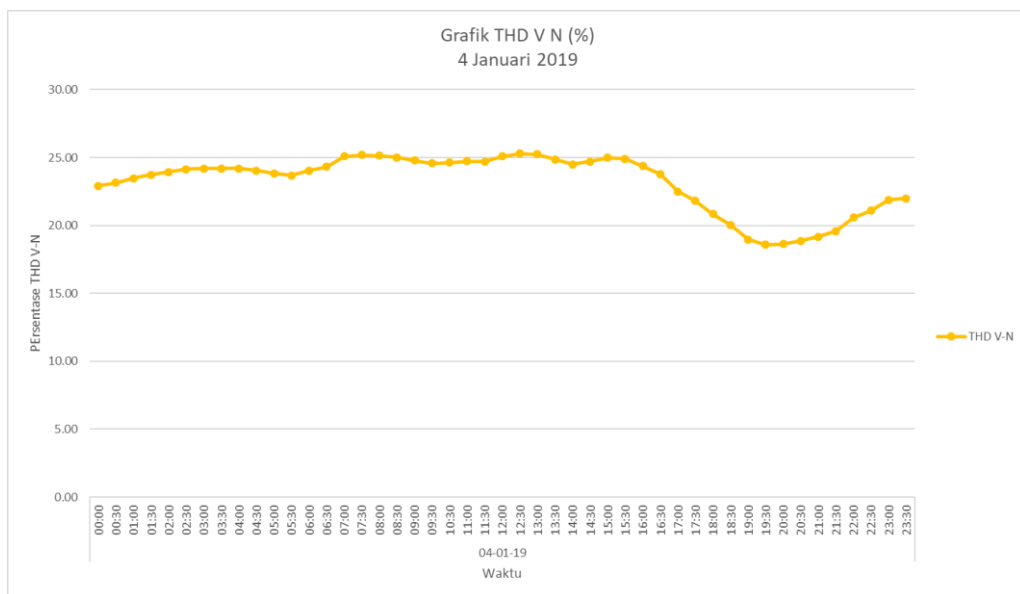


Gambar 4.20 Grafik Nilai THD_v N 3 Januari 2019

Pada hasil pengukuran THD_v pada tanggal 3 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.19 untuk fasa R didapatkan THD_v yang melebihi batas sebesar 5.02% - 5.26% terjadi pada pukul 19.00 – 21.30 WIB. Hasil THD_v netral seperti gambar 4.20 menunjukkan nilai THD_v yang sangat tinggi melebihi batas yang ditentukan yaitu 5%.

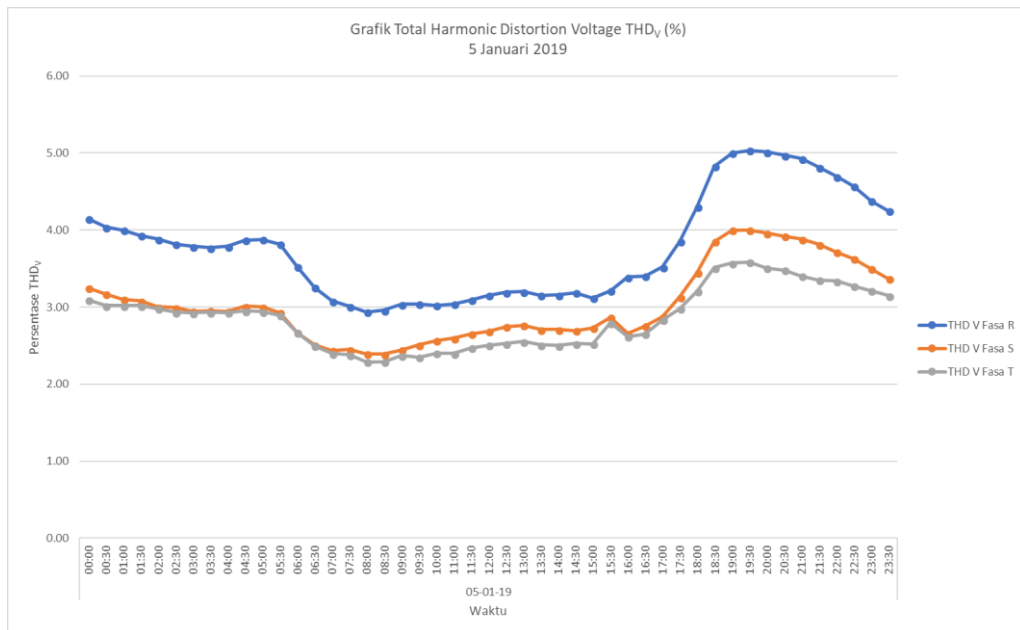


Gambar 4.21 Grafik Nilai THD_v 4 Januari 2019

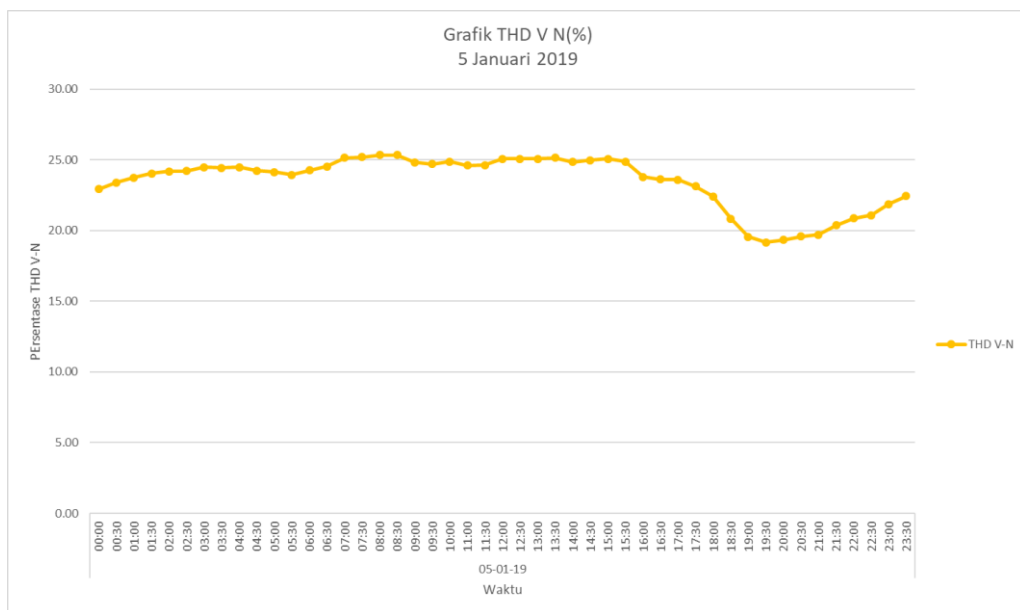


Gambar 4.22 Grafik Nilai THD_v N 4 Januari 2019

Pada hasil pengukuran THD_v pada tanggal 4 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.21 untuk fasa R didapatkan THD_v yang melebihi batas sebesar 5.04% - 5.05% terjadi pada pukul 19.00 – 20.30 WIB. Hasil THD_v netral seperti gambar 4.22 menunjukkan nilai THD_v yang sangat tinggi melebihi batas yang ditentukan yaitu 5%.

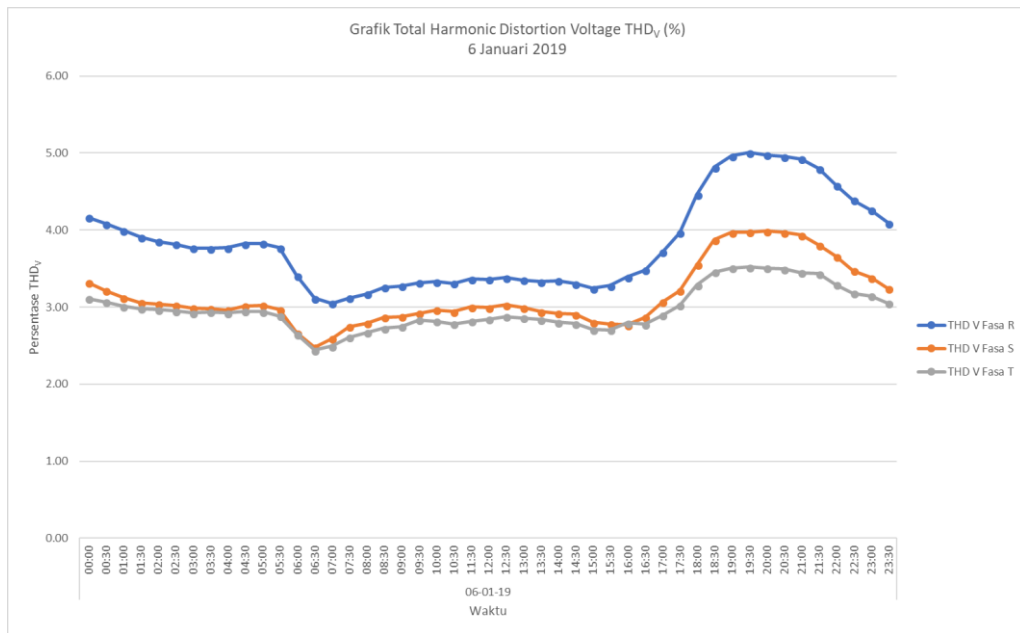


Gambar 4.23 Grafik Nilai THD_v 5 Januari 2019

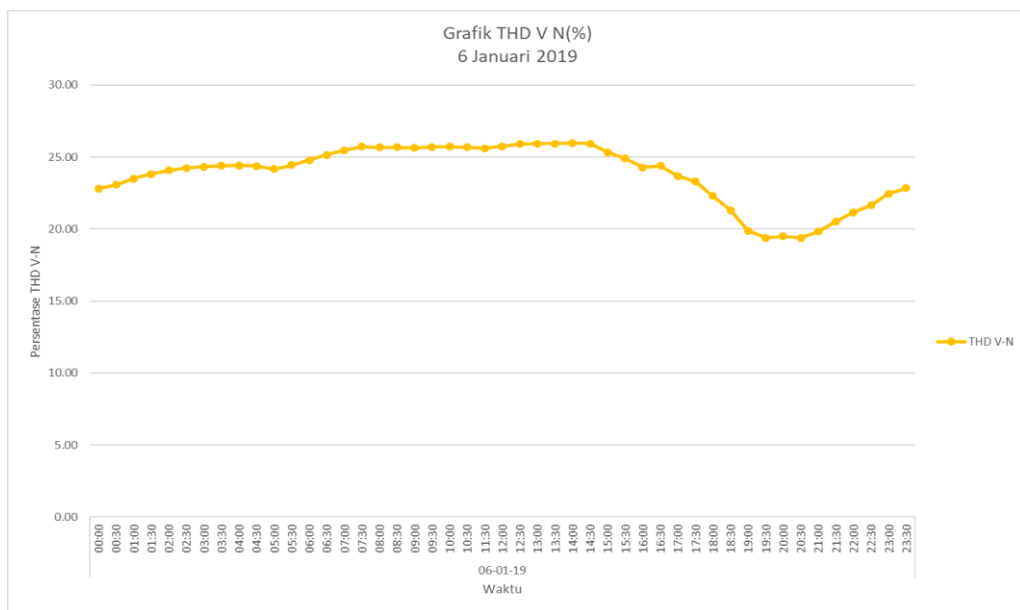


Gambar 4.24 Grafik Nilai THD_v N 5 Januari 2019

Pada hasil pengukuran THD_v pada tanggal 5 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.23 untuk fasa R didapatkan THD_v yang melebihi batas sebesar 5.02% - 5.04% terjadi pada pukul 19.30 – 20.00 WIB. Hasil THD_v netral seperti gambar 4.24 menunjukkan nilai THD_v yang sangat tinggi melebihi batas yang ditentukan yaitu 5%.

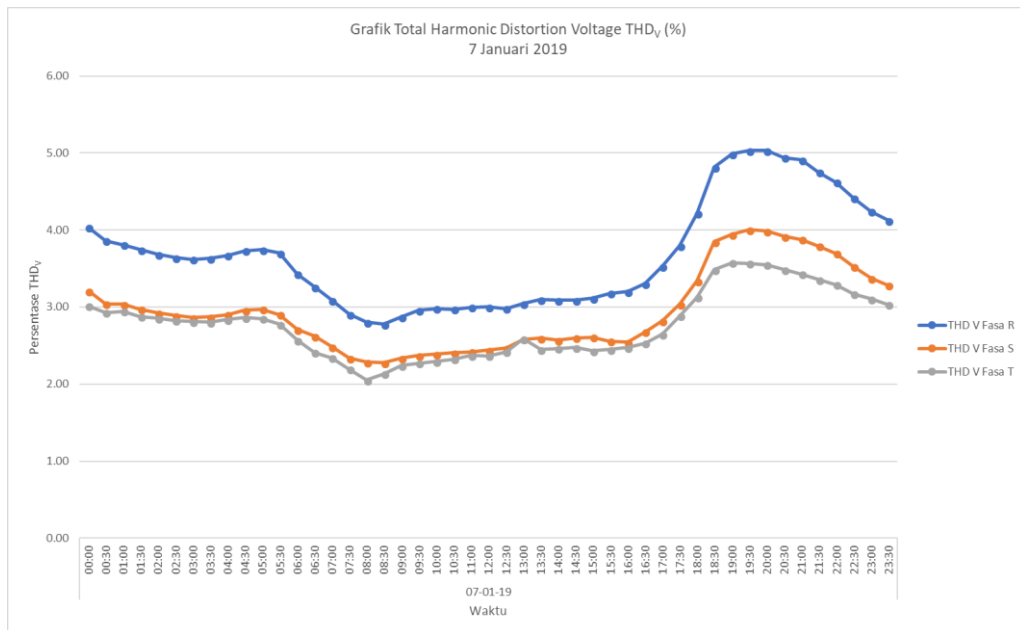


Gambar 4.25 Grafik Nilai THD_v 6 Januari 2019

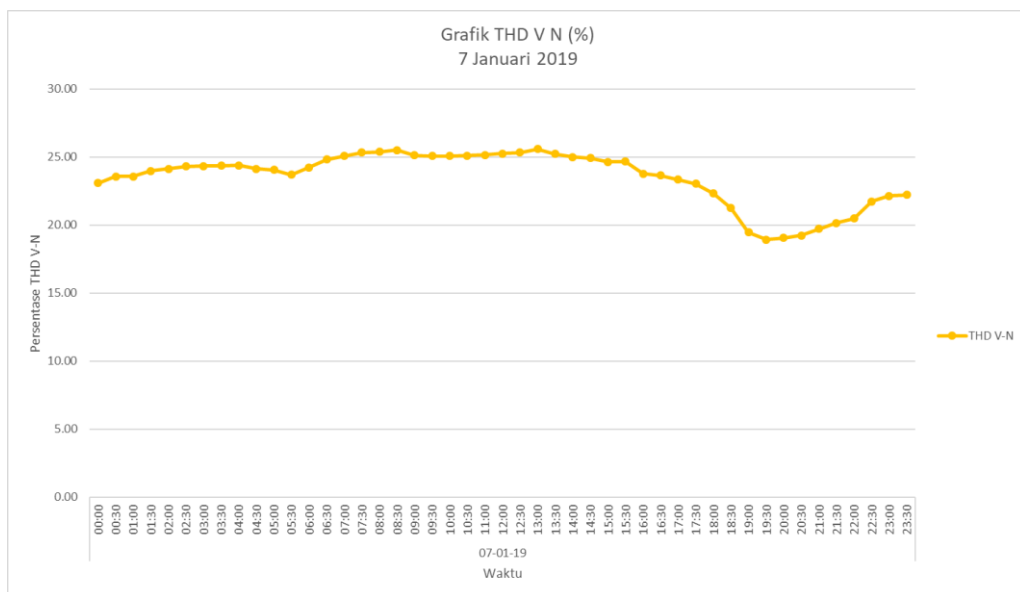


Gambar 4.26 Grafik Nilai THD_v N 6 Januari 2019

Pada hasil pengukuran THD_v pada tanggal 6 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.25 untuk fasa R didapatkan THD_v yang melebihi batas sebesar 5.01% terjadi pada pukul 19.30 WIB. Hasil THD_v netral seperti gambar 4.26 menunjukkan nilai THD_v yang sangat tinggi melebihi batas yang ditentukan yaitu 5%.

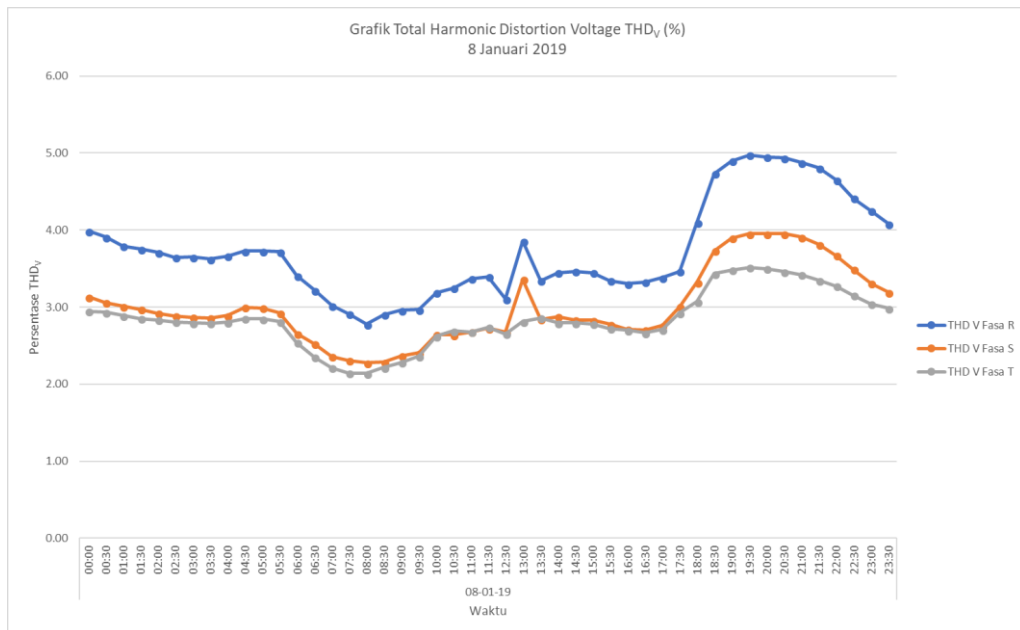


Gambar 4.27 Grafik Nilai THD_v 7 Januari 2019

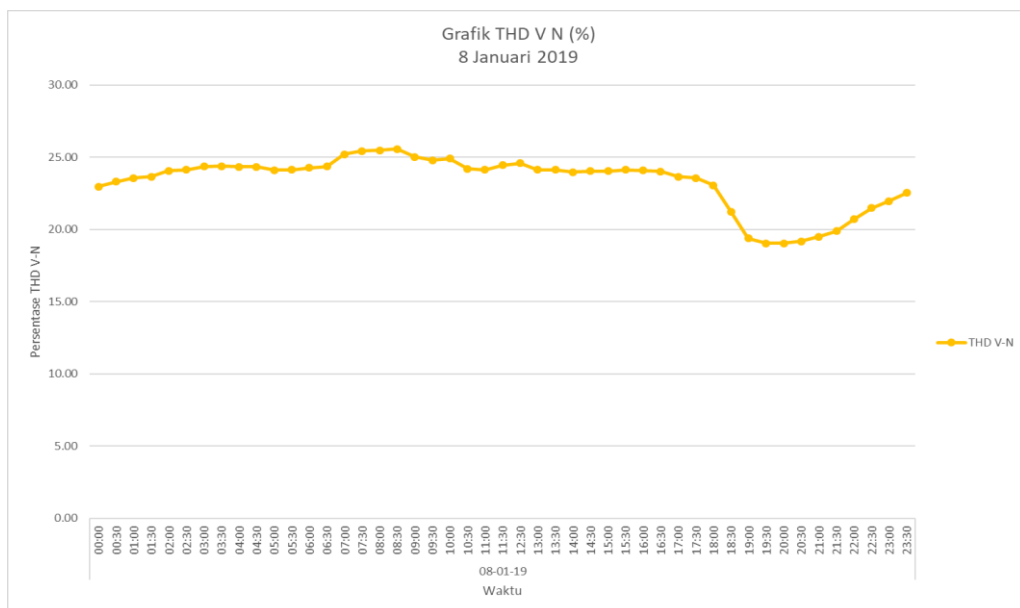


Gambar 4.28 Grafik Nilai THD_v N 7 Januari 2019

Pada hasil pengukuran THD_v pada tanggal 7 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.27 untuk fasa R didapatkan THD_v yang melebihi batas sebesar 5.03% terjadi pada pukul 19.30 – 20.00 WIB. Hasil THD_v netral seperti gambar 4.28 menunjukkan nilai THD_v yang sangat tinggi melebihi batas yang ditentukan yaitu 5%.

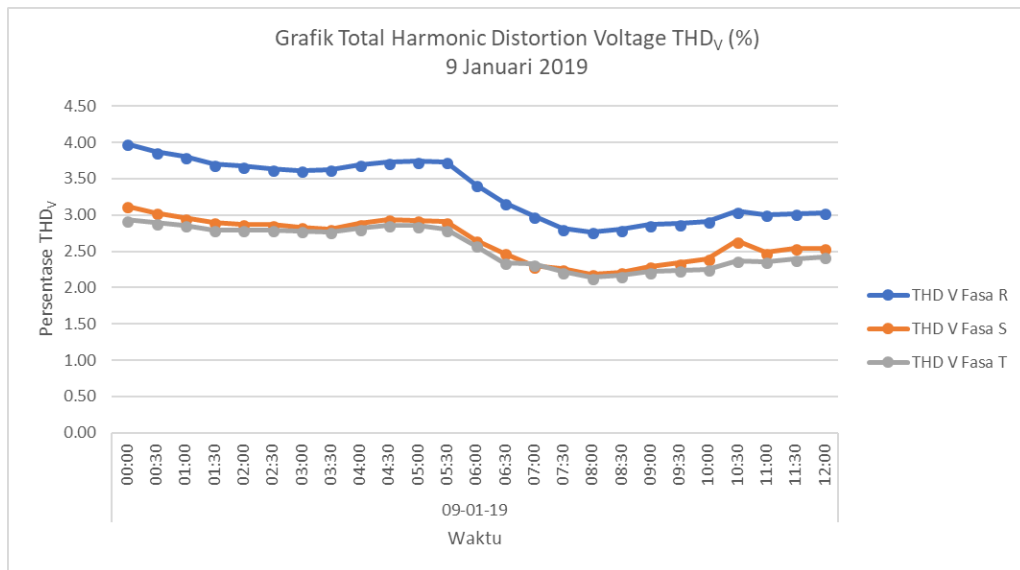


Gambar 4.29 Grafik Nilai THD_v 8 Januari 2019

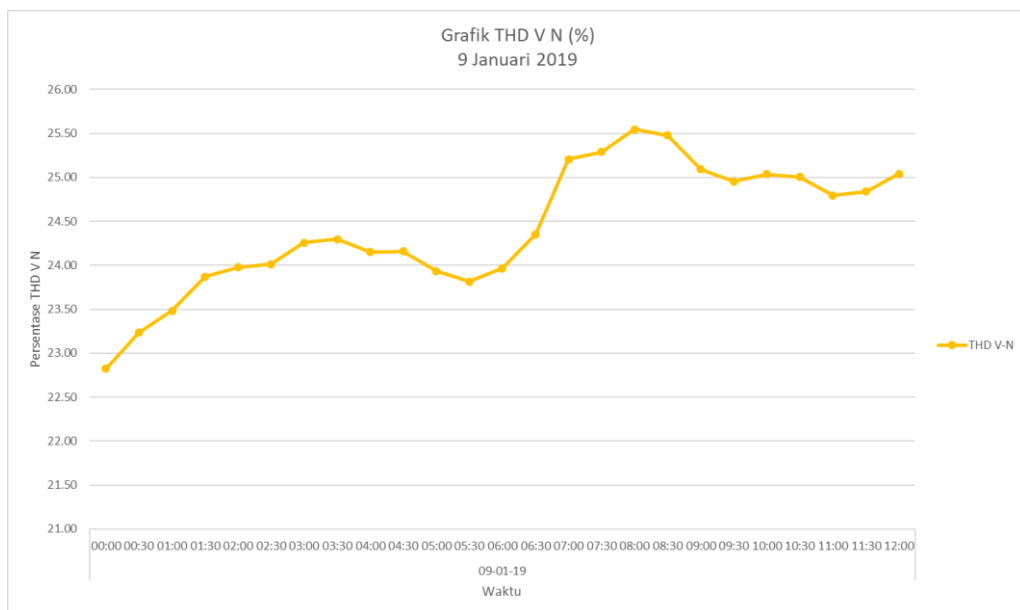


Gambar 4.30 Grafik Nilai THD_v N 8 Januari 2019

Pada hasil pengukuran THD_v pada tanggal 8 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.29 untuk fasa R, S dan T yang didapatkan nilai THD_v tidak ada yang melebihi batas standar. Hasil THD_v netral seperti gambar 4.30 menunjukkan nilai THD_v yang sangat tinggi melebihi batas yang ditentukan yaitu 5%.



Gambar 4.31 Grafik Nilai THD_v 9 Januari 2019



Gambar 4.32 Grafik Nilai THD_v N 9 Januari 2019

Pada hasil pengukuran THD_v pada tanggal 9 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.30 untuk fasa R, S dan T yang didapatkan nilai THD_v tidak ada yang melebihi batas standar. Hasil THD_v netral seperti gambar 4.31 menunjukkan nilai THD_v yang sangat tinggi melebihi batas yang ditentukan yaitu 5%.

THD_v yang terukur pada SDP Gedung B Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta mempunyai nilai maksimum sebesar 5,35% pada Fasa R dan minimum sebesar 2,05% pada Fasa T. Standar untuk THD_v mengacu pada IEEE 519-1992 yang menyatakan bahwa untuk tegangan <69 KV standar harmonisa tegangannya maksimum sebesar 5%. Jadi, pada Fasa R yang memiliki THD_v sebesar 5,35% tidak sesuai dengan standar yang dikeluarkan oleh IEEE 519-1992. Hasil pengukuran THD_v selama seminggu menunjukkan bahwa rata-rata nilai THD_v pada saat penggunaan beban yaitu pada jam kerja pukul 06.30 – 17.30 WIB relatif lebih rendah dibandingkan saat bukan jam kerja.

Persentase THD V_N yang tinggi disebabkan oleh munculnya arus netral, dimana arus netral tersebut juga menyebabkan munculnya tegangan di netral. Adanya arus netral disebabkan oleh ketidakseimbangan beban. Hal ini ditandai dengan perbedaan nilai arus pada fasa R, S dan T serta beban *non linier* yang terpasang pada Gedung B Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta. Oleh karena itu, tegangan netral pun ikut terdistorsi harmonisa.

Terjadi anomali data dari hasil pengukuran THD_v netral. Terlihat pada data yang telah dilampirkan, nilai tegangan pada THD_v netral cenderung kecil, namun persentase harmonisa tegangan (THD_v) sangat besar. Anomali yang terjadi dimungkinkan disebabkan oleh tegangan netral yang terdistorsi oleh gelombang harmonisa, dimana gelombang harmonisa tegangan muncul karena adanya beban non linear.

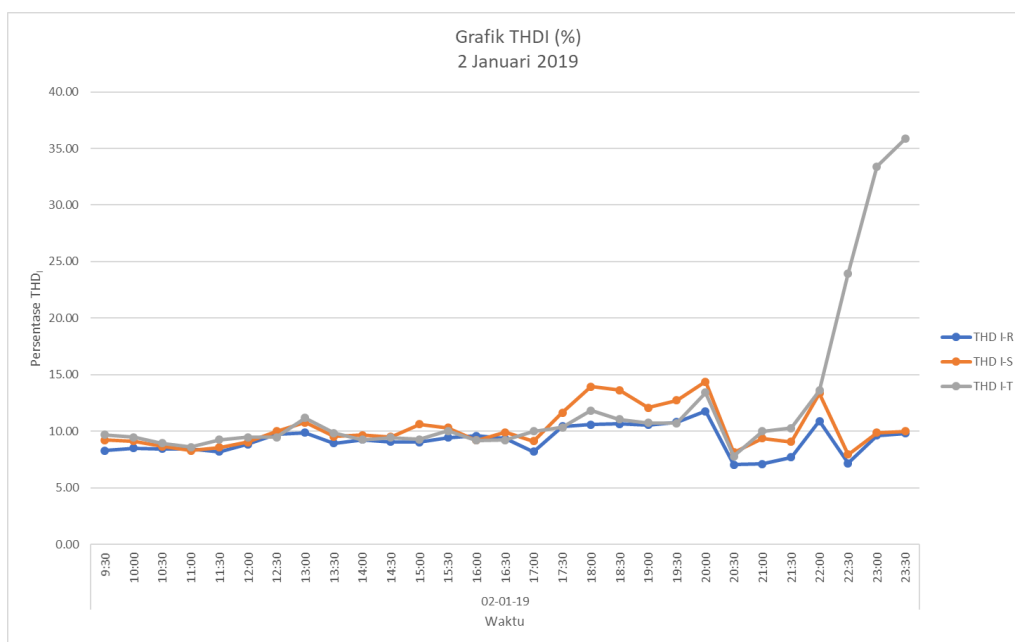
4.4 Nilai Pengukuran *Total Harmonic Distortion Current* (THD_I)

Pengukuran nilai tegangan pada Gedung B Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta dilakukan pada hari Rabu tanggal 2 Januari 2019 pukul 09.30 WIB sampai hari Rabu tanggal 9 Januari 2019 pukul 12.00 WIB. Pengambilan data menggunakan *Power Quality and Analyze METREL MI 2892* yang alatnya diatur setiap 30 menit sekali melakukan perekaman nilai *Total Harmonic Distortion Current* (THD_I). Hasil pengukuran yang telah didapatkan kemudian dibuat tabel 4.4 dimana memuat nilai minimum, maksimum dan rata-rata selama seminggu, beserta grafik disetiap tanggal pengukuran.

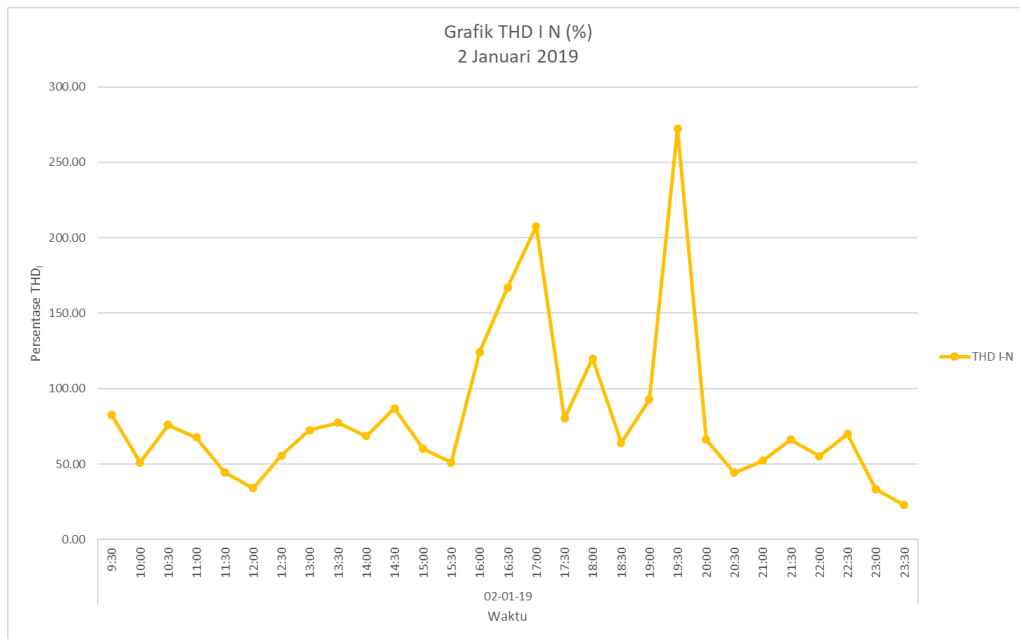
Tabel 4.4 Rekap Data THD_I Selama Seminggu

	THD I _R (%)	THD I _S (%)	THD I _T (%)	THD I _N (%)
Minimum	6.13	5.95	4.88	13.72
Maksimum	25.46	23.45	50.38	816.17
Rata-rata	10.09	10.19	10.58	84.73

Pada tabel 4.4 menjelaskan hasil pengukuran nilai *Total Harmonic Distortion Current* (THD_I) selama seminggu dan didapatkan nilai minimum pada THD_I fase R = 7.13% , THD_I fase S = 5.95% , THD_I fase T = 4.88% , THD_I N = 13.72%. Nilai THD_I maksimum pada THD_I fase R = 25.46% , THD_I fase S = 23.45% , THD_I fase T = 50.38% , THD_I N = 816.17%. Nilai rata-rata THD_I selama seminggu berdasarkan hasil pengukuran pada THD_I fase R = 10.09% , THD_I fase S = 10.19% , THD_I fase T = 10.58% , THD_I N = 84.73%.

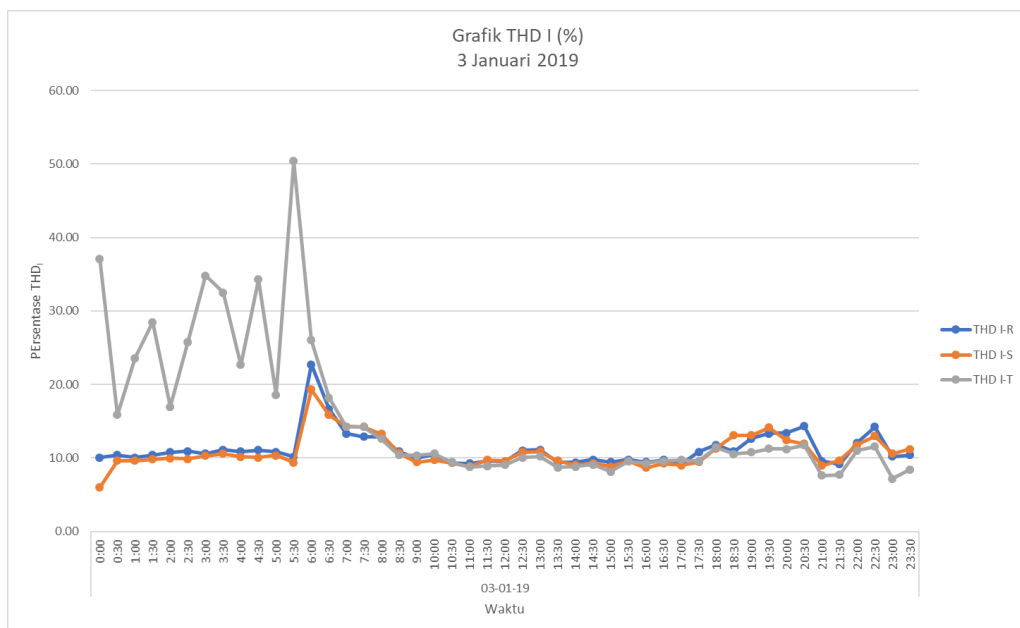


Gambar 4.33 Grafik Nilai THD_I 2 Januari 2019

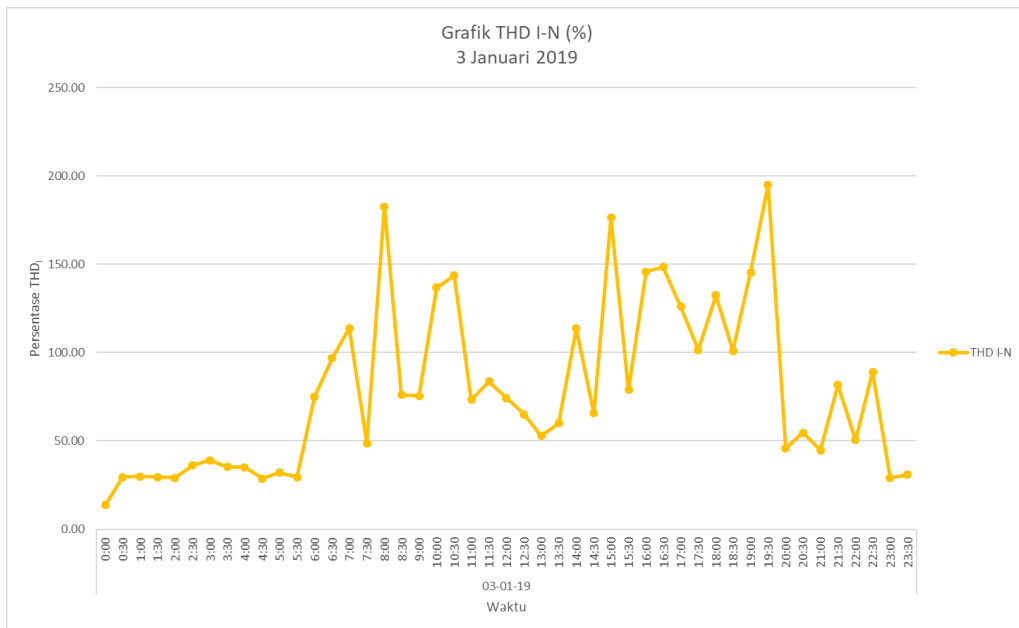


Gambar 4.34 Grafik Nilai THD_I N 2 Januari 2019

Pada hasil pengukuran THD_I pada tanggal 2 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.33. untuk fasa R, S dan T yang didapatkan melebihi batas standar 8%. Hasil THD_I netral seperti gambar 4.34 menunjukkan nilai THD_I yang sangat tinggi melebihi batas yang ditentukan yaitu 8%.

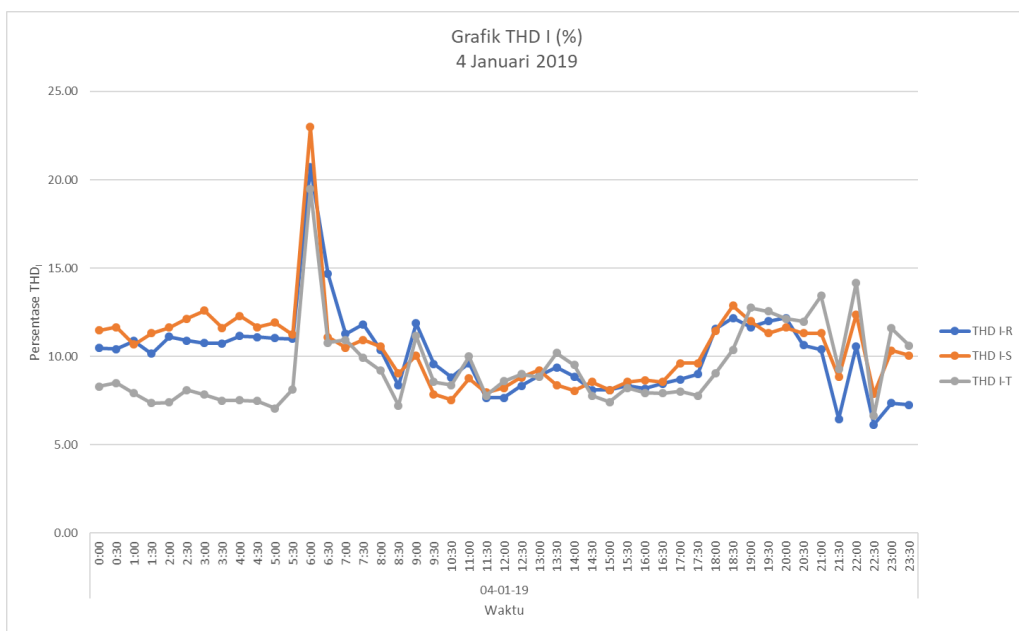


Gambar 4.35 Grafik Nilai THD_I 3 Januari 2019

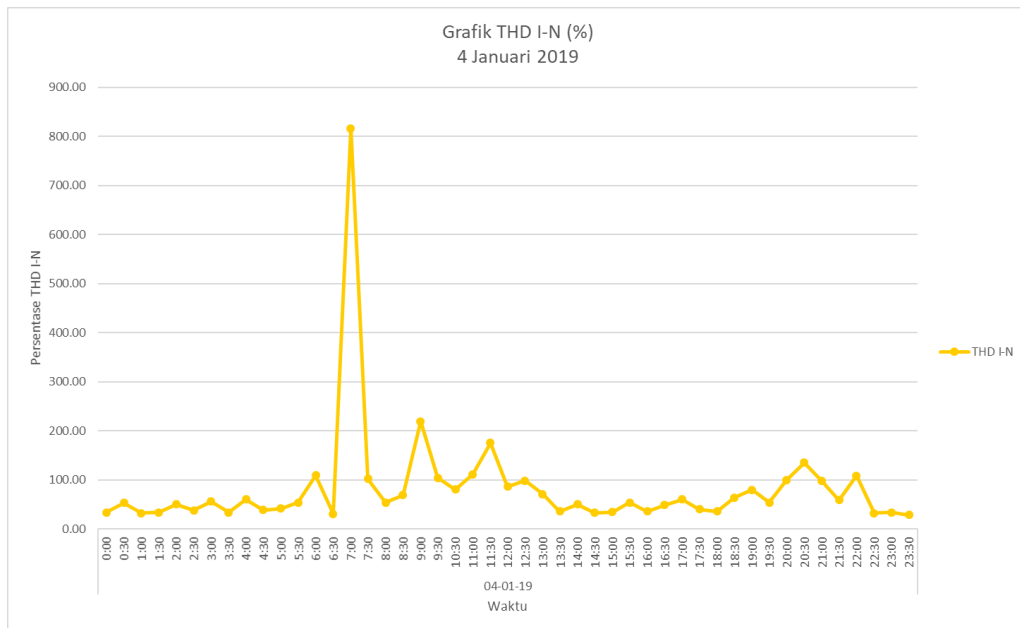


Gambar 4.36 Grafik Nilai THD_{I-N} 3 Januari 2019

Pada hasil pengukuran THD_I pada tanggal 3 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.35. untuk fasa R, S dan T yang didapatkan melebihi batas standar 8%. Hasil THD_I netral seperti gambar 4.36 menunjukkan nilai THD_I yang sangat tinggi melebihi batas yang ditentukan yaitu 8%.

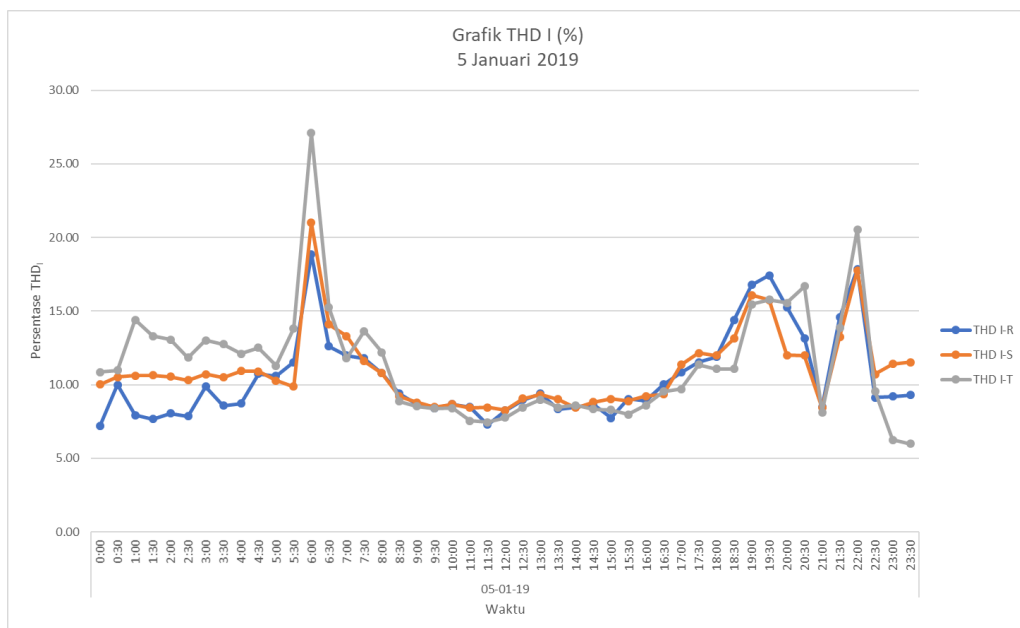


Gambar 4.37 Grafik Nilai THD_I 4 Januari 2019

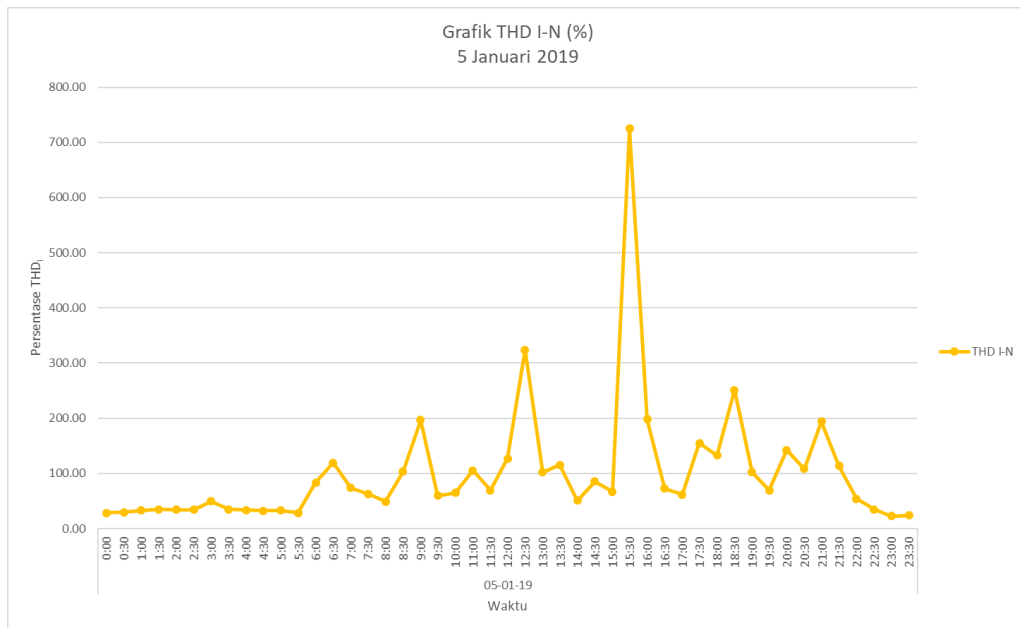


Gambar 4.38 Grafik Nilai THD_{I-N} 4 Januari 2019

Pada hasil pengukuran THD_I pada tanggal 4 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.37. untuk fasa R, S dan T yang didapatkan melebihi batas standar 8%. Hasil THD_I netral seperti gambar 4.38 menunjukkan nilai THD_I yang sangat tinggi melebihi batas yang ditentukan yaitu 8%.

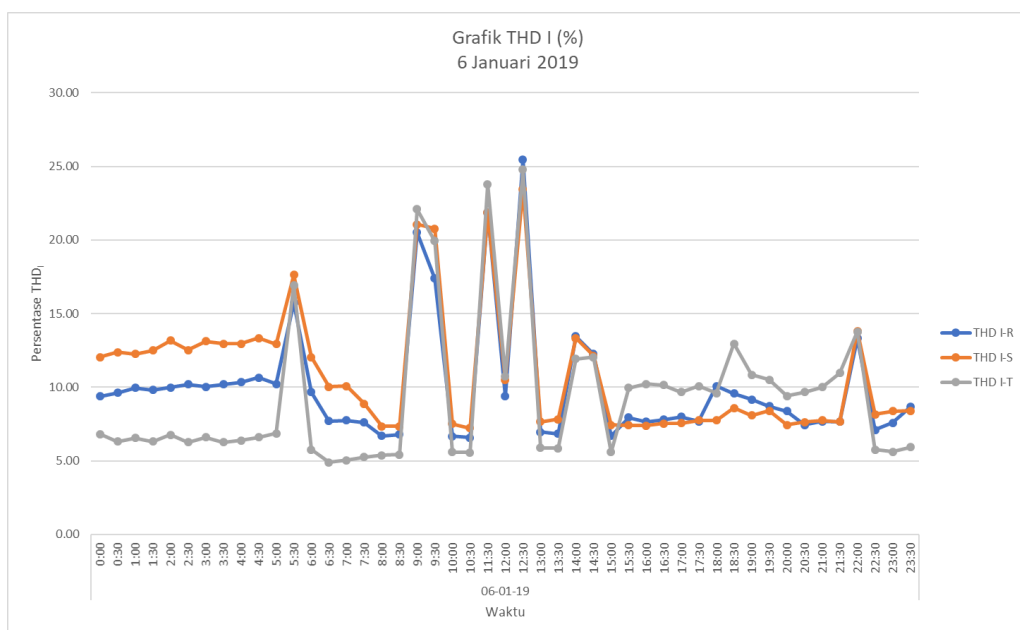


Gambar 4.39 Grafik Nilai THD_I 5 Januari 2019

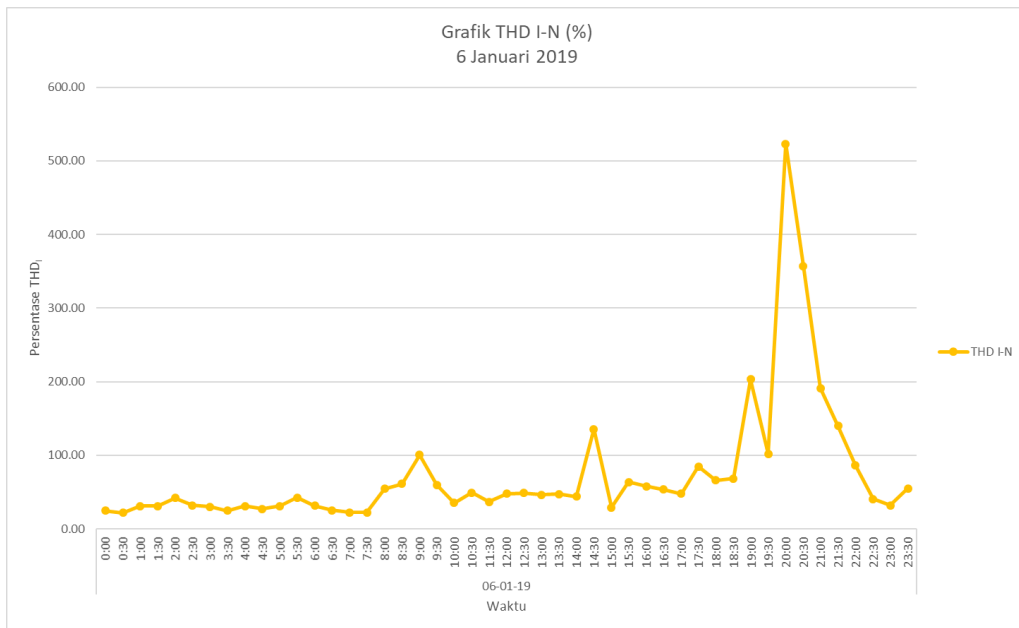


Gambar 4.40 Grafik Nilai THD_{I-N} 5 Januari 2019

Pada hasil pengukuran THD_I pada tanggal 5 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.39. untuk fasa R, S dan T yang didapatkan melebihi batas standar 8%. Hasil THD_I netral seperti gambar 4.40 menunjukkan nilai THD_I yang sangat tinggi melebihi batas yang ditentukan yaitu 8%.

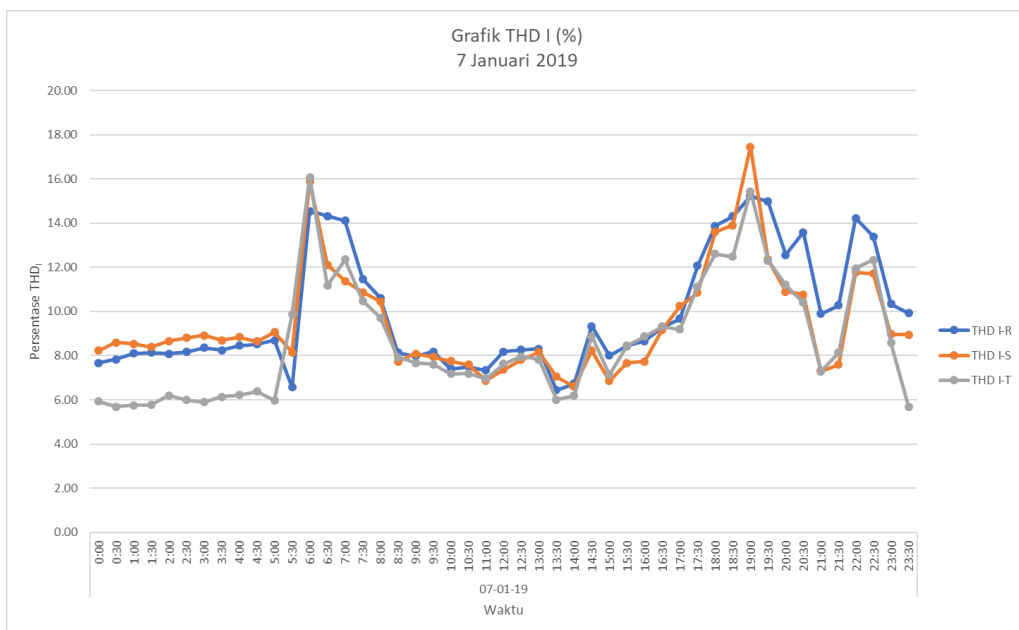


Gambar 4.41 Grafik Nilai THD_I 6 Januari 2019

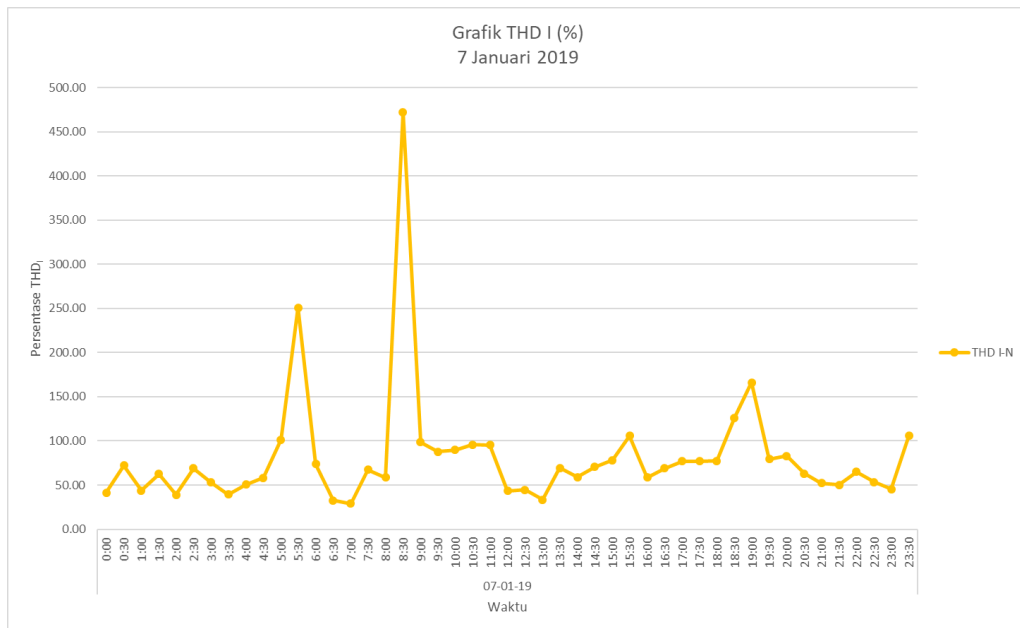


Gambar 4.42 Grafik Nilai THD_{I-N} 6 Januari 2019

Pada hasil pengukuran THD_I pada tanggal 6 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.41. untuk fasa R, S dan T yang didapatkan melebihi batas standar 8%. Hasil THD_I netral seperti gambar 4.42 menunjukkan nilai THD_I yang sangat tinggi melebihi batas yang ditentukan yaitu 8%.

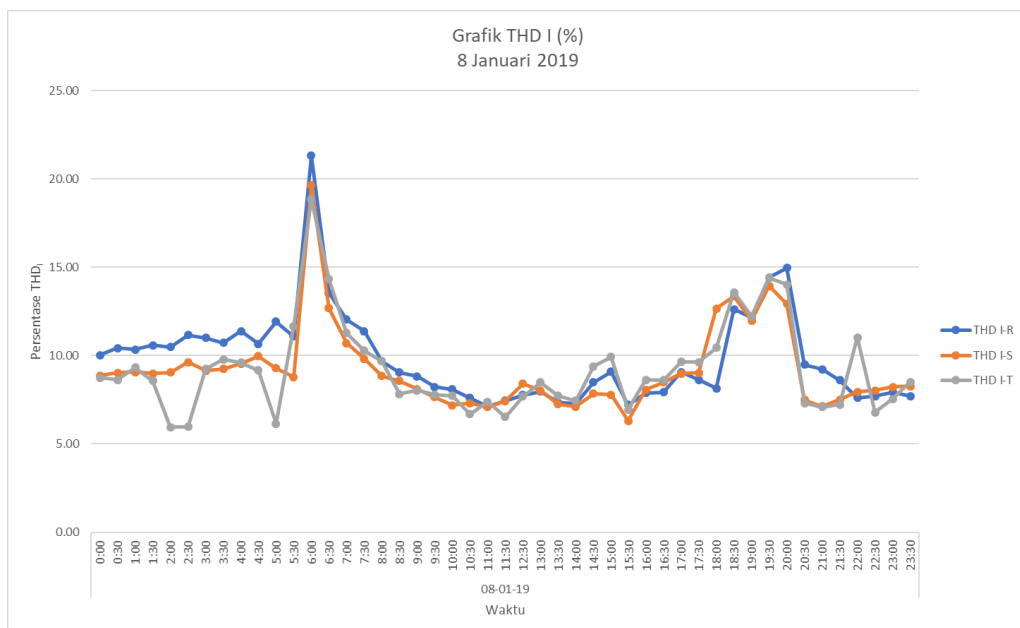


Gambar 4.43 Grafik Nilai THD_I 7 Januari 2019

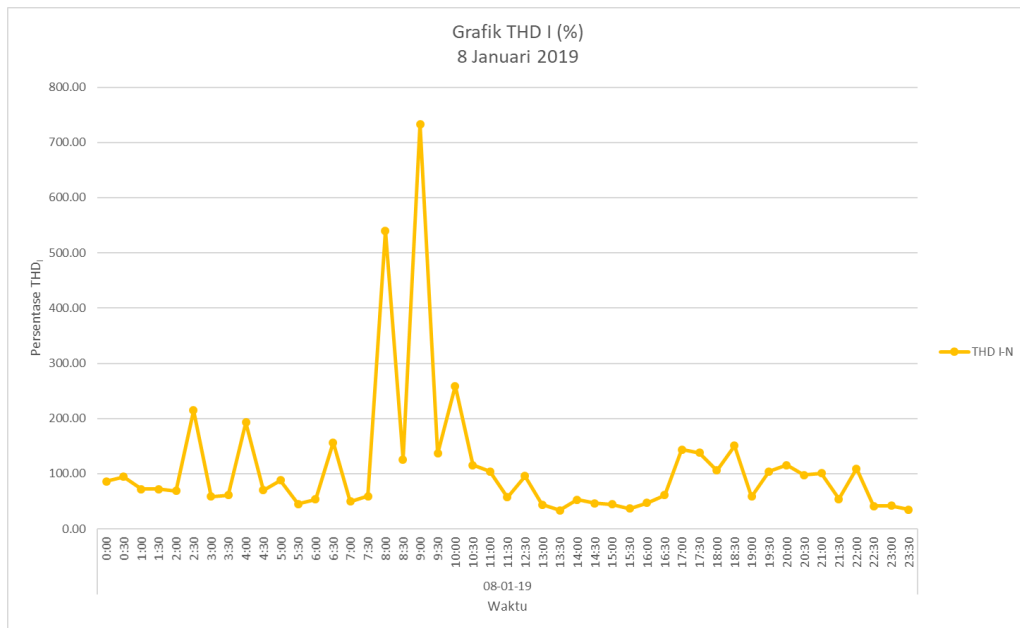


Gambar 4.44 Grafik Nilai THD_I N 7 Januari 2019

Pada hasil pengukuran THD_I pada tanggal 7 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.43. untuk fasa R, S dan T yang didapatkan melebihi batas standar 8%. Hasil THD_I netral seperti gambar 4.44 menunjukkan nilai THD_I yang sangat tinggi melebihi batas yang ditentukan yaitu 8%.

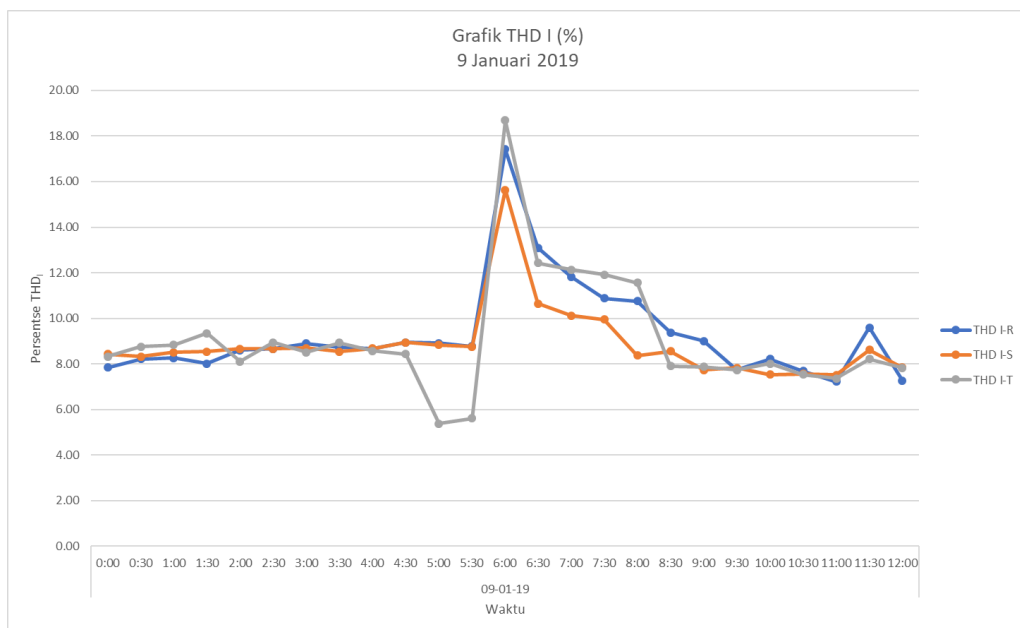


Gambar 4.45 Grafik Nilai THD_I 8 Januari 2019

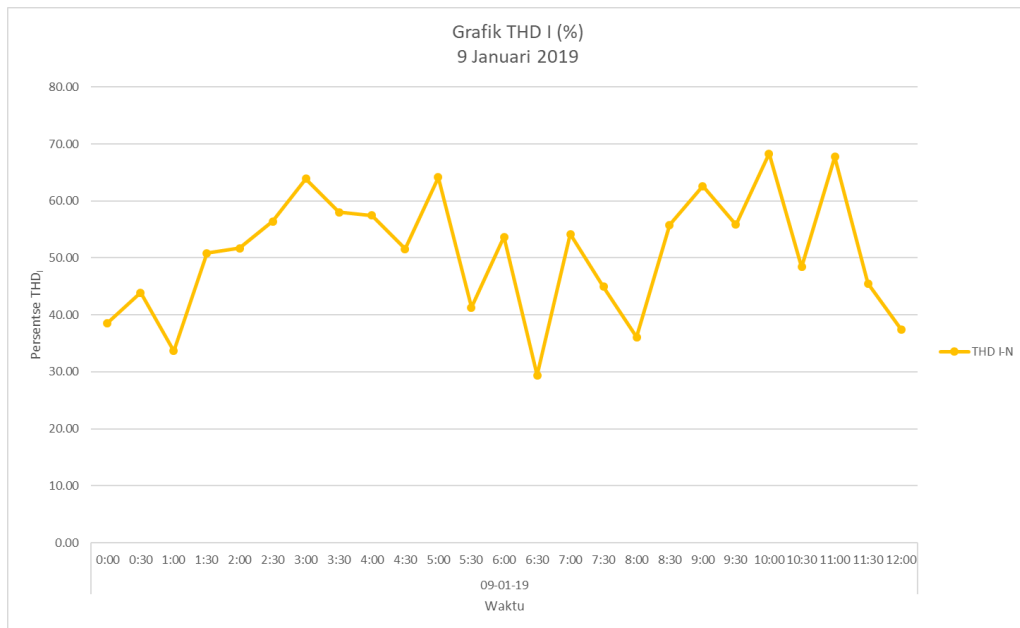


Gambar 4.46 Grafik Nilai THD_I N 8 Januari 2019

Pada hasil pengukuran THD_I pada tanggal 8 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.45. untuk fasa R, S dan T yang didapatkan melebihi batas standar 8%. Hasil THD_I netral seperti gambar 4.46 menunjukkan nilai THD_I yang sangat tinggi melebihi batas yang ditentukan yaitu 8%.



Gambar 4.47 Grafik Nilai THD_I 9 Januari 2019



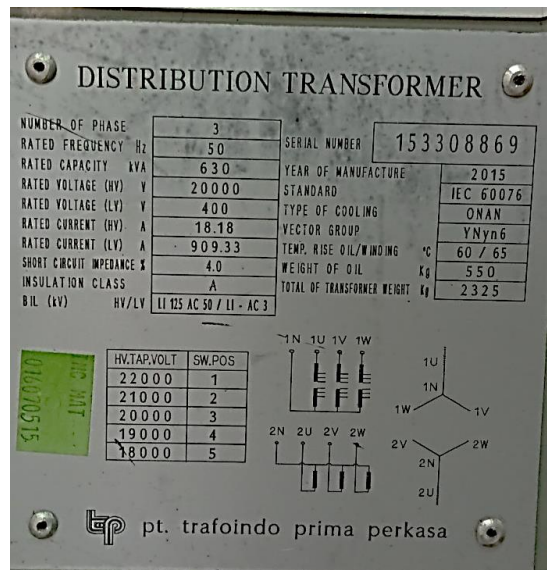
Gambar 4.48 Grafik Nilai THD_I N 9 Januari 2019

Pada hasil pengukuran THD_I pada tanggal 9 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.47. untuk fasa R, S dan T yang didapatkan melebihi batas standar 8%. Hasil THD_I netral seperti gambar 4.48 menunjukkan nilai THD_I yang sangat tinggi melebihi batas yang ditentukan yaitu 8%.

Nilai THD_I yang muncul dipengaruhi oleh nilai arus fasa R, S, dan T yang berbeda. Nilai arus disetiap fasa yang berbeda ditimbulkan karena ketidakseimbangan beban yang dapat memunculkan arus netral. Begitu juga dengan beban yang terpasang pada Gedung B Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta yang memuat beban *non linier* seperti *Air Conditioner*, *elevator*, komputer, dan beban berbasis elektronik lainnya yang dapat memunculkan THD I_N. Oleh karena itu, arus netral pun ikut terdistorsi harmonisa.

Terjadi anomali data dari hasil pengukuran THD_I netral. Terlihat pada data yang telah dilampirkan, nilai arus pada THD_I netral saat naik maupun turun cenderung selisihnya kecil, namun saat dilihat persentase harmonisa arus (THD_I) sangat besar. Anomali yang terjadi dimungkinkan disebabkan oleh arus netral yang terdistorsi oleh gelombang harmonisa, dimana gelombang harmonisa arus muncul karena adanya beban non linear.

4.5 Nilai Rasio Arus Distorsi



Gambar 4.49 Spesifikasi Trafo

Perhitungan rasio arus distorsi guna untuk mengetahui batasan maksimum THD_I dan TDD_I termasuk ke dalam kategori *range* yang terdapat pada IEEE 519-1992.

$$I_{SC} = \frac{S(kVA) \times 100}{\sqrt{3} \times kV \times \%z} = \frac{630 \times 100}{\sqrt{3} \times 0.4 \times 4.0} = \frac{63000}{2,77} = 22743.68 \text{ A}$$

$$I_L = \frac{S}{\sqrt{3} \times V} = \frac{630000}{\sqrt{3} \times 400} = \frac{630000}{692.82} = 909.33 \text{ A}$$

$$\frac{I_{SC}}{I_L} = \frac{22743.68}{909.33} = 25.01 \text{ A}$$

Tabel 4.5 Batasan THD_I dan TDD_I Berdasarkan IEEE 519-1992

I_{SC}/I_L	$h < 11$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h$	TDD
<20	4.0%	2.0%	1.5%	0.6%	0.3%	5.0%
20-50	7.0%	3.5%	2.5%	1.0%	0.5%	8.0%
50-100	10.0%	4.5%	4.0%	1.5%	0.7%	12.0%
100-1000	12.0%	5.5%	5.0%	2.0%	1.0%	15.0%
>1000	15.0%	7.0%	6.0%	2.5%	1.4%	20.0%

Hasil perhitungan $\frac{I_{SC}}{I_L}$ telah didapatkan nilai rasio arus distorsi sebesar 25.01A. Jika dilihat menurut standar IEEE 519-1992 nilai 25.01A termasuk ke dalam *range* 20-50 yang dimana nilai TDD_I maksimum 8.0%. Persentase harmonisa arus pada orde <11 maksimum 7.0% , orde $11 \leq h < 17$ maksimum 3.5% , orde $17 \leq h < 23$ maksimum 2.5% , orde $23 \leq h < 35$ maksimum 1.0% , orde $35 \leq h$ maksimum 0.5%.

4.6 Orde Harmonisa Arus

Tabel 4.6 Nilai Orde Harmonisa Arus Selama Seminggu

Waktu	Fasa	%h	Orde	Arus (A)
02-01-19	R	11.29	5	11.67
	S	14.22	3	3.328
	T	31.91	3	2.938
03-01-19	R	20.96	5	13.26
	S	17.33	3	8.784
	T	42.67	3	5.175
04-01-19	R	18.54	5	13.6
	S	27.13	3	8.08
	T	27.61	3	2.57
05-01-19	R	16.91	5	10.8
	S	17.44	5	12.54
	T	33.32	3	2.185
06-01-19	R	19.17	5	12.59
	S	17.9	5	12.19
	T	19.38	5	15.58
07-01-19	R	17.82	5	14.05
	S	13.68	5	15.17
	T	14.8	5	10.85
08-01-19	R	19.82	5	12.38
	S	16.33	5	11.07
	T	20.04	5	15.54
09-01-19	R	16.8	5	12.73
	S	13.95	5	12.75
	T	18.86	5	13.37

Nilai THD_I diambil dari jumlah akar kuadrat dibagi dengan nilai arus fundamentalnya. Setelah melakukan pengukuran, hasil orde harmonisa selama satu minggu didapatkan nilai tertinggi berada pada orde ke 3 dan ke 5. Menurut IEEE 519-1992, dijelaskan bahwa untuk nilai rasio arus distorsi yang telah dihitung bagian 4.5 sebesar 25.01 A termasuk dalam kategori *range* 20-50, nilai maksimal orde harmonisa khususnya orde <11 sebesar 7.0%.

Nilai arus paling besar pada orde harmonisa ke-3 berdasarkan tabel 4.6 sebesar 8.748 A sedangkan orde ke-5 sebesar 15.58 A. Nilai arus harmonisa orde k-3 dan ke-5 berdasarkan tabel 4.7 yang paling besar akan dimasukkan ke dalam perhitungan untuk menentukan spesifikasi filter pasif *single tuned*.

4.7 Nilai Pengukuran *Total Demand Distortion Current* (TDD_I)

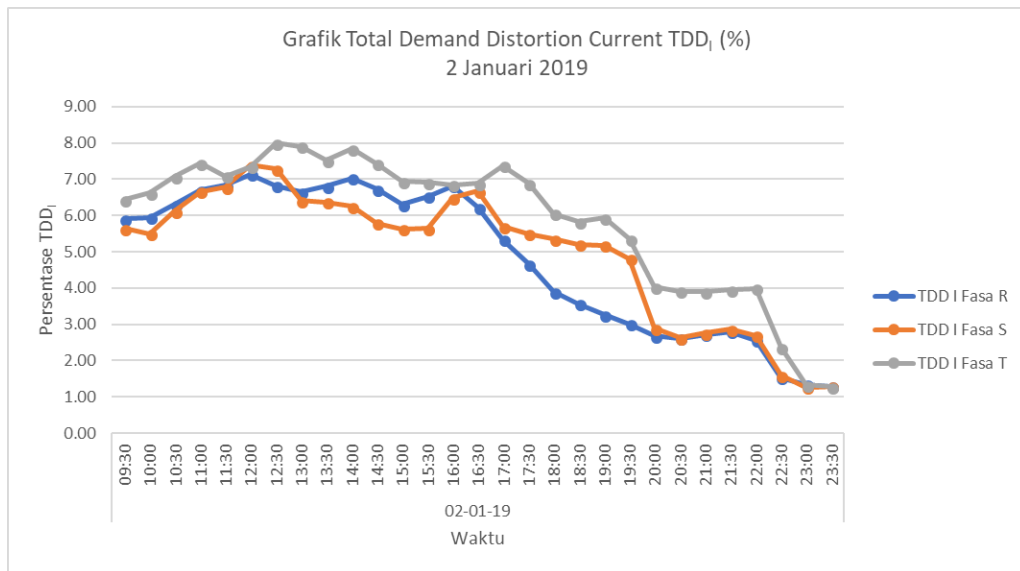
Pengukuran nilai tegangan pada Gedung B Universitas ‘Aisyiyah Yogyakarta dilakukan pada hari Rabu tanggal 2 Januari 2019 pukul 09.30 WIB sampai hari Rabu tanggal 9 Januari 2019 pukul 12.00 WIB. Pengambilan data menggunakan *Power Quality and Analyze METREL MI 2892* yang alatnya diatur setiap 30 menit sekali melakukan perekaman nilai *Total Demand Distortion Current* (TDD_I). Hasil pengukuran yang telah didapatkan kemudian dibuat tabel 4.7 dimana memuat nilai minimum, maksimum dan rata-rata selama seminggu, beserta grafik disetiap tanggal pengukuran.

Tabel 4.7 Rekap Data TDD_I Selama Seminggu

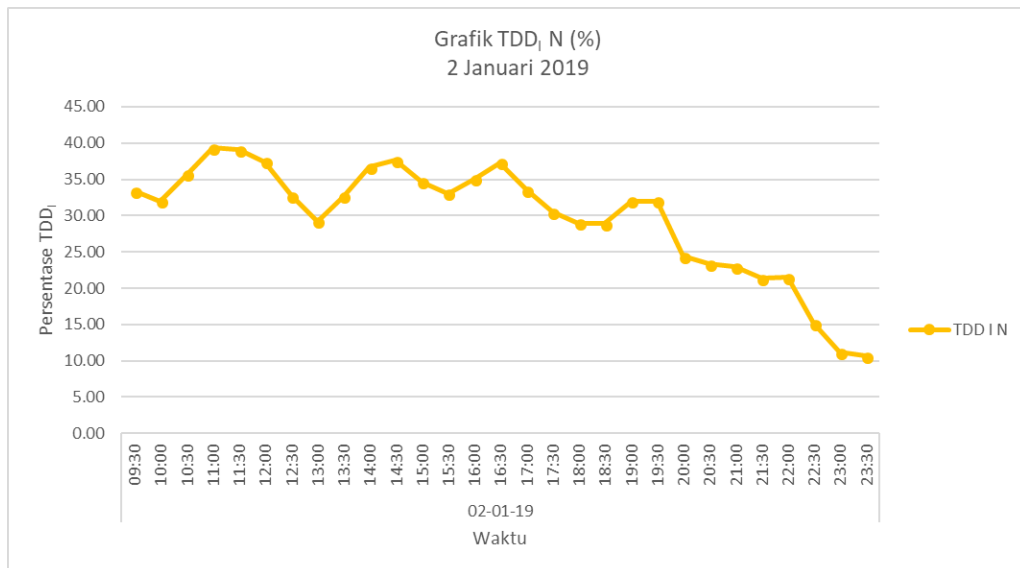
	TDD I _R (%)	TDD I _S (%)	TDD I _T (%)	TDD I _N (%)
Minimum	0.95	0.88	0.63	9.79
Maksimum	7.78	7.67	8.00	63.86
Rata-rata	3.36	3.42	3.40	26.16

Pada tabel 4.4 menjelaskan hasil pengukuran nilai *Total Demand Distortion Current* (TDD_I) selama seminggu dan didapatkan nilai minimum pada TDD_I fase R = 0.95% , TDD_I fase S = 0.88% , TDD_I fase T = 0.63% , TDD_I N = 9.79%. Nilai TDD_I maksimum pada TDD_I fase R = 7.78% , TDD_I fase S = 7.67% , TDD_I fase T = 8.00% , TDD_I N = 63.86%. Nilai rata-rata

TDD_I selama seminggu berdasarkan hasil pengukuran pada TDD_I fase R = 3.36% , TDD_I fase S = 3.42% , TDD_I fase T = 3.40% , TDD_I N = 26.16%.



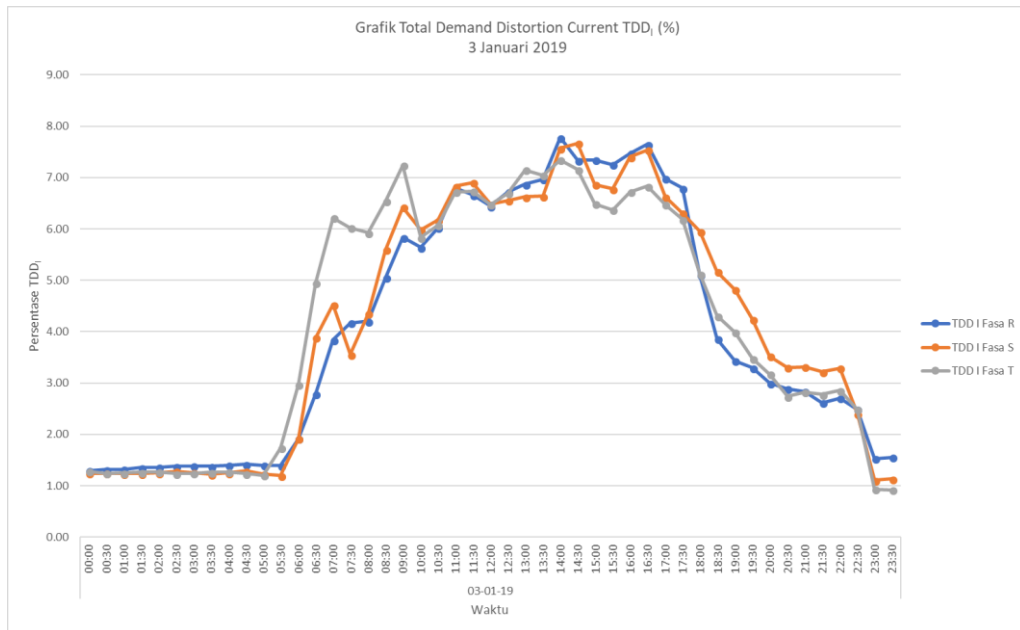
Gambar 4.50 Grafik Nilai TDD_I 2 Januari 2019



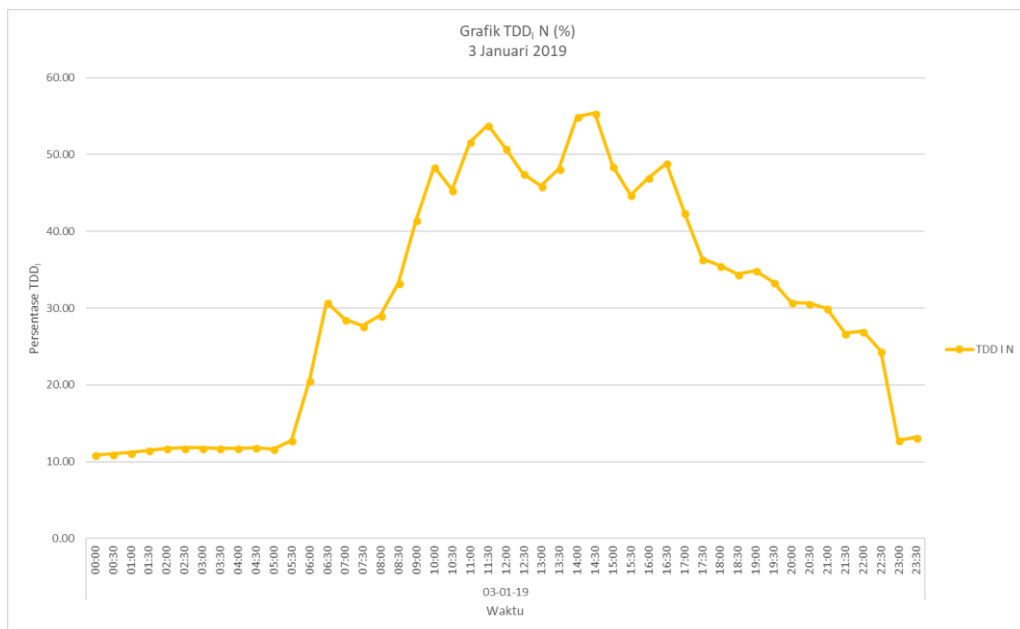
Gambar 4.51 Grafik Nilai TDD_I N 2 Januari 2019

Pada hasil pengukuran TDD_I pada tanggal 2 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.50. untuk fasa R, S dan T yang didapatkan tidak ada yang melebihi batas

standar 8%. Hasil TDD_I netral seperti gambar 4.51 menunjukkan nilai TDD_I yang sangat tinggi melebihi batas yang ditentukan yaitu 8%.



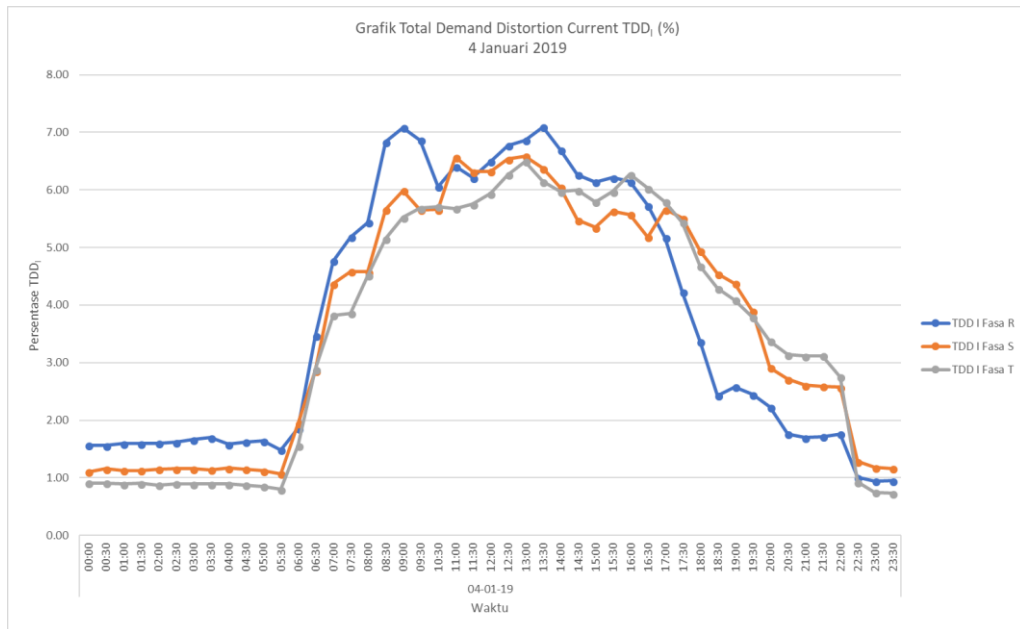
Gambar 4.52 Grafik Nilai TDD_I N 3 Januari 2019



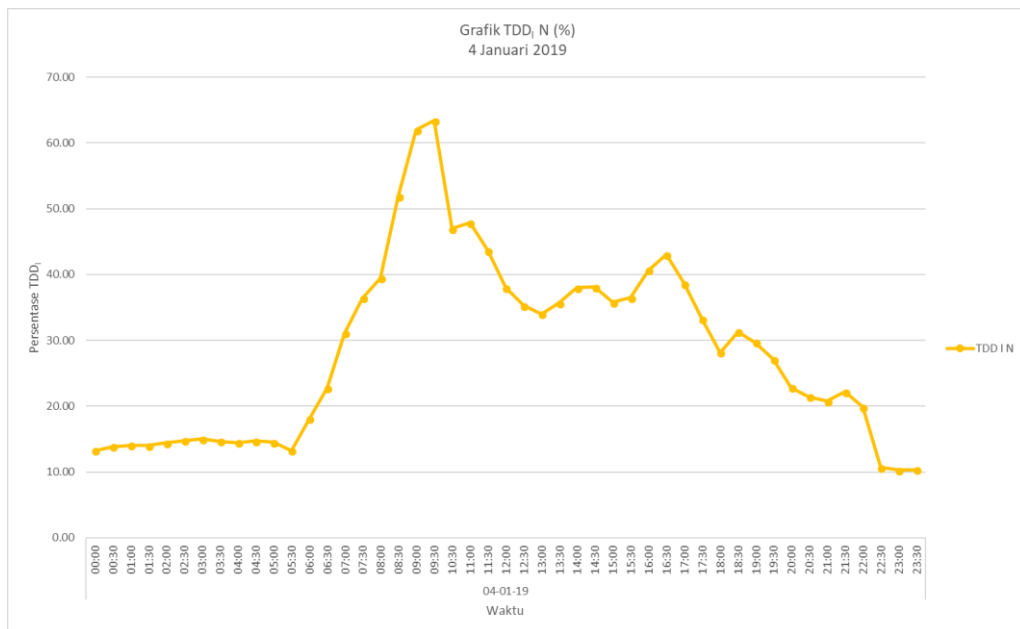
Gambar 4.53 Grafik Nilai TDD_I N 3 Januari 2019

Pada hasil pengukuran TDD_I pada tanggal 2 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar

4.52. untuk fasa R, S dan T yang didapatkan tidak ada yang melebihi batas standar 8%. Hasil TDD_I netral seperti gambar 4.53 menunjukkan nilai TDD_I yang sangat tinggi melebihi batas yang ditentukan yaitu 8%.



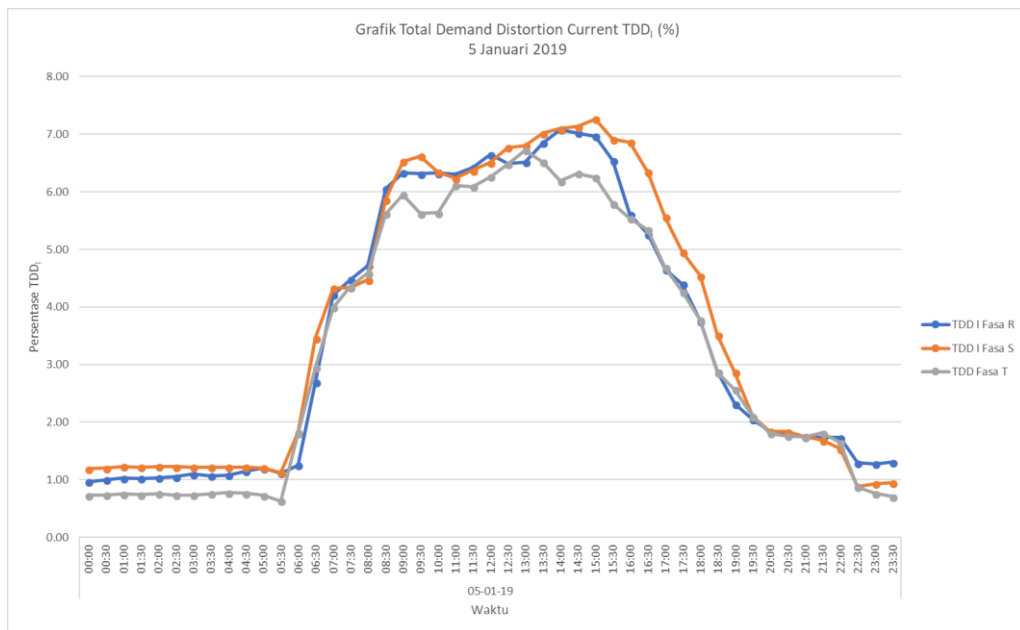
Gambar 4.54 Grafik Nilai TDD_I 4 Januari 2019



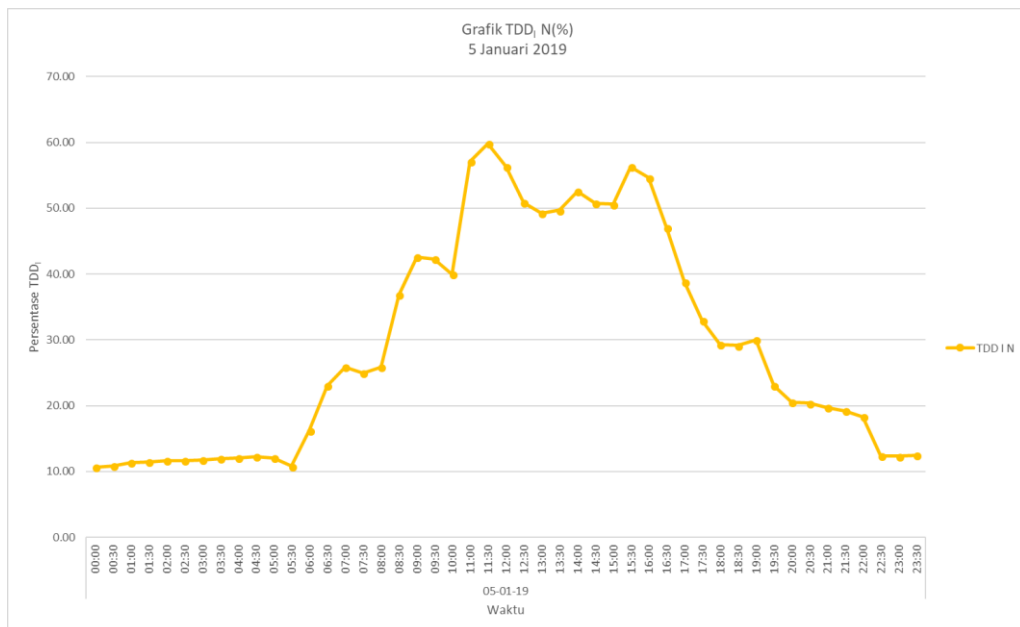
Gambar 4.55 Grafik Nilai TDD_I N 4 Januari 2019

Pada hasil pengukuran TDD_I pada tanggal 4 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar

4.54. untuk fasa R, S dan T yang didapatkan tidak ada yang melebihi batas standar 8%. Hasil TDD_I netral seperti gambar 4.55 menunjukkan nilai TDD_I yang sangat tinggi melebihi batas yang ditentukan yaitu 8%.

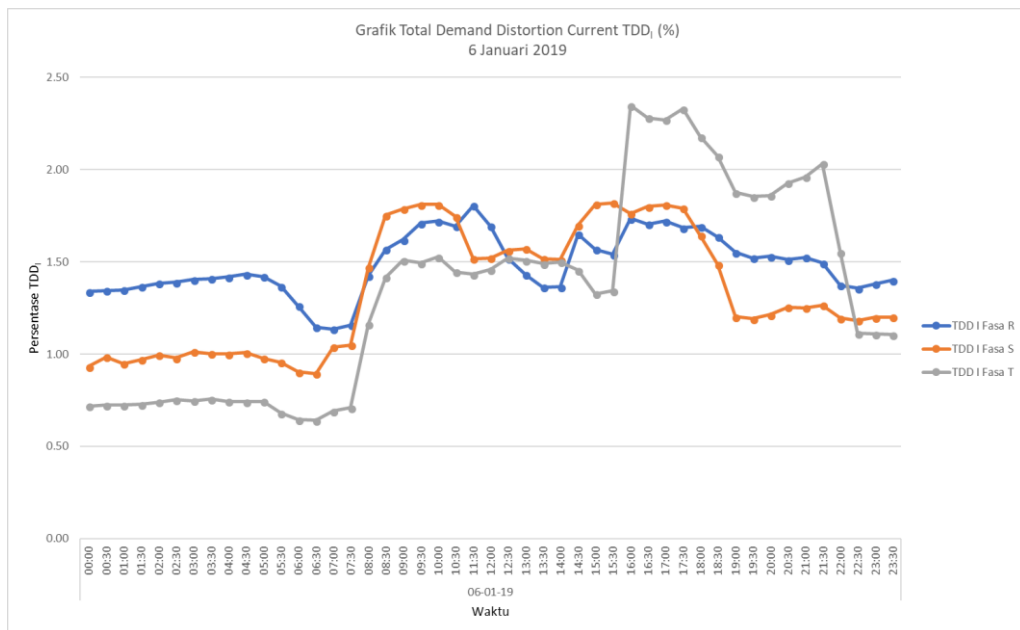


Gambar 4.56 Grafik Nilai TDD_I 5 Januari 2019

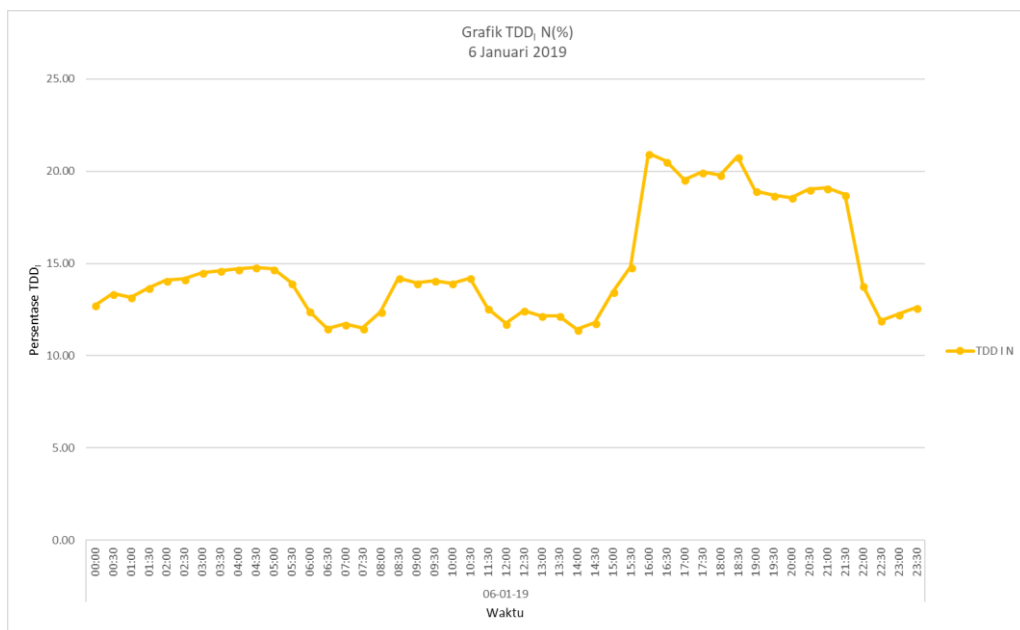


Gambar 4.57 Grafik Nilai TDD_I N 5 Januari 2019

Pada hasil pengukuran TDD_I pada tanggal 5 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.56. untuk fasa R, S dan T yang didapatkan tidak ada yang melebihi batas standar 8%. Hasil TDD_I netral seperti gambar 4.57 menunjukkan nilai TDD_I yang sangat tinggi melebihi batas yang ditentukan yaitu 8%.

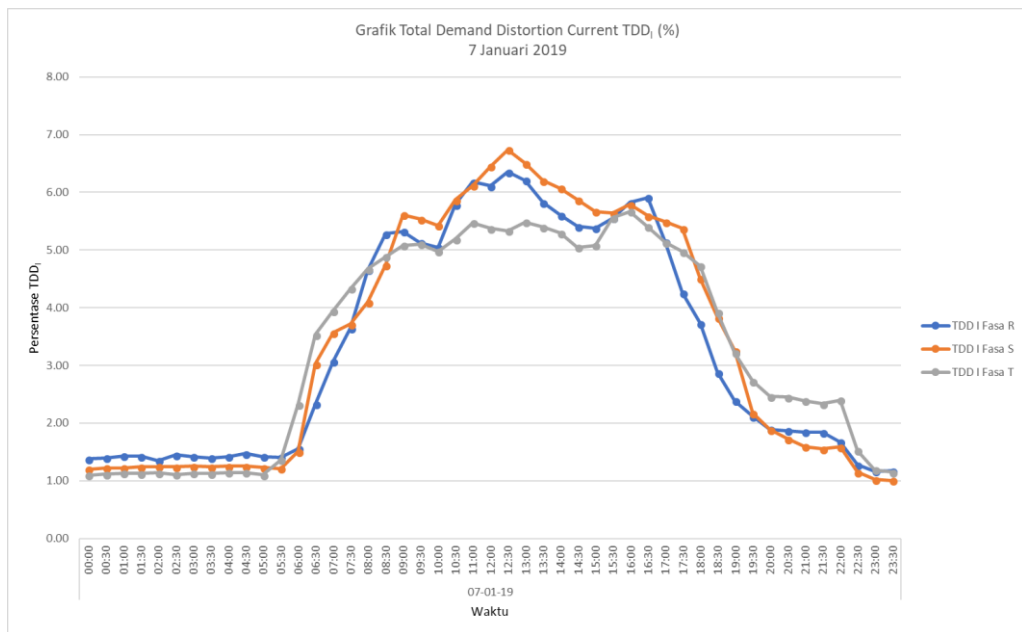


Gambar 4.58 Grafik Nilai TDD_I 6 Januari 2019

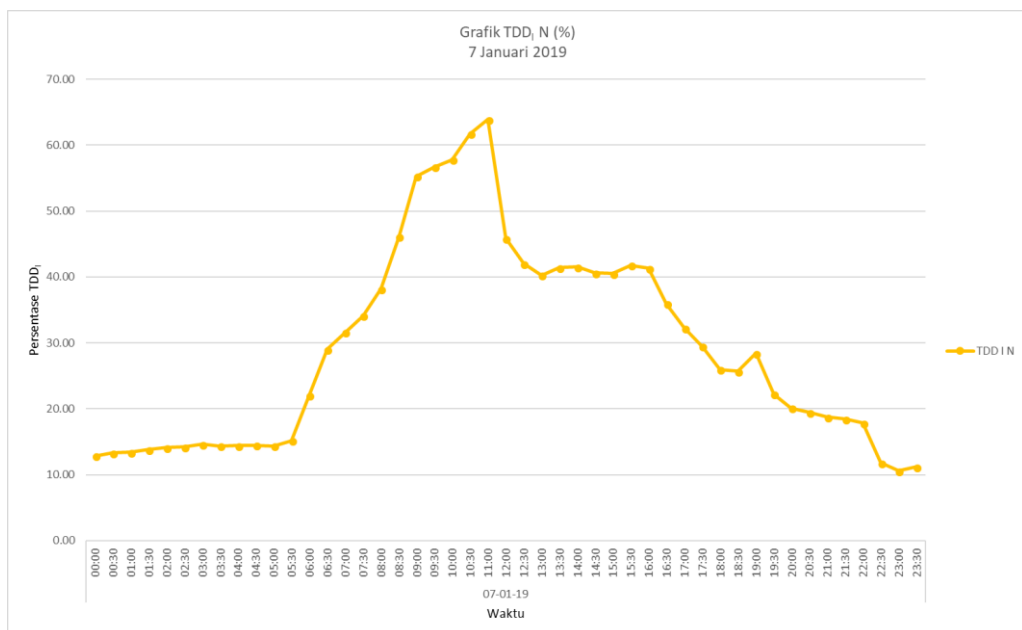


Gambar 4.59 Grafik Nilai TDD_I N 6 Januari 2019

Pada hasil pengukuran TDD_I pada tanggal 6 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.58. untuk fasa R, S dan T yang didapatkan tidak ada yang melebihi batas standar 8%. Hasil TDD_I netral seperti gambar 4.59 menunjukkan nilai TDD_I yang sangat tinggi melebihi batas yang ditentukan yaitu 8%.

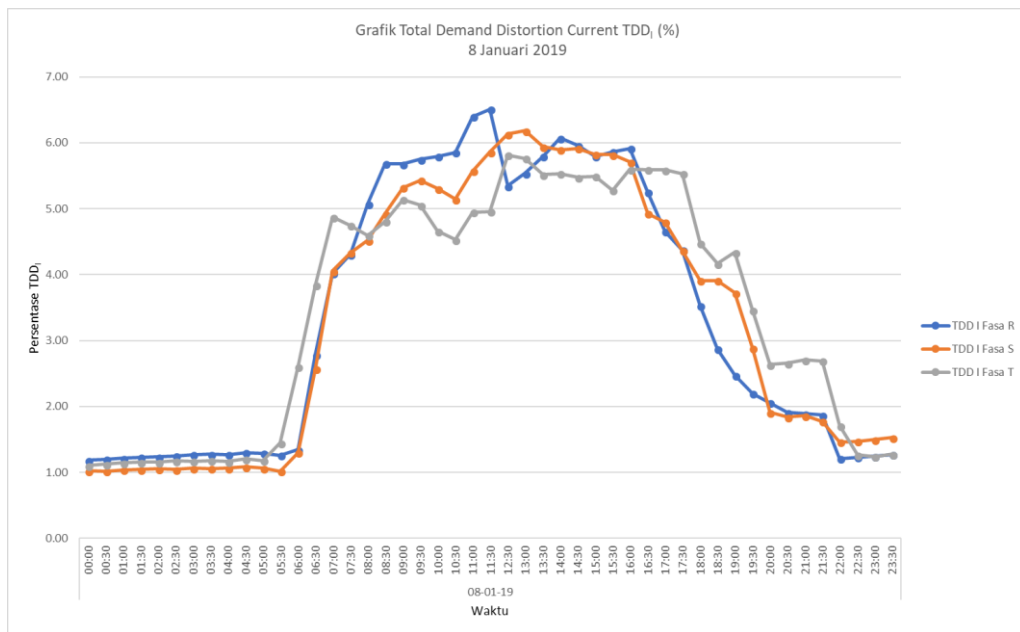


Gambar 4.60 Grafik Nilai TDD_I 7 Januari 2019

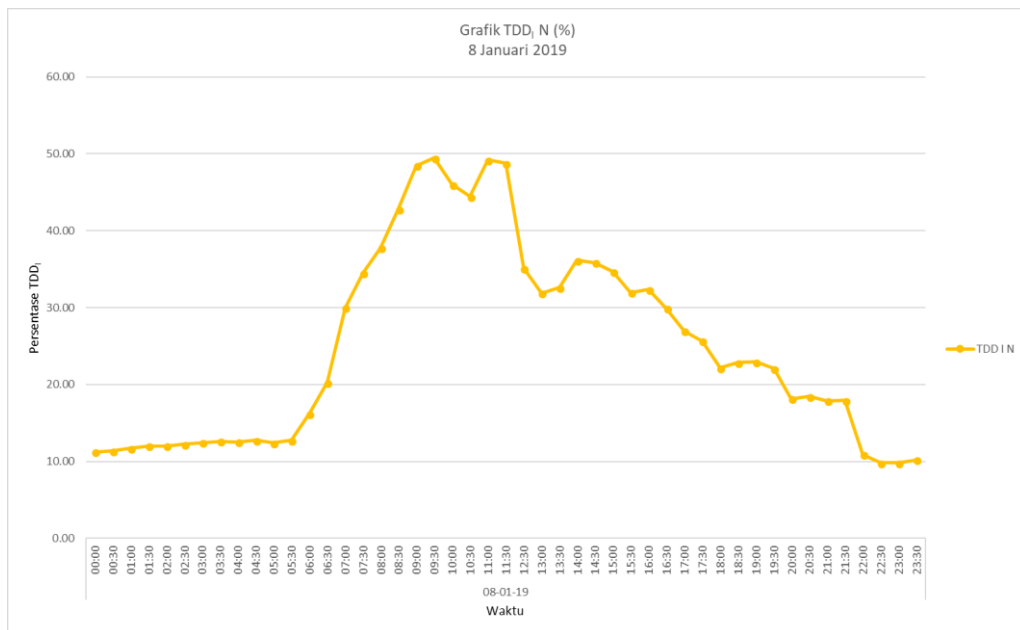


Gambar 4.61 Grafik Nilai TDD_I N 7 Januari 2019

Pada hasil pengukuran TDD_I pada tanggal 7 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.60. untuk fasa R, S dan T yang didapatkan tidak ada yang melebihi batas standar 8%. Hasil TDD_I netral seperti gambar 4.61 menunjukkan nilai TDD_I yang sangat tinggi melebihi batas yang ditentukan yaitu 8%.

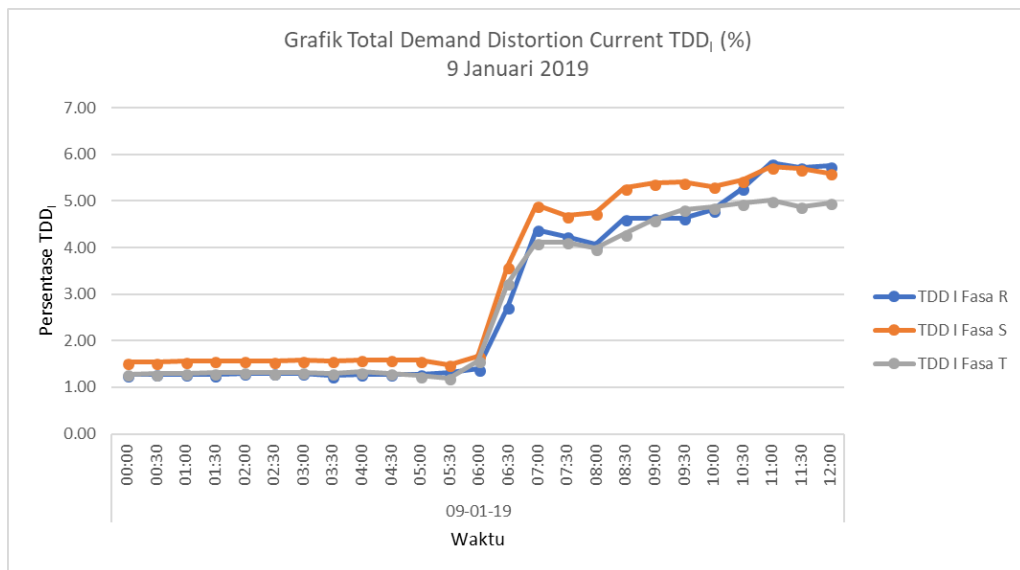


Gambar 4.62 Grafik Nilai TDD_I 8 Januari 2019

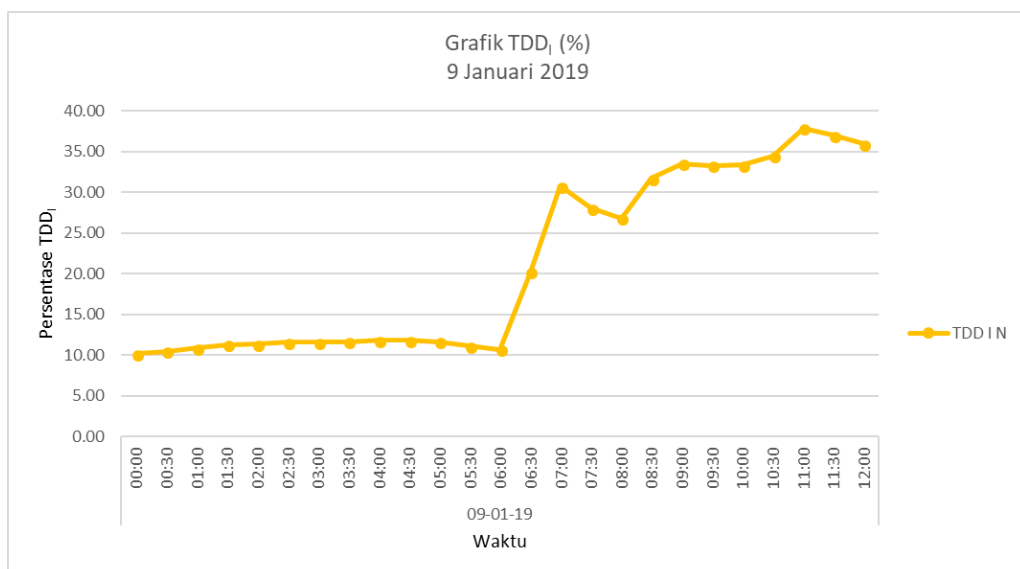


Gambar 4.63 Grafik Nilai TDD_I N 8 Januari 2019

Pada hasil pengukuran TDD_I pada tanggal 2 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.62. untuk fasa R, S dan T yang didapatkan tidak ada yang melebihi batas standar 8%. Hasil TDD_I netral seperti gambar 4.63 menunjukkan nilai TDD_I yang sangat tinggi melebihi batas yang ditentukan yaitu 8%.



Gambar 4.64 Grafik Nilai TDD_I 9 Januari 2019



Gambar 4.65 Grafik Nilai TDD_I N 9 Januari 2019

Pada hasil pengukuran TDD_I pada tanggal 9 Januari 2019 didapatkan hasil yang kemudian digambarkan ke dalam bentuk grafik seperti pada gambar

4.64. untuk fasa R, S dan T yang didapatkan tidak ada yang melebihi batas standar 8%. Hasil TDD_1 netral seperti gambar 4.65 menunjukkan nilai TDD_1 yang sangat tinggi melebihi batas yang ditentukan yaitu 8%.

Menentukan nilai TDD_1 apakah sesuai dengan aturan yang tertera pada IEEE 519-1992 yaitu dengan menghitung nilai I_{SC}/I_L atau rasio arus distorsi. Sebelum menghitung nilai rasio arus distorsi, menghitung nilai arus hubung singkat (I_{SC}) dan menghitung nilai arus beban (I_L). Nilai-nilai yang diperlukan untuk perhitungan I_{SC} diambil dari nilai nominal yang tertera pada trafo yang terhubung ke Gedung B Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta.

Hasil perhitungan pada bagian 4.5 didapatkan nilai rasio arus distorsi sebesar 25,01 A. Jika dilihat menurut standar IEEE 519-1992 nilai 25,01 termasuk ke dalam *range* 20-50 yang dimana nilai TDD_1 maksimum 8,0%. Pengukuran persentase TDD_1 pada panel SDP Gedung B Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta selama seminggu didapatkan sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh IEEE 519-1992 yaitu maksimum 8,0%. Kecuali, nilai TDD_1 Netral yang melampaui batas standar 8%.

Terjadi anomali data dari hasil pengukuran TDD_1 netral. Terihat pada grafik pengukuran TDD_1 selama seminggu, nilai TDD_1 netral cenderung mengikuti pola naik turunnya fasa dimana dipengaruhi oleh beban yang digunakan pada jam-jam tertentu. Saat jam sibuk perkuliahan, TDD_1 netral akan ikut naik sesuai dengan beban yang digunakan. Namun persentase TDD_1 netral sangat besar. Anomali yang terjadi dimungkinkan disebabkan oleh pengaruh dari beban non linear yang menyebabkan nilai TDD_1 besar.

4.8 Perencanaan Filter Pasif *Single Tuned*

Hasil pengukuran THD_1 dan orde harmonisa arus pada panel SDP Gedung B Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta terdapat nilai yang tidak sesuai dengan standar IEEE 519-1992. Oleh karena itu, diperlukan filter pasif *single tuned* untuk mereduksi harmonisa. Orde yang dipilih berdasarkan ketentuan IEEE 519-1992, orde yang melebihi batas standar yaitu orde ke-3 dan ke-5. Maka perhitungan Filter Pasif *Single Tuned* diperuntukkan untuk orde ke-3 dan ke-5.

- Perhitungan nilai Filter Pasif *Single Tuned* pada orde ke-3:

a. Nilai Resistor

$$R = \frac{V}{I}$$

$$R = \frac{380}{8.784}$$

$$R = 43.26 \Omega$$

b. *Rating Daya* Resistor

$$P = V \times I$$

$$P = 380 \times 8.784$$

$$P = 3.338 \text{ KW}$$

c. Nilai Q Faktor

Nilai Q faktor 30-100, diambil nilai 30

$$Q = 30$$

d. Nilai X_n , X_L dan X_C

$$X_n = X_L = X_C$$

Maka,

$$Q = \frac{X_n}{R}$$

$$X_n = Q \times R$$

$$X_n = 30 \times 43.26$$

$$X_n = 1297.8 \Omega$$

Jadi, $X_n = 1297.8 \Omega$; $X_L = 1297.8 \Omega$; $X_C = 1297.8 \Omega$

e. Nilai Induktor

Frekuensi fundamental sebesar 50Hz, maka frekuensi harmonisa orde ke-3 adalah 150Hz, untuk perhitungan besaran frekuensi sebesar 145Hz.

$$X_L = \omega L$$
$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{X_L}{2\pi f}$$
$$L = \frac{1297.8}{2 \times 3.14 \times 145}$$
$$L = 1.425 \text{ H}$$

f. Nilai Kapasitor

Frekuensi fundamental sebesar 50Hz, maka frekuensi harmonisa orde ke-3 adalah 150Hz, untuk perhitungan besaran frekuensi sebesar 145Hz.

$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$
$$C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{2\pi f X_C}$$
$$C = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 145 \times 1297.8}$$
$$C = 0.846 \mu\text{F}$$

• Perhitungan nilai Filter Pasif *Single Tuned* pada orde ke-5:

a. Nilai Resistor

$$R = \frac{V}{I}$$
$$R = \frac{380}{15.58}$$
$$R = 24.39 \Omega$$

b. *Rating Daya Resistor*

$$P = V \times I$$
$$P = 380 \times 15.58$$
$$P = 5.92 \text{ KW}$$

c. Nilai Q Faktor

Nilai Q faktor 30-100, diambil nilai 30

$$Q = 30$$

d. Nilai X_n , X_L dan X_C

$$X_n = X_L = X_C$$

Maka,

$$Q = \frac{X_n}{R}$$

$$X_n = Q \times R$$

$$X_n = 30 \times 24.39$$

$$X_n = 731.7 \Omega$$

Jadi, $X_n = 731.7 \Omega$; $X_L = 731.7 \Omega$; $X_C = 731.7 \Omega$

e. Nilai Induktor

Frekuensi fundamental sebesar 50Hz, maka frekuensi harmonisa orde ke-5 adalah 250Hz. untuk perhitungan besaran frekuensi sebesar 245Hz.

$$X_L = \omega L$$

$$L = \frac{X_L}{\omega} = \frac{X_L}{2\pi f}$$

$$L = \frac{731.7}{2 \times 3.14 \times 245}$$

$$L = 47.556 \text{ H}$$

f. Nilai Kapasitor

Frekuensi fundamental sebesar 50Hz, maka frekuensi harmonisa orde ke-5 adalah 250Hz, untuk perhitungan besaran frekuensi sebesar 245Hz.

$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{1}{2\pi f X_C}$$

$$C = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 245 \times 731.7}$$

$$C = 0.883 \mu\text{F}$$

Hasil perhitungan sudah didapatkan spesifikasi filter *Single Tuned* untuk orde ke-3 dan ke-5. Jadi, spesifikasi filter *single tuned* untuk mereduksi harmonisa orde ke-3 dan ke-5 di Gedung B Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta pada tabel 4.8

Tabel 4.8 Spesifikasi Filter Pasif Single Tuned Orde ke-3 dan ke-5

Filter Pasif <i>Single Tuned</i> Orde ke-3		Filter Pasif <i>Single Tuned</i> Orde ke-5	
X_n	1297.8 Ω	X_n	731.7 Ω
X_L	1297.8 Ω	X_L	731.7 Ω
X_C	1297.8 Ω	X_C	731.7 Ω
P	3.338 KW	P	5.92 KW
R	43.26 Ω	R	24.39 Ω
L	1.425 H	L	47.556 H
C	0.846 μF	C	0.883 μF