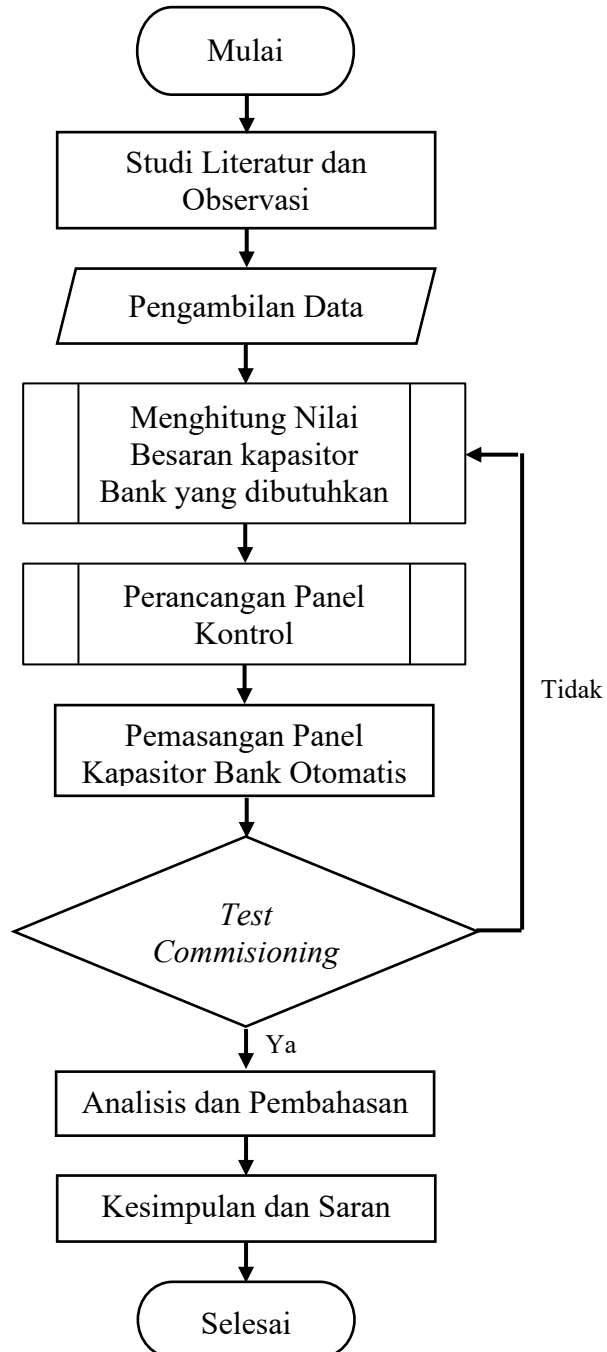


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 *Flowchart* Penelitian



Gambar 3.1 *Flowchart* Penelitian

Pada Gambar 3.1 dijelaskan tahap-tahap pelaksanaan penelitian tugas akhir ini antara lain sebagai berikut.

1. Studi Literatur dan Observasi

Pertama, melakukan studi literatur atau studi pustaka dan observasi yang bertujuan untuk mencari rumusan masalah dan mencari teori yang dapat digunakan untuk dasar acuan dalam memecahkan masalah serta melakukan identifikasi masalah yang bersumber dari perusahaan PT Melu Bangun Wiweka dan dari beberapa jurnal terkait, di bagian ini tujuan hasil yang diperoleh adalah mengetahui masalah pada sistem jaringan listrik yang terdapat pada PT Melu Bangun Wiweka yaitu memiliki beban yang fluktuatif sehingga nilai faktor daya rendah yang menyebabkan tidak efisiennya kualitas daya pada jaringan tersebut sehingga untuk menyelesaikan permasalahan tersebut, perlunya pemasangan kapasitor bank otomatis guna memperbaiki nilai faktor daya pada jaringan tersebut.

2. Pengambilan Data

Kedua, yang dilakukan adalah pengambilan data terkait untuk penunjang penelitian yaitu diantaranya adalah melakukan pengukuran terhadap panel distribusi untuk mengetahui nilai faktor daya yang ada di setiap beban menggunakan *power quality analyzer*. Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan saat pengukuran.

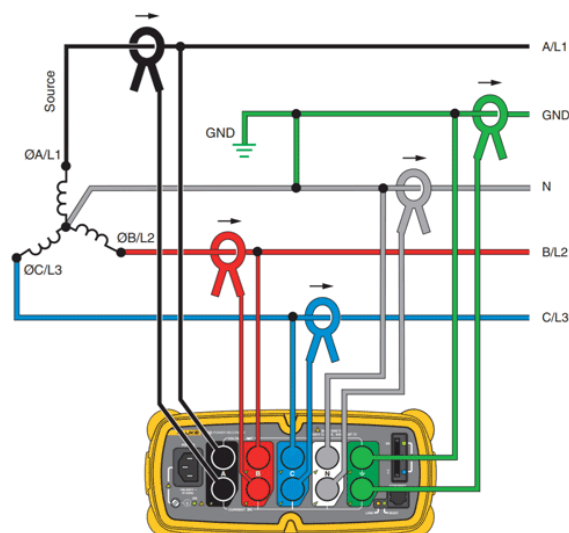
- a. Persiapan Awal

- Memastikan instrumen, kabel uji tegangan, kabel *power*, dan *clamp* sensor siap digunakan.

- Mengkoneksikan/menghubungkan kabel pada terminal input yang sesuai dengan standar warna kabel pada instrumen, dimulai dari *clamp* sensor untuk pembacaan arus, kabel uji tegangan untuk pembacaan tegangan, dan kabel *power* untuk mengaktifkan instrumen tersebut
- b. Menghidupkan Instrumen Pengukuran
- Menghubungkan kabel *power* pada terminal sumber terdekat.
 - Menghidupkan instrumen dengan menekan tombol *power* hingga layar menyala.
 - Memeriksa pesan pada layar instrumen untuk mendeteksi sensor atau memperbarui pengaturan untuk menyesuaikan *clamp* sensor dan kabel uji tegangan terbaca pada instrumen alat ukur.
- c. Proses Pengukuran
- Menghubungkan instrumen dan memastikan kabel uji tegangan dan *clamp* sensor berhubungan dengan benar ke instrumen alat ukur dan objek yang akan diukur yaitu main distribution panel.
 - Memeriksa koneksi menggunakan tampilan vektor untuk memeriksa apakah fase tegangan dan arus sudah sesuai. Pengukuran ini menggunakan koneksi 3 fasa 4 kawat.
 - Memeriksa arah arus, urutan fasa, dan input tegangan dan arus apakah sudah terbaca secara benar.
 - Memulai rekaman dengan memilih opsi “*quick start guide*” untuk memulai rekaman data pengukuran.
- d. Penyimpanan dan Transfer Data

Memilih item yang ingin direkam dan interval perekaman selama selama satu menit.

- e. Menghentikan Rekaman dan Menonaktifkan Instrumen Alat Ukur
 - Menyelesaikan rekaman data dengan menekan tombol *stop* pada alat instrumen dan data akan secara otomatis tersimpan pada *SD card* yang terletak pada instrumen.
 - Menonaktifkan instrumen alat ukur dengan menekan tombol *power* kembali hingga layar mati.
 - Memutus koneksi kabel uji tegangan dan *clamp* sensor dari main distribution panel secara berurutan, dimulai dengan *clamp* sensor hingga kabel uji tegangan.
 - Memutuskan koneksi kabel *power* dari terminal.
- f. Memutuskan kabel uji tegangan, *clamp* sensor, kabel uji tegangan dari instrumen alat ukur dan merapikannya kembali. Berikut pada Tabel 3.1 adalah hasil pengukuran yang dilakukan pada tanggal 19 – 31 Oktober 2023.



Gambar 3.2 *Wiring Diagram Power Quality Analyzer*

Gambar 3.2 merupakan *Wiring Diagram Power Quality Analyzer* yang dapat membantu proses koneksi alat instrumen terhadap panel yang akan diukur.

Tabel 3.1 Tabel Data Pengukuran

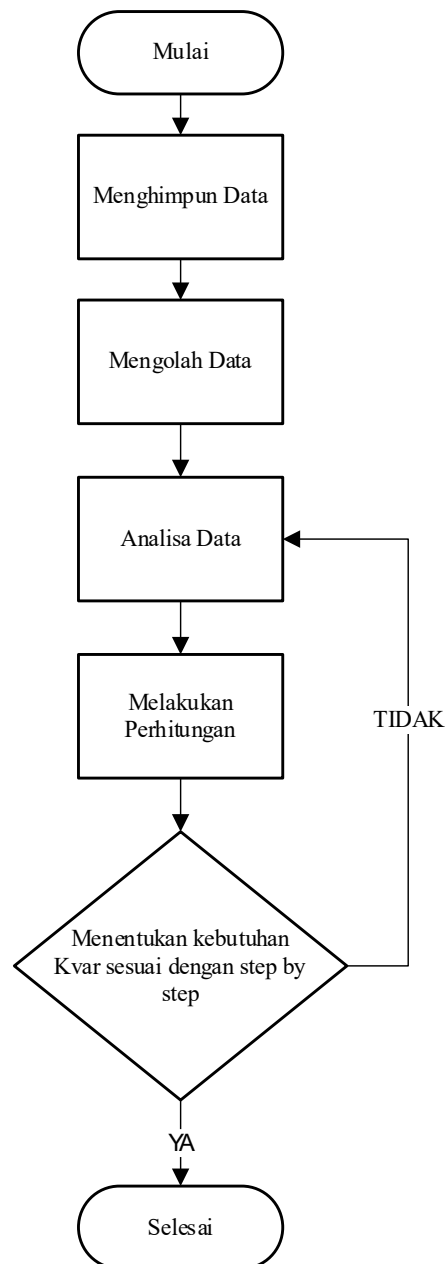
		Nilai Rata-rata	19 Oktober	19 – 20 Oktober (Night)	20 Oktober (no cap)	20 – 31 Oktober
Tegangan (V)	R	Keseluruhan (V)	230,46	237,94	231,27	234,69
		Tertinggi (V)	235,00	240,30	238,20	240,60
		Terendah (V)	227,40	233,70	226,80	226,40
	S	Keseluruhan (V)	229,70	236,21	229,98	233,50
		Tertinggi (V)	234,10	238,70	236,50	239,10
		Terendah (V)	226,80	232,80	225,50	225,90
	T	Keseluruhan (V)	229,58	236,80	229,78	233,73
		Tertinggi (V)	233,90	239,30	236,50	239,70
		Terendah (V)	226,40	232,80	225,10	225,90
Arus (I)	R	Keseluruhan (A)	80,69	27,68	89,97	38,34
		Tertinggi (A)	118,60	64,75	133,50	189,30
		Terendah (A)	45,38	18,85	44,66	10,71
	S	Keseluruhan (A)	87,80	34,11	89,83	47,35
		Tertinggi (A)	127,50	63,17	130,10	195,2
		Terendah (A)	55,79	24,45	56,26	24,09
	T	Keseluruhan (A)	91,19	41,01	113,34	57,94

		Nilai Rata-rata	19 Oktober	19 – 20 Oktober (Night)	20 Oktober (no cap)	20 – 31 Oktober
		Tertinggi (A)	129,90	70,47	169,40	197
		Terendah (A)	52,96	29,56	59,84	22,71
	N	Keseluruhan (A)	24,40	18,64	24,11	21,63
		Tertinggi (A)	40,51	28,05	40,94	54,04
		Terendah (A)	15,64	7,87	12,91	8,61
Daya Aktif (P)		Keseluruhan (W)	54.956,50	11.702,64	53.905,40	20.997,81
		Tertinggi (W)	74.870,00	44.240,00	71.900,00	115.300,0
		Terendah (W)	37.200,00	3.278,00	34.370,00	2.416,00
Daya Semu (S)		Keseluruhan (VA)	59.595,00	24.345,62	67.228,63	33.415,82
		Tertinggi (VA)	84.720,00	45.940,00	95.340,00	131.800,0
		Terendah (VA)	38.720,00	17.760,00	37.680,00	15.260,00
Daya Reaktif (Q)		Keseluruhan (VAR)	16.486,44	-19.791,37	38.822,97	-12.446,63
		Tertinggi (VAR)	43.120,00	-2.781,00	65.720,00	63.010,00
		Terendah (VAR)	-11.340,0	-24.300,00	15.140,00	-28.030,00
Faktor Daya (PF)		Keseluruhan	0,93	0,47	0,82	0,53
		Tertinggi	0,98	0,47	0,95	0,99
		Terendah	0,83	0,13	0,69	0,1

3. Perhitungan Data

Ketiga, menghimpun data yang sudah terkumpul dan melakukan perhitungan terhadap data beban terpasang yang telah diperoleh dari instansi terkait untuk menentukan dan menganalisis kebutuhan kVAR berdasarkan metode

penempatan kapasitor bank untuk memperbaiki faktor daya pada jaringan tersebut. *Flowchart* perhitungan data dapat dilihat pada Gambar 3.3.

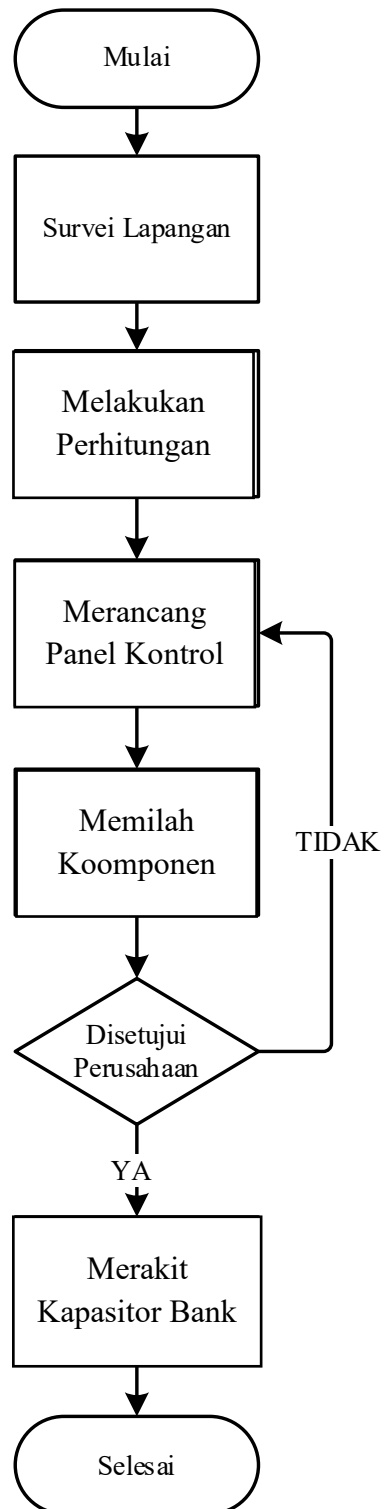


Gambar 3.3 *Flowchart* Perhitungan Data

4. Perancangan

Keempat, melakukan perancangan panel kapasitor bank dengan menyesuaikan data perhitungan beban yang sudah didapat dan memilah

komponen yang dibutuhkan, dan membuat *wiring diagram*. *Flowchart* perancangan panel kontrol dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4 *Flowchart* Perancangan Panel Kontrol

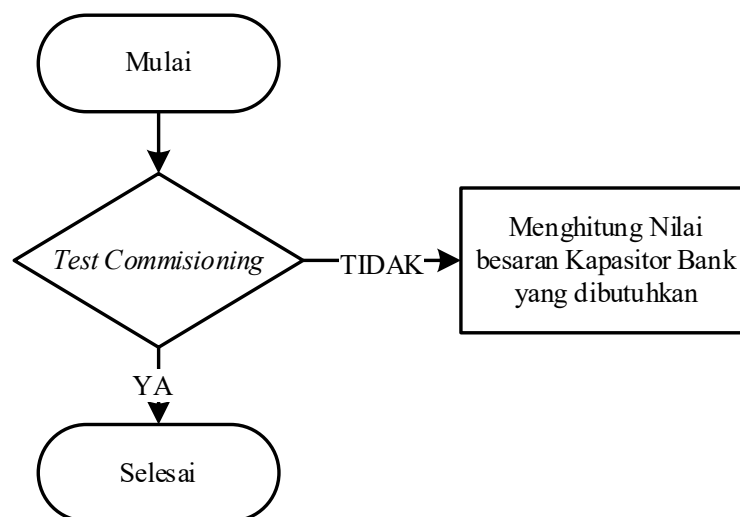
5. Pemasangan

Kelima, melakukan pemasangan panel kapasitor bank otomatis terhadap sistem jaringan listrik.

6. *Commissioning*

Keenam, melakukan *test commissioning* pada panel kapasitor bank otomatis guna mengetahui apakah berfungsi sesuai dengan perencanaan atau tidak.

Flowchart test commissioning ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 *Flowchart* Perancangan Panel Kontrol

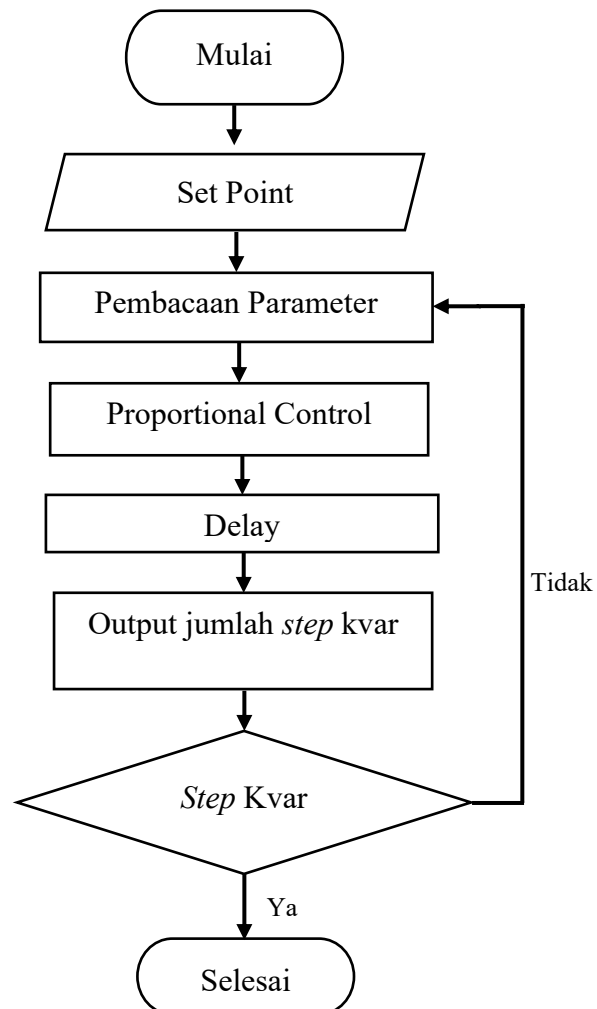
7. Analisis

Ketujuh, melakukan analisis hasil penelitian terhadap pengaruh koreksi faktor daya setelah pemasangan panel kapasitor bank otomatis.

8. Kesimpulan

Keenam, pada tahap ini adalah tahap terakhir hasil penelitian untuk menentukan kondisi jaringan listrik pada PT Melu Bangun Wiweka setelah pemasangan kapasitor bank otomatis yang dapat mengoptimalkan perbaikan nilai faktor daya.

3.2 Metode Otomatisasi



Gambar 3.6 *Flowchart* Sistem Otomatisasi

Pada Gambar 3.6 dijelaskan tahap-tahap metode otomatisasi kapasitor bank antara lain sebagai berikut.

1. *Set Point*

Set point sebagai nilai *input* yang diinginkan.

2. Pembacaan Parameter

Pembacaan parameter sistem seperti daya aktif (kW), daya reaktif (kVAR), dan cosinus phi.

3. *Proportional Control*

Menentukan apakah faktor daya saat ini berada di bawah batas ambang tertentu yang telah ditetapkan sebelumnya, jika faktor daya sudah dalam batas yang diinginkan, lanjutkan ke langkah berikutnya. Jika faktor daya di bawah batas, lanjutkan ke langkah pengendalian kapasitor bank.

4. *Delay*

Memberikan *delay* waktu terhadap perubahan *step by step* agar menghindari *inrush current* dan *avoiding rapid voltage changes* pada sistem jaringan listrik.

5. *Output Jumlah Step kVAR yang Dibutuhkan*

Pada tahap ini beberapa *step* kapasitor bank akan nonaktif atau aktif secara otomatis sesuai kebutuhan kVAR yang diinginkan.

6. *Step kVAR Sesuai*

Pada tahap terakhir adalah *step* kVAR dapat atau tidak memperbaiki nilai faktor daya pada sistem jaringan listrik.

3.3 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada jaringan listrik di PT Melu Bangun Wiweka dan pengambilan data dilakukan secara langsung ke lokasi untuk mendapatkan data pengujian.

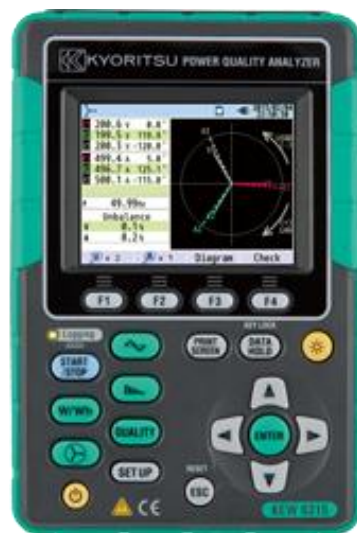
3.4 Hasil yang Diharapkan

Pada penelitian ini diharapkan efisiensi pengaruh kapasitor bank otomatis terhadap optimalisasi perbaikan nilai faktor daya pada jaringan listrik di PT Melu Bangun Wiweka.

3.5 Instrumen Penelitian

Alat ukur yang digunakan dalam pengambilan data adalah PQA (*Power Quality Analyzer*) KEW 6315 seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.6, Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah screenshot dan rekaman dari PQA (*Power Quality Analyzer*) KEW 6315.

PQA (*Power Quality Analyzer*) adalah alat ukur dalam pengukuran kualitas listrik. *Power quality* sebagai suatu istilah yang sering didefinisikan sebagai kemampuan jaringan listrik untuk mengalirkan listrik yang bersih dan stabil, bertindak sebagai sumber daya yang sempurna yang selalu tersedia, memiliki bentuk gelombang sinusoidal murni, dan selalu dalam toleransi tegangan dan frekuensi. Namun, penyimpangan dari kondisi ideal sering terjadi di sebagian besar jaringan. THD (*Total Harmonic Distortion*) dan *unbalanced voltage* adalah dua contoh penyimpangan dari kondisi ideal pada jaringan listrik. Dengan menggunakan PQA (*Power Quality Analyzer*), dapat diketahui seberapa bersih dan stabil suatu jaringan listrik dalam mengalirkan listrik.



Gambar 3.7 *Power Quality Analyzer* KEW 6315

3.6 Tabel Penelitian

Tabel 3.2 Tabel Penelitian

Satuan Pengukuran		Nilai Rata-rata	19 Oktober	19-20 Oktober (Night)	20 Oktober (No Cap)	20-31 Oktober
Tegangan (V)	R	Keseluruhan (V)	230.46	237.94	231.27	234.69
		Tertinggi (V)	235.00	240.30	238.20	240.60
		Terendah (V)	227.40	233.70	226.80	226.40
	S	Keseluruhan (V)	229.70	236.21	229.98	233.50
		Tertinggi (V)	234.10	238.70	236.50	239.10
		Terendah (V)	226.80	232.80	225.50	225.90
	T	Keseluruhan (V)	229.58	236.80	229.78	233.73
		Tertinggi (V)	233.90	239.30	236.50	239.70
		Terendah (V)	226.40	232.80	225.10	225.90
Tegangan (V)	R	Keseluruhan (A)	80.69	27.68	89.97	38.34
		Tertinggi (A)	118.60	64.75	133.50	189.30
		Terendah (A)	45.38	18.85	44.66	10.71
	S	Keseluruhan (A)	87.80	34.11	89.83	47.35
		Tertinggi (A)	127.50	63.17	130.10	195.2
		Terendah (A)	55.79	24.45	56.26	24.09
	T	Keseluruhan (A)	91.19	41.01	113.34	57.94
		Tertinggi (A)	129.90	70.47	169.40	197
		Terendah (A)	52.96	29.56	59.84	22.71
	N	Keseluruhan (A)	24.40	18.64	24.11	21.63
		Tertinggi (A)	40.51	28.05	40.94	54.04
		Terendah (A)	15.64	7.87	12.91	8.61
Daya Aktif (P)	Keseluruhan (W)		54956.50	11702.64	53905.40	20997.81
	Tertinggi (W)		74870.00	44240.00	71900.00	115300.0
	Terendah (W)		37200.00	3278.00	34370.00	2416.00
Daya Semu (S)	Keseluruhan (VA)		59595.00	24345.62	67228.63	33415.82
	Tertinggi (VA)		84720.00	45940.00	95340.00	131800.0

Satuan Pengukuran	Nilai Rata-rata	19 Oktober	19-20 Oktober (Night)	20 Oktober (No Cap)	20-31 Oktober
	Terendah (VA)	38720.00	17760.00	37680.00	15260.00
Daya Reaktif (Q)	Keseluruhan (VAR)	16486.44	-19791.37	38822.97	-12446.63
	Tertinggi (VAR)	43120.00	-2781.00	65720.00	63010.00
	Terendah (VAR)	-11340.0	-24300.00	15140.00	-28030.00
Faktor Daya (PF)	Keseluruhan (PF)	0.93	0.47	0.82	0.53
	Tertinggi (PF)	0.98	0.13	0.95	0.99
	Terendah (PF)	0.83	0.47	0.69	0.1

Pada Tabel 3.2 merupakan data yang didapat dari pengukuran pada *Main Distribution Panel*, pada pengukuran ini terdapat 4 klasifikasi waktu pengukuran yang berbeda, diantaranya adalah pengukuran yang dilakukan pada saat jam normal operasional kerja yang dilakukan pada tanggal 19 oktober 2023, saat malam hari yang dilakukan pada tanggal 19-20 oktober 2023, saat jam operasional kerja namun menonaktifkan kapasitor bank terpasang yang dilakukan pada tanggal 20 oktober 2023, dan pengukuran selama 24 jam yang dilakukan pada tanggal 20-31 oktober 2023. Pengukuran ini diukur menggunakan alat ukur *Power Quality Analyzer* yang direkam dalam satuan menit, sehingga dalam satuan menit menghasilkan nilai rata-rata pada satuan detik.