

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1 Pengujian Alat

Untuk mengetahui kinerja dari alat yang telah dibuat, maka dilakukan pengujian pada alat. Seperti yang telah dibahas pada bab sebelumnya pada bagian kriteria pengujian alat, yaitu pengujian dilakukan hanya dari jam 09.00 sampai dengan jam 16.00 dikarenakan waktu yang dibatasi oleh pihak *building management* IDB. Pengujian pengisian *accu* dilakukan dari tegangan 12.44 v sampai 13,84 v, sedangkan untuk pengosongann dilakukan dari tegangan 12.65 v sampai 11.02 v. Kondisi inverter dan beban saat tegangan pada *accu* menyentuh angka 11.02 v langsung padam, sedangkan inverter masih *menstarting* tetapi dengan kondisi tidak menyuplai listrik ke bebean. Pengujian pengosongan dihentikan ketika beban mati pertama kalinya saja, disebabkan karena apabila tegangan pada *accu* dipaksa sampai habis total dikhawatirkan dapat merusak elemen pada *accu* tersebut sehingga tidak dapat digunakan lagi. Pada anel kontrol ATS ini berfungsi ketika PLN mengalami pemadaman dan otomatis *accu* dari PLTB akan menyuplai ke beban dengan sendirinya begitupun dengan inverter yang akan menyala otomatis juga saat PLN padam.

4.1.1.1 Pengukuran Tegangan Dan Arus

Pengujian dilakukan saat *wind turbine* berputar dan diukur *output* tegangannya dengan menggunakan avometer tanpa dihubungkan ke *accu* dan hasil pengukuran yang dilakukan. Pengukuran dilakukan tiap 10 menit karena

untuk mengetahui besar tegangan dan arus yang keluar dari *wind turbine*, karena besar tegangan dan arus sangat ditentukan oleh kecepatan angin. Untuk pengukuran arusnya dibuat paralel dan untuk tegangan dibuat seri. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah ini.

Tabel 4.1. Hasil Pengukuran Tegangan Dan Arus Terhadap Kecepatan Angin Tanpa Beban (Pada Hari Ke-1)

| No | Waktu | Tegangan (V) | Arus (A) | Kec Angin (m/s) |
|----|-------|--------------|----------|-----------------|
| 1 | 09.00 | 7.50 | 0.77 | 1.2 |
| 2 | 09.10 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 09.20 | 7.42 | 0.38 | 0.8 |
| 4 | 09.30 | 7.83 | 0.81 | 1.7 |
| 5 | 09.40 | 7.62 | 0.85 | 2.4 |
| 6 | 09.50 | 8.45 | 0.92 | 1.9 |
| 7 | 10.00 | 7.56 | 0.64 | 0.9 |
| 8 | 10.10 | 7.60 | 0.75 | 1.2 |
| 9 | 10.20 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 10.30 | 7.63 | 0.69 | 0.9 |
| 11 | 10.40 | 8.21 | 0.95 | 2.4 |
| 12 | 10.50 | 9.05 | 1.24 | 2.7 |
| 13 | 11.00 | 11.15 | 2.56 | 4.0 |
| 14 | 11.10 | 11.03 | 2.03 | 3.2 |
| 15 | 11.20 | 7.65 | 0.72 | 2.8 |
| 16 | 11.30 | 9.20 | 1.34 | 3.5 |
| 17 | 11.40 | 10.12 | 1.35 | 3.7 |
| 18 | 11.50 | 11.44 | 2.62 | 4.3 |
| 19 | 12.00 | 11.58 | 2.71 | 4.6 |
| 20 | 12.10 | 11.34 | 2.55 | 3.8 |
| 21 | 12.20 | 9.56 | 1.18 | 2.9 |
| 22 | 12.30 | 10.72 | 1.53 | 4.0 |
| 23 | 12.40 | 11.24 | 2.50 | 4.3 |
| 24 | 12.50 | 12.08 | 2.76 | 5.2 |
| 25 | 13.00 | 12.85 | 3.24 | 5.8 |
| 26 | 13.10 | 12.67 | 3.12 | 5.0 |
| 27 | 13.20 | 11.30 | 2.65 | 3.1 |
| 28 | 13.30 | 11.24 | 2.46 | 3.5 |
| 29 | 13.40 | 12.86 | 3.18 | 5.4 |
| 30 | 13.50 | 11.55 | 2.99 | 3.0 |

Tabel 4.1. Lanjutan

| No | Waktu | Tegangan (V) | Arus (A) | Kec Angin (m/s) |
|----|-------|--------------|----------|-----------------|
| 31 | 14.00 | 12.48 | 3.02 | 4.6 |
| 32 | 14.10 | 12.80 | 3.24 | 5.3 |
| 33 | 14.20 | 12.15 | 2.70 | 4.8 |
| 34 | 14.30 | 20.06 | 4.35 | 7.3 |
| 35 | 14.40 | 18.00 | 3.86 | 4.9 |
| 36 | 14.50 | 18.07 | 4.15 | 6.2 |
| 37 | 15.00 | 18.78 | 4.28 | 7.1 |
| 38 | 15.10 | 15.14 | 3.98 | 5.0 |
| 39 | 15.20 | 14.22 | 3.91 | 5.3 |
| 40 | 15.30 | 12.32 | 3.12 | 4.8 |
| 41 | 15.40 | 12.51 | 3.17 | 5.1 |
| 42 | 15.50 | 15.95 | 3.43 | 6.3 |
| 43 | 16.00 | 13.86 | 3.28 | 5.9 |

4.1.1.2. Pengisian *Accu*

Pengisian *accu* dilakukan selama 2 hari. Hal tersebut dikarenakan adanya kendala pada waktu penelitian yang dilakukan. Hasil pengisian *accu* pada tegangan 12 V dan 3 A dimana dengan meningkatnya kecepatan angin maka meningkat juga tegangan dan arus yang dihasilkan. Kenaikan tegangan hari pertama terjadi pukul 10.00-16.00 WIB sedangkan hari kedua pukul 11.00-16.00 WIB. Maka dapat dilihat pada Tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.2. Hasil Pengukuran Pengisian *Accu* (Pada Hari Ke- 2)

| No | Waktu (t) | Tegangan (V) | Kecepatan Angin (m/s) |
|----|-----------|--------------|-----------------------|
| 1 | 09.00 | 12.44 | 0.7 |
| 2 | 09.10 | 12.43 | 0.2 |
| 3 | 09.20 | 12.42 | 0.9 |
| 4 | 09.30 | 12.42 | 0 |
| 5 | 09.40 | 12.42 | 0 |
| 6 | 09.50 | 12.44 | 0.8 |

Tabel 4.2. Lanjutan

| No | Waktu (t) | Tegangan (V) | Kecepatan Angin (m/s) |
|-----------|----------------------|-------------------------|----------------------------------|
| 7 | 10.00 | 12.45 | 2.1 |
| 8 | 10.10 | 12.50 | 2.7 |
| 9 | 10.20 | 12.48 | 1.8 |
| 10 | 10.30 | 12.51 | 2.5 |
| 11 | 10.40 | 12.53 | 2.0 |
| 15 | 11.20 | 12.60 | 3.2 |
| 16 | 11.30 | 12.54 | 3.0 |
| 17 | 11.40 | 12.51 | 2.6 |
| 18 | 11.50 | 12.47 | 2.1 |
| 19 | 12.00 | 12.52 | 3.4 |
| 20 | 12.10 | 12.44 | 3.0 |
| 21 | 12.20 | 12.43 | 2.7 |
| 22 | 12.30 | 12.42 | 1.6 |
| 23 | 12.40 | 12.61 | 4.2 |
| 24 | 12.50 | 12.73 | 6.3 |
| 25 | 13.00 | 12.64 | 4.7 |
| 26 | 13.10 | 12.60 | 3.4 |
| 27 | 13.20 | 12.73 | 2.8 |
| 28 | 13.30 | 12.70 | 2.4 |
| 29 | 13.40 | 12.72 | 4.3 |
| 30 | 13.50 | 12.75 | 3.1 |
| 31 | 14.00 | 12.73 | 3.0 |
| 32 | 14.10 | 12.76 | 5.9 |
| 33 | 14.20 | 12.77 | 3.4 |
| 34 | 14.30 | 12.76 | 4.3 |
| 35 | 14.40 | 12.78 | 7.3 |
| 36 | 14.50 | 12.75 | 5.8 |
| 37 | 15.00 | 12.77 | 4.2 |
| 38 | 15.10 | 12.78 | 4.7 |
| 39 | 15.20 | 12.81 | 5.0 |
| 40 | 15.30 | 12.73 | 3.4 |
| 41 | 15.40 | 12.76 | 4.2 |
| 42 | 15.50 | 12.81 | 5.8 |
| 43 | 16.00 | 12.83 | 6.2 |

Tabel 4.3. Hasil Pengukuran Pengisian *Accu* (Pada Hari Ke- 3)

| No | Waktu (t) | Tegangan (V) | Kecepatan Angin (m/s) |
|-----------|----------------------|-------------------------|----------------------------------|
| 1 | 09.00 | 12.79 | 1.3 |
| 2 | 09.10 | 12.75 | 0.8 |
| 3 | 09.20 | 12.73 | 1.5 |
| 4 | 09.30 | 12.76 | 2.1 |
| 5 | 09.40 | 12.75 | 1.9 |
| 6 | 09.50 | 12.77 | 0.9 |
| 7 | 10.00 | 12.78 | 1.7 |
| 8 | 10.10 | 12.74 | 2.2 |
| 9 | 10.20 | 12.76 | 2.5 |
| 10 | 10.30 | 12.72 | 2.8 |
| 11 | 10.40 | 12.79 | 3.3 |
| 12 | 10.50 | 12.75 | 3.0 |
| 13 | 11.00 | 12.80 | 4.2 |
| 14 | 11.10 | 12.84 | 4.7 |
| 15 | 11.20 | 12.79 | 3.9 |
| 16 | 11.30 | 12.83 | 5.2 |
| 17 | 11.40 | 12.86 | 4.9 |
| 18 | 11.50 | 12.84 | 5.3 |
| 19 | 12.00 | 12.93 | 6.0 |
| 20 | 12.10 | 12.97 | 5.8 |
| 21 | 12.20 | 12.92 | 3.2 |
| 22 | 12.30 | 12.98 | 5.9 |
| 23 | 12.40 | 13.02 | 6.8 |
| 24 | 12.50 | 13.17 | 4.4 |
| 25 | 13.00 | 13.41 | 4.8 |
| 26 | 13.10 | 13.28 | 4.9 |
| 27 | 13.20 | 13.39 | 2.9 |
| 28 | 13.30 | 13.49 | 6.8 |
| 29 | 13.40 | 13.60 | 7.0 |
| 30 | 13.50 | 13.65 | 3.7 |
| 31 | 14.00 | 13.71 | 6.9 |
| 32 | 14.10 | 13.69 | 5.8 |
| 33 | 14.20 | 13.64 | 2.9 |
| 34 | 14.30 | 13.65 | 5.3 |
| 35 | 14.40 | 13.78 | 5.0 |
| 36 | 14.50 | 13.75 | 6.1 |
| 37 | 15.00 | 13.76 | 5.7 |
| 38 | 15.10 | 13.79 | 4.8 |

Tabel 4.3. Lanjutan

| No | Waktu (t) | Tegangan (V) | Kecepatan Angin (m/s) |
|----|-----------|--------------|-----------------------|
| 39 | 15.20 | 13.84 | 4.6 |
| 40 | 15.30 | 13.82 | 4.8 |
| 41 | 15.40 | 13.85 | 5.0 |
| 42 | 15.50 | 13.84 | 5.2 |
| 43 | 16.00 | 13.85 | 5.1 |

4.1.1.3. Pengujian Pengosongan Tegangan *Accu* Terhadap Seluruh Beban

Setelah pengujian tegangan mencapai hasil maksimum yaitu 13.85V, pengisian dihentikan dan pengujian penggunaan *accu* dilakukan. Pergantian sumber tegangan dari PLN ke PLTB dilakukan dengan beban yang sama, dalam beberapa detik tegangan drop mencapai 12.52V. Tegangan 12.52V, dipakai untuk menyuplai beban yang kemudian di amati setiap 1 menit. Saat tegangan mencapai 11.02V lampu padam. Jadi jadi energi yang digunakan dengan beban 15.3W selama 77 menit. Adapun hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Pengujian Pengosongan Tegangan Pada *Accu* Terhadap Seluruh Beban

| No | Jam | Tegangan (volt) |
|----|-------|-----------------|
| 1 | 16.00 | 12.52 |
| 2 | 16.01 | 12.51 |
| 3 | 16.02 | 12.50 |
| 4 | 16.03 | 12.49 |
| 5 | 16.04 | 12.47 |
| 6 | 16.05 | 12.46 |
| 7 | 12.06 | 12.45 |
| 8 | 16.07 | 12.44 |
| 9 | 16.08 | 12.43 |
| 10 | 16.09 | 12.42 |
| 11 | 16.10 | 12.41 |

Tabel 4.4. Lanjutan

| No | Jam | Tegangan (volt) |
|----|-------|-----------------|
| 12 | 16.11 | 12.40 |
| 13 | 16.12 | 12.39 |
| 14 | 16.13 | 12.38 |
| 15 | 16.14 | 12.37 |
| 16 | 16.15 | 12.36 |
| 17 | 16.16 | 12.35 |
| 18 | 16.17 | 12.34 |
| 19 | 16.18 | 12.33 |
| 20 | 16.19 | 12.32 |
| 21 | 16.20 | 12.31 |
| 22 | 16.21 | 12.30 |
| 23 | 16.22 | 12.29 |
| 24 | 16.23 | 12.28 |
| 25 | 16.24 | 12.27 |
| 26 | 16.25 | 12.25 |
| 27 | 16.26 | 12.24 |
| 28 | 16.27 | 12.22 |
| 29 | 16.28 | 12.21 |
| 30 | 16.29 | 12.19 |
| 31 | 16.30 | 12.18 |
| 32 | 16.31 | 12.16 |
| 33 | 16.32 | 12.14 |
| 34 | 16.33 | 12.13 |
| 35 | 16.34 | 12.11 |
| 36 | 16.35 | 12.09 |
| 37 | 16.36 | 12.08 |
| 38 | 16.37 | 12.06 |
| 39 | 16.38 | 12.04 |
| 40 | 16.39 | 12.02 |
| 41 | 16.40 | 12.00 |
| 42 | 16.41 | 11.98 |
| 43 | 16.42 | 11.97 |
| 44 | 16.43 | 11.95 |
| 45 | 16.44 | 11.93 |
| 46 | 16.45 | 11.91 |
| 47 | 16.46 | 11.89 |

Tabel 4.4. Lanjutan

| No | Jam | Tegangan (volt) |
|----|-------|-----------------|
| 48 | 16.47 | 11.88 |
| 49 | 16.48 | 11.85 |
| 50 | 16.49 | 11.83 |
| 51 | 16.50 | 11.82 |
| 55 | 16.54 | 11.73 |
| 56 | 16.55 | 11.71 |
| 57 | 16.56 | 11.69 |
| 58 | 16.57 | 11.67 |
| 59 | 16.58 | 11.65 |
| 60 | 16.59 | 11.62 |
| 61 | 17.60 | 11.60 |
| 62 | 17.01 | 11.58 |
| 63 | 17.02 | 11.55 |
| 64 | 17.03 | 11.53 |
| 65 | 17.04 | 11.50 |
| 66 | 17.05 | 11.47 |
| 67 | 17.06 | 11.44 |
| 68 | 17.07 | 11.41 |
| 69 | 17.08 | 11.38 |
| 70 | 17.09 | 11.36 |
| 71 | 17.09 | 11.32 |
| 72 | 17.10 | 11.28 |
| 73 | 17.11 | 11.24 |
| 74 | 17.12 | 11.19 |
| 75 | 17.13 | 11.14 |
| 76 | 17.14 | 11.07 |
| 77 | 17.15 | 11.02 |

4.1.1.4. Pengujian Pengosongan Tegangan *Accu* Terhadap Tiap Beban

Pengujian pengosongan tiap beban dilakukan sebanyak 3 kali, yaitu pengujian terhadap beban lampu, eban *charger handphone* dan terhadap seluruh beban. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.5 di halaman berikut ini.

Tabel 4.5. Pengujian Pengosongan Tegangan Pada *Accu* Untuk Setiap Beban

| No | Beban | Daya (Watt) | Waktu (menit) |
|----|---------------------------|----------------|------------------|
| 1 | Lampu | 12 w | 97 menit |
| 2 | <i>Charger</i> HP | 3.3 w | 380 menit |
| 3 | Lampu & <i>Charger</i> HP | 15.3 w | 77 menit |

Jika kondisi angin memutar turbin selama 1 jam sehingga *accu* saat digunakan dapat terisi juga oleh turbin dan waktu yang didapat dengan persamaan sebagai berikut yaitu :

$$\frac{x_1}{y_1} \cdot \frac{x_2}{y_2}$$

$$\frac{15 \text{ Jam}}{77 \text{ menit}} \cdot \frac{16 \text{ Jam}}{y_2}$$

$$Y^2 : \frac{1,28 \times 16}{15}$$

$$Y^2 : \frac{20,48}{15} = 1,36 \text{ Jam}$$

$$= 1,36 \times 60 \text{ (menit)}$$

$$= 81,6 \text{ Menit}$$

4.1.1.5. Pengujian Perpindahan PLN dan PLTB

Pengujian dilakukan untuk mengukur waktu perpindahan ketika PLN *OFF* (mengalami *blackout*) dan PLTB *ON*, begitu juga kondisi sebaliknya, ketika PLTB *OFF* dan PLN *ON*. Pengujian pengukuran waktu perpindahan dari PLTB ke PLN hampir tidak ada kedipan pada lampu indikator panel dan beban. Hasil penelitian tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6. Pengujian Perpindahan Listrik PLN dan PLTB

| No. | <i>Push Bottom</i> | Waktu (<i>second</i>) |
|-----|--------------------|----------------------------|
| 1 | PLN – PLTB | <i>2 second</i> |
| 2 | PLTB -PLN | sangat cepat |

4.1.1.6. Pengujian Pengukuran Tegangan, Arus dan Frekuensi Kepada Sistem

Pengukuran Tegangan, Arus dan Frekuensi terhadap beban dalam alat sistem Hybrid ini dapat dilakukan dalam dua (2) kondisi, yaitu saat PLN On – PLTB Off dan PLN Off – PLTB On, karena disesuaikan dengan sistem kontrol yang dibuat pada panel kontrol. Dapat dilihat pada tabel 4.7 – 4.8 dibawah ini.

Tabel 4.7. Pengukuran Tegangan Arus dan Frekuensi Ketika PLN On dan Tanpa Terhubung Ke Beban

| Item | Tegangan (V) | Arus (I) | Frekuensi (Hz) |
|-------|-----------------|-------------|-------------------|
| PLN | 195 | 0,07 | 49,9 |
| PLTB | - | - | - |
| Beban | - | - | - |

Tabel 4.8. Pengukuran Tegangan Arus dan Frekuensi Ketika PLTB On dan Tanpa Terhubung Ke Beban

| Item | Tegangan (V) | Arus (I) | Frekuensi (Hz) |
|-------|-----------------|-------------|-------------------|
| PLN | - | - | - |
| PLTB | 243 | 0,06 | 54,6 |
| Beban | - | - | - |

Tabel 4.9. Pengukuran Tegangan Arus dan Frekuensi Ketika PLN On dan Terhubung Ke Beban

| Item | Tegangan (V) | Arus (I) | Frekuensi (Hz) |
|-------|--------------|----------|----------------|
| PLN | 193 | 0,80 | 49,9 |
| PLTB | - | - | - |
| Beban | - | - | - |

Tabel 4.10. Pengukuran Tegangan Arus dan Frekuensi Ketika PLTB On dan Terhubung Ke Beban

| Item | Tegangan (V) | Arus (I) | Frekuensi (Hz) |
|-------|--------------|----------|----------------|
| PLN | 244 | 0,06 | 54,6 |
| PLTB | - | - | - |
| Beban | - | - | - |

Jika ingin melihat keluaran tegangan, arus dan frekuensi dari turbin dapat dilihat langsung pada tabel pengukuran arus dan tegangan murni keluaran dari PLTB pada tabel 4.1, dikarenakan suplai dari PLN dan PLTB tidak bisa bersamaan pada sistem kontrol yang telah dibuat. Dan apabila ingin melakukan pengukuran tegangan, arus dan frekuensi keluaran murni dari PLTB terhadap beban itu sangat sulit dilakukan untuk menghubungkan keluaran murni turbin ke beban, dikarenakan banyak komponen pendukung seperti wind generator controller, charger control, dan inverter.

4.2 Pembahasan

Pembuatan maket dengan daya 15,3 watt merupakan simulasi penggunaan beban listrik rumah yang dijadikan tolak ukur sebagai contoh penggunaan beban

listrik pada rumah sesungguhnya yang digunakan untuk gambaran instalasi listrik rumah tangga. Maket dibuat dengan instalasi listrik berupa beban penerangan dan beban stop kontak yang biasa digunakan pada umumnya pada sebuah rumah.

Pada alat yang dibuat, *accu* dijadikan sebagai sumber listrik sekunder pengganti listrik PLN. Penggunaan *accu* sebagai sumber listrik merupakan media penyimpanan energi listrik yang sebenarnya merupakan listrik yang berasal dari turbin angin namun disimpan dalam bentuk energi kimia di dalam *accu*.

Kriteria bahwa *accu* telah mulai terisi dalam proses pengisian yaitu ditandai dengan lampu indikator berwarna merah yang berkedip pada *Wind Generator Controller* dan jika lampu indikator berwarna hijau menyala maka turbin angin dapat menyuplai *accu* dengan tegangan yang konstan pada setiap pengisian *ACCU* dalam keadaan telah dipakai/dikosongkan. *Accu* dikatakan telah kosong jika tegangan pada *accu* 11.02 v dan beban yang digunakan tidak menyala sehingga lampu indikator “*Fault*” pada *Power Inverter* yang seharusnya berwarna hijau menjadi kedip-kedip berwarna merah yang tandanya *accu* harus diisi. Selain itu jika dilakukan pengukuran tegangan/beda potensial pada *accu* saat lampu indikator “*Fault*” berkedip merah maka tegangan pada *accu* telah menurun.

Untuk pengosongan *accu* digunakan dua variasi beban. Dikarenakan jumlah beban yang berbeda-beda maka lama pengosongan *accu* pun juga berbeda. Hasil yang didapatkan yaitu semakin besar beban yang digunakan maka semakin cepat *accu* habis.

Wind controller generator atau kiprok ini yang berfungsi untuk mengubah tegangan AC yang dihasilkan *wind turbine* diubah menjadi tegangan DC.

Keluaran dari *wind generator controller* atau kiprok ini berupa tegangan DC positif (+) dan negatif (-) yang di teruskan ke *charger control*.

Power Inverter yang digunakan ketika mengubah listrik DC menjadi AC mempengaruhi keluaran listrik yang dihasilkannya. Selain itu penggunaan *accu* sebagai penyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia memiliki peluang kehilangan energi ketika proses pengubahannya sehingga *accu* tidak 100% dapat menghasilkan listrik yang telah disimpannya pada saat pengisian (*charging*). Selain itu, karakteristik beban peralatan listrik yang digunakan sebelumnya dengan sumber listrik dari *accu* tersebut akan mempengaruhi nilai energi listrik saat pengisian.

Maket rumah yang dibuat dilengkapi dengan menggunakan panel kontrol yang berfungsi sebagai pengatur otomatis sumber listrik PLN dan PLTB. Panel kontrol otomatis pemindah catu daya ATS. Sehingga panel kontrol dapat bekerja sesuai dengan fungsi. Panel kontrol ATS bekerja ketika sumber utama PLN mengalami *trouble shoot*, maka alat ini akan bekerja memindahkan sumber listrik ke PLTB dan begitu juga sebaliknya. Sumber PLTB digunakan apabila PLN mengalami pemadaman dan akan melakukan pengisian (*charging*) apabila baterai mengalami penurunan tegangan.

Pada *prototype* alat ini PLTB hanya digunakan selama 1 jam. Setelah 1 jam menggunakan sumber PLTB dan apabila PLN belum *ON*, maka beban akan mengalami pemadaman. Apabila sumber PLN *ON* maka PLTB akan *OFF* dan PLN kembali menjadi sumber utama pada beban sedangkan *accu* melakukan pengisian karena terjadi penurunan akibat menyuplai ke beban.

Sistem kerja alat ini yaitu ketika beban sedang dialiri oleh sumber listrik PLN dan jika mengalami pemadaman listrik maka kontaktor pada panel kontrol akan otomatis bekerja sehingga listrik dari *accu* yang telah diubah dari DC ke AC oleh *inverter* akan mengalirkan arus listrik dan menggantikan peran listrik PLN sebagai sumber listrik pada maket.

Tabel 4.7. menunjukkan bahwa kinerja panel kontrol dalam memindahkan catu daya dari PLN ke *accu* tergolong baik dikarenakan waktu perpindahan catu daya yang diujikan sangat singkat bahkan harus diukur dengan menggunakan *stopwatch* yang memiliki presisi dalam satuan *millisecond*. Dari hasil uji yang dilakukan didapatkan waktu perpindahan catu daya yaitu berkisar antara 20 *milliseconds* dan 2 detik. Bahkan pada saat melakukan pengujian pemindahan catu daya dengan penggunaan beban lampu dan *charging handphone* pun tidak mengalami mati / padam sedikitpun (gejala *transient*). Hal ini menunjukkan bahwa dengan penggunaan *accu* yang diatur oleh panel kontrol otomatis pemindah catu daya dapat mengurangi terjadinya kerusakan alat elektronik yang sering terjadi karena terjadinya pemadaman tiba-tiba.

Apabila dilihat dari sisi kebutuhan akan listrik ketika listrik PLN padam, akan menjadi solusi yang tepat jika listrik yang dihasilkan dari PLTB yang telah disimpan dalam *accu* digunakan sebagai sumber listrik alternatif saat terjadi gangguan pada sumber listrik utama seperti PLN terutama untuk kebutuhan-kebutuhan seperti penerangan khususnya.

4.3. Kelebihan dan Kekurangan Alat

Dari pembahasan yang telah dijabarkan, alat yang telah dibuat memiliki kelebihan juga kekurangan dalam proses kerjanya.

4.3.1. Kelebihan Alat

1. Instalasi listrik rumah menggunakan dua sumber PLN dan PLTB dapat mengurangi/menghemat penggunaan PLN sebagai sumber listrik utama.
2. Penggunaan PLTB sebagai sumber energi listrik sekunder yang ramah lingkungan dan tidak menghasilkan polusi.
3. Instalasi listrik rumah akan tetap teraliri arus listrik meskipun sumber listrik PLN padam karena tersedianya *accu* sebagai sumber listrik cadangan (sumber alternatif).
4. Aliran listrik dari *accu* secara otomatis akan langsung mengalir tanpa perlu melakukan pengaturan alat untuk sumber listrik cadangan ketika listrik PLN padam.
5. Tidak memerlukan bahan bakar layaknya penggunaan *Genset* sebagai sumber tenaga, hanya dengan melakukan pengisian ulang *accu* oleh turbin angin.
6. Dengan tersedianya listrik cadangan pada rumah maka penghuni rumah dapat nyaman dan terbebas dari pemadaman listrik secara tiba-tiba.
7. Umur penggunaan *wind turbine* yang cukup lama yaitu kurang lebih mencapai 15 tahun.
8. Dapat di *upgrade* daya keluaran *wind turbine*.
9. Dapat diservice (*maintenance*) berkala.

10. Inverter dapat bekerja otomatis saat PLN padam.

4.3.2. Kekurangan Alat

1. Penggunaan PLTB sebagai sumber listrik sekunder memerlukan biaya yang tidak sedikit untuk proses fabrikasinya.
2. Suara yang bising saat turbin angin berputar.
3. Kincir angin dapat berputar secara maksimal sesuai dengan rating kecepatan angin yang sesuai dengan spesifikasi turbin.
4. Mudah tersambar petir apabila tidak dipasang pengaman *arrester*.
5. Cuaca pada saat hujan menjadi kendala karena angin setelah hujan hampir tidak ada saat melakukan pengetesan dengan anemometer, sehingga *wind turbine* tidak maksimal bekerja.
6. Terbatasnya *accu* sebagai baterai penyimpanan energi listrik, terutama jika untuk memenuhi kebutuhan energi listrik yang besar dan untuk waktu yang lama untuk sebuah rumah. Sehingga diperlukan *accu* dengan kapasitas besar atau dilakukan penambahan *accu* sesuai dengan yang dibutuhkan.