



Analisa Baterai Sebagai Sumber Kelistrikan Kendaraan Roda Dua Ditinjau Dari Kapasitas Dan Efisiensi

Cahyaning Nur Karimah ^{1*}, Alex Taufiqurrohman Zain ¹, dan Acmad Luqman Nofiansyah ¹

Sitasi: Karimah, C. N.; Zain, A. T.; Nofiansyah, A. L. (2023). Analisa Baterai Sebagai Sumber Kelistrikan Kendaraan Roda Dua Ditinjau Dari Kapasitas Dan Efisiensi. J-TETA: Jurnal Teknik Terapan, V2i1, hlm.1-11, <https://doi.org/10.25047/jteta.v2i1.24>



Copyright: © 2023 oleh para penulis. Karya ini dilisensikan di bawah Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

¹ Prodi Mesin Otomotif, Politeknik Negeri Jember

* cn.karimah@polije.ac.id

Abstract: This study aims to determine the effect of the comparison of Lithium Iron Phosphate (LiFePO₄) batteries with dry and wet batteries as a substitute for batteries in automatic motorcycles. The method used in this study is to compare the efficiency value against each yield value of Lithium Iron Phosphate (LiFePO₄) batteries, dry batteries, and wet batteries. The results of this study are when testing the discharge (discharger) and charging (charger) the results of the calculation of the efficiency of Lithium Iron Phosphate (LiFePO₄) batteries are 96,02%, dry batteries are 84,76%, and wet batteries are 92,22%.

Keywords: LiFePO₄, Accu, Efficiency, Capacitancy

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan dari baterai Lithium Iron Phosphate (LiFePO₄) dengan aki kering dan aki basah sebagai pengganti accu pada sepeda motor matic. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah membandingkan nilai efesiensi terhadap setiap nilai hasil dari baterai Lithium Iron Phosphate (LiFePO₄), aki kering, serta aki basah. Hasil dari penelitian ini adalah saat pengujian pengosongan (discharger) dan pengisian (charger) di peroleh hasil perhitungan

efisiensi baterai Lithium Iron Phosphate (LiFePO₄) paling tinggi sebesar 96,02%, aki kering sebesar 84,76%, dan aki basah sebesar 92,22%.

Kata kunci: LiFePO₄, aki, efisiensi, kapasitansi

1. Pendahuluan

Energi merupakan kemampuan untuk melakukan usaha. Energi dapat di temukan dalam kehidupan sehari-hari seperti energi kinetik, potensial, termal, listrik, kimia, dan berbagai bentuk lainnya. Energi tidak dapat diciptakan ataupun dimusnahkan melainkan berubah bentuk ke bentuk energi lainnya. Konsep energi diharapkan memiliki efisiensi yang baik, sehingga energi tidak terbuang dalam bentuk panas.

Salah satu bentuk energi yang sangat esensial untuk berbagai aktivitas manusia adalah energi listrik. Energi listrik ini bisa diperoleh dari pembangkit listrik tenaga angin, tenaga nuklir, pembakaran batu bara, dan reaksi kimia. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi, kebutuhan terhadap energi semakin meningkat. Sebagian besar energi diperoleh dari sumber energi berbahan fosil seperti batu bara, minyak bumi, gas alam dan sebagainya. Namun, ini berdampak pada lingkungan baik sumber daya fosil yang semakin tipis, eksplorasi kekayaan alam untuk penggalan sumber energi fosil merusak ekosistem, emisi gas yang memperburuk kualitas udara hingga peningkatan gas rumah kaca yang menipiskan lapisan ozon bumi [1]. Jika permasalahan ini tidak segera diatasi, maka terjadinya kerusakan lingkungan dan krisis energi tidak dapat dihindari.

Moda transportasi yang banyak digunakan di Indonesia menurut data BPS 2020 merupakan kendaraan roda dua [2]. Terdapat beberapa jenis kendaraan roda dua berdasarkan sistem penggerakannya yaitu konvensional yaitu mesin berbahan bakar dalam, motor listrik, dan hybrid. Sistem kelistrikan pada kendaraan konvensional menggunakan akumulator atau aki. Aki merupakan suatu alat dimana energi listrik diubah menjadi energi kimia (mengisi) dan energi kimia ini nanti diubah lagi menjadi energi listrik. Kegunaan aki yang terpenting adalah untuk menghidupkan mesin pada sepeda motor dan mobil. Jika ditinjau dari larutan elektrolitnya, dibedakan menjadi dua, yaitu aki asam (aki timah) dan aki alkalin (aki NiCd).

Menyikapi ancaman kerusakan lingkungan dan krisis energi maka pemerintah mengarahkan untuk melakukan percepatan penerapan kendaraan bermotor listrik berbasis baterai hingga mendukung program konversi kendaraan konvensional ke kendaraan listrik. Tidak sedikit juga pelaku usaha yang bergerak dibidang otomotif baik besar maupun kecil mulai mengasah kemampuan untuk menjadi tenaga ahli teknis pada kendaraan bermotor listrik hingga melakukan pengembangan kendaraan hybrid untuk mendapatkan torsi yang mumpuni dengan kebutuhan sumber energi yang masih bisa di kompensasi.

Aki merupakan komponen penting dalam sistem kelistrikan kendaraan bermotor. Baik pada kendaraan konvensional, hibrid hingga listrik, aki masih digunakan sebagai sumber daya komponen kelistrikan. Untuk memaksimalkan kinerja kendaraan salah satunya adalah dengan menjaga dan memilih aki atau baterai yang sesuai dengan karakteristik dan jenis penggerak kendaraan. Ada dua jenis aki yang digunakan masyarakat untuk kendaraan yaitu aki basah dan aki maintenance free. Aki basah memiliki cairan elektrolit yang berada di dalamnya. Cairan tersebut terdiri dari campuran air dan asam sulfat (H₂SO₄) yang masyarakat secara umum mengenalnya sebagai air aki atau accu zuur. Fungsi utama dari accu zuur ini adalah merendam sel-sel pada aki basah.

Beberapa keunggulannya dari baterai LiFePO₄ antara lain memiliki kapasitas teoritis tinggi 170 Mah/g [3], siklus hidup yang panjang, aman, ramah lingkungan, biaya hidup yang relatif rendah [4]. Penelitian Abera et al (2014) menyatakan bahwa life cycle LiFePO₄ diestimasi dapat mencapai 6 tahun 5 bulan dimana hampir dua kali lipat dari pada aki kering.

Kapasitas dan efisiensi baterai mempengaruhi kinerja kendaraan dan berpengaruh pada perawatan kendaraan roda dua. Kapasitas dan efisiensi ini sejalan dengan jenis materi dari masing-masing baterai beserta perlakuan saat mengoperasikan baterai tersebut. Untuk mendukung percepatan konversi kendaraan konvensional ke kendaraan listrik berbasis baterai maka Penelitian ini dilakukan untuk menganalisa baterai untuk dapat dioperasikan sesuai dengan karakteristiknya dan menunjukkan baterai mana yang lebih baik performanya.

2. Bahan dan Metode

Penelitian diawali dengan persiapan alat dan bahan untuk menghitung kapasitansi dan efisiensi baterai, seperti pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Alat dan Bahan penelitian

No	Alat	Bahan
1.	Multimeter	Aki kering
2.	Stopwatch	Aki basah
3	Tang meter	Baterai cell LiFePO4 32650
4	Kamera	Kabel
5	Sepeda motor	Holder baterai
6	Battery charger	Akrilik
7	Battery tester capacity	Resistor 10 Ω

Metode penelitian menggunakan metode eksperimental dengan melakukan perbandingan kapasitas dan efisiensi dari baterai lithium dan aki. Setelah penyiapan alat dan bahan selesai, langkah berikutnya perakitan baterai. Sebelum melakukan perakitan, baterai perlu dikarakterisasi dengan mengecek jumlah sel, tegangan per sel, tegangan nominal hingga kapasitas baterai. Karakterisasi baterai tertera pada tabel 2 berikut:

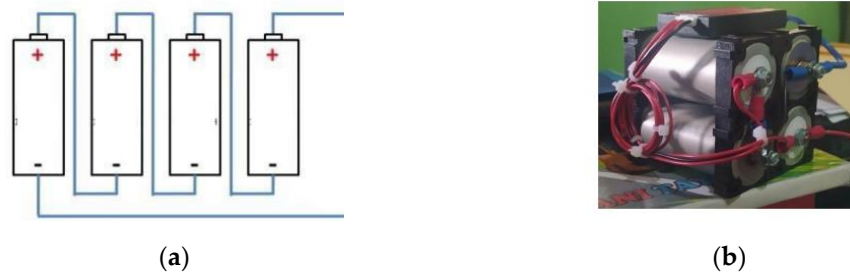
Tabel 2. Karakterisasi baterai

Jenis	Lithium (LiFePO4)	Lead acid (Aki basah)	Lead acid (aki kering)
Tegangan nominal	12.8 V	12 V	12 V
Jumlah sel	4 sel	6 sel	6 sel
Tegangan per sel	3.2 V	2 V	2 V
Kapasitas nominal	5 Ah	5 Ah	5 Ah
Energi baterai	64 Wh	60 Wh	60 Wh

Tahapan perakitan baterai untuk lead acid langsung menggunakan baterai kompak dengan mengecek tegangan menggunakan multimeter. Sedangkan untuk perakitan baterai LiFePO4 32650 dirakit secara seri sebanyak 4 buah dengan metode perakitan seperti pada gambar 1. Setelah baterai lithium selesai terakit pada holder dengan BMS common port 4s, langkah berikutnya adalah pengecekan tegangan nominal dari rakitan baterai menggunakan multimeter. Setelah kondisi baterai memenuhi ≥ 12 V, langkah berikutnya adalah melaksanakan pengujian untuk mendapatkan nilai kapasitas melalui metode pengosongan dan pengisian menggunakan battery tester capacity. Perhitungan kapasitas baterai sesuai dengan persamaan 1 berikut [5]:

$$C (\text{Ah}) = I (\text{ampere}) \times t (\text{hours}) \quad (1)$$

Dimana: C (Ah) = Kapasitas baterai
 I (ampere) = Arus
 t (jam) = waktu



Gambar 1. Rakitan baterai lithium iron phosphate 32650 secara seri: (a) skematik rangkaian, (b) rangkaian baterai dengan BMS

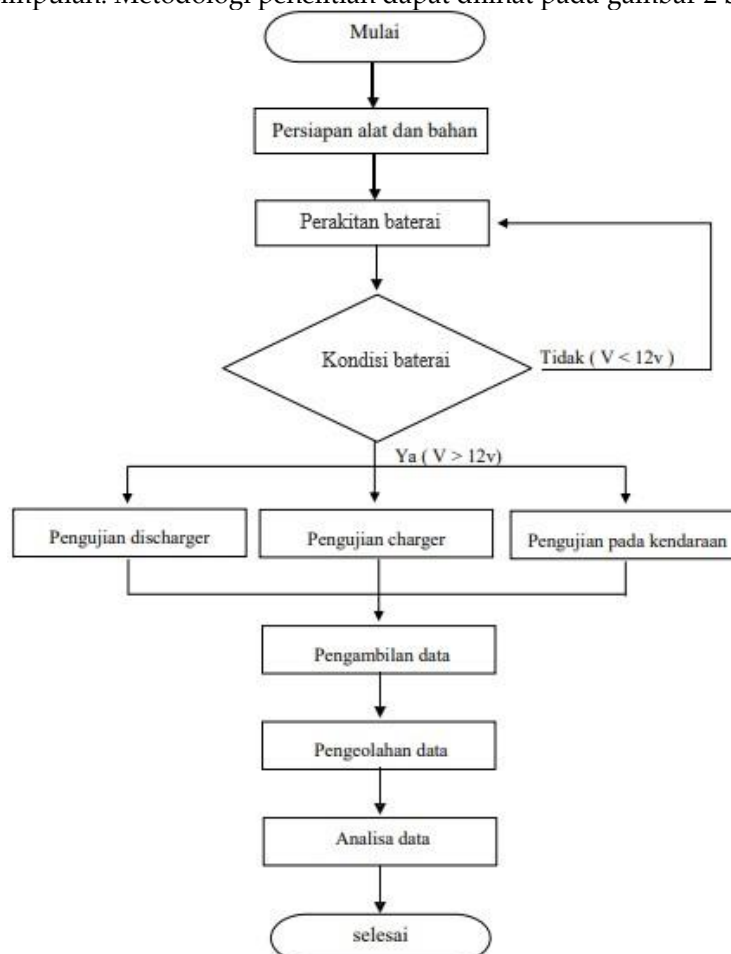
Nilai efiseinsi didapat juga melalui aktifitas pengisian dan pengosongan dengan metode slow discharge & slow charge. Efisiensi baterai didapat dari membandingkan daya yang dibutuhkan saat pengosongan dan dayang yang masuk saat pengisian. Perhitungan efisiensi baterai sesuai dengan persamaan 2 berikut:[6]

$$\eta = \frac{p_o}{p_i} \times 100 \tag{2}$$

Dimana: η = efisiensi
 P_o =daya keluar
 P_i =daya masuk

Pengujian terakhir adalah pengujian pada kendaraan dalam kondisi starter. Pengujian akan melibatkan motor matic dengan 3 jenis baterai. Parameter yang teramati adalah voltase dan arus yang dibutuhkan saat starter.

Setelah pengambilan data uji selesai dilanjut melakukan pengolahan data hingga kesimpulan. Metodologi penelitian dapat dilihat pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Metodologi penelitian.

3. Hasil

Pada bagian ini akan dipaparkan hasil dari penelitian kapasitansi dan efisiensi dari 3 jenis baterai yaitu lead acid (aki kering dan aki basah) dan baterai lithium (LiFePO₄). Nilai kapasitas dan efisiensi baterai didapat melalui pengujian dengan metode pengisian dan pengosongan lambat. Pengambilan data untuk pengisian dan pengosongan dilakukan selama 1 jam (60 menit). Selain menganalisa kapasitansi dan efisiensi ke tiga baterai, dilakukan juga pengujian saat starter pada kendaraan matic. Pengujian starter ini dilakukan selama 20 menit tiap jenis baterai. Spesifikasi teknis dari kendaraan terlihat pada tabel 3 berikut:

Tabel 3. Spesifikasi kendaraan roda dua untuk pengujian starter

Spesifikasi	Keterangan
Tipe mesin	4 langkah, SOHC
Tipe transmisi	Matic
Daya maksimum	8,2 kW (11,1 PS) / 8500 RPM
Torsi maksimum	10,8 Nm (1,1 kgf.m) / 5000 RPM
Tipe starter	Elektrik
Tipe kopling	Otomatis, tipe kering
Baterai	12 V dan 5 Ah
Pengapian	Full transistorize
Daya lampu Led depan	2,2 W (low) – 4,4 W (high)

3.1. Pengosongan Baterai

Pengujian pengosongan baterai dengan menggunakan baterai capacity tester. Sebelum melaksanakan pengujian pengosongan, kondisi baterai harus full charge. Kondisi full charge dari baterai lithium sesuai tabel 2 adalah 12,8 V, sedangkan aki kering dan aki basah berturut-turut adalah 12 V. Pada tabel 4, merupakan hasil pengosongan tiga baterai selama 60 menit dengan pemantuan tiap 5 menit.

Tabel 4. Data hasil pengosongan baterai terhadap waktu

Jenis baterai	LiFePO ₄			Aki basah			Aki kering		
	Waktu (menit)	I (A)	V (V)	C (Ah)	I (A)	V (V)	C (Ah)	I (A)	V (V)
5	2,17	12,14	181	2,14	11,44	179	2,13	11,46	183
10	2,16	12,10	362	2,13	11,39	357	2,08	11,21	359
15	2,16	12,09	541	2,11	11,34	534	1,90	10,28	524
20	2,14	12,07	720	2,10	11,29	709			
25	2,14	12,03	899	2,09	11,24	885			
30	2,14	12,01	1081	2,08	11,18	1058			
35	2,14	11,99	1256	2,07	11,14	1234			
40	2,13	11,96	1437	2,06	11,10	1406			
45	2,12	11,94	1615	2,05	11,06	1578			
50	2,11	11,94	1794	2,05	11,02	1749			
55	2,11	11,92	1967	2,04	10,98	1920			
60	2,11	11,91	2144	2,03	10,94	2092			

Berdasarkan tabel 4, pengujian pengosongan (discharging) ketiga baterai dihubungkan dengan beban dan durasi pengosongan yang sama. Hasil pengosongan tiga jenis baterai yaitu LFP dan aki basah memiliki karakteristik yang sama yaitu arus dan tegangan baterai saat pengosongan dengan pembebanan relatif mengalami penurunan secara bertahap. Sedangkan untuk aki kering memiliki penurunan yang signifikan. Proses pengosongan baterai lithium menit pertama mencatatkan tegangan sebesar 14,7 V kemudian pada menit ke 5 hingga menit ke 60 seperti terlihat pada tabel 4. Sedangkan

pada aki basah dan aki kering, untuk menit perta proses pengosongan tercatat memiliki tegangan yang sama yaitu 11,8 V kemudian di menit ke 5 hingga ke 60 tercatat seperti pada tabel 4. Rata-rata arus discharge baterai LFP selama 1 jam adalah sebesar 2,13 A dan rata-rata tegangannya adalah 12 V. Aki basah memiliki rata-rata arus discharge selama 1 jam sebesar 2,08 A dan rata-rata tegangan sebesar 11,18 V. Sedangkan aki kering memiliki rata-rata arus discharge selama 15 menit sebesar 2,04 A dan rata-rata tegangannya sebesar 10,98 V. Sehingga masing-masing baterai secara berurutan memiliki energi saat discharge sebesar 25,65 Wh untuk baterai lithium, 23,24 Wh untuk aki basah dan 22,37 Wh untuk aki kering.

3.2. Pengisian Baterai

Pengujian pengisian baterai dilakukan dengan bantuan charging baterai yang disamakan tegangannya. Dalam pengambilan data pengisian baterai menggunakan baterai charger dengan feature balancing. Data hasil pengisian baterai terlohat pada tael 5 berikut:

Tabel 5. Data hasil pengisian baterai terhadap waktu

Jenis baterai	LiFePO4			Aki basah			Aki kering		
	Waktu (menit)	I (A)	V (V)	C (mAh)	I (A)	V (V)	C (mAh)	I (A)	V (V)
5	1,99	13,7	162	1,98	13,3	163	1,40	14,4	117
10	1,99	13,7	327	1,98	13,3	329	1,18	14,4	225
15	1,99	13,7	493	2,00	13,5	496	0,90	14,4	311
20	1,99	13,7	660	1,92	13,5	634	0,80	14,4	383
25	1,97	13,7	825	1,84	13,6	759	0,58	14,4	439
30	1,96	13,7	989	1,76	13,6	885	0,54	14,4	490
35	1,94	13,7	1150	1,67	13,7	1010	0,47	14,4	531
40	2,02	13,7	1323	1,59	13,8	1135	0,31	14,4	563
45	1,99	13,7	1490	1,51	13,8	1260	0,32	14,4	590
50	1,94	13,7	1655	1,43	13,9	1386	0,26	14,4	613
55	1,97	13,8	1821	1,39	14	1511	0,23	14,4	633
60	2.01	13,9	1986	1,26	14	1637	0,19	14,4	649

Pengisian baterai dilakukan dengan menggunakan pengisi daya yang memiliki tegangan keluaran yang sama untuk ketiga baterai. Hasil pengisian (charging) baterai terlihat pada tabel 5 diatas. Pada baterai LFP untuk mode pengisian di menit pertama mencatatkan tegangan sebesar 13,5 V dan arus sebesar 1,8 A. Mode pengisian pada aki basah pada menit pertama mencatatkan tegangan sebesar 13,1 V dan arus sebesar 1,7 A. sedangkan mode pengisian pada aki kering pada menit pertama tercatat memiliki tegangan sebesar 14 V dan arus sebesar 1,15 A. Pada menit berikutnya hingga 60 menit mencatatkan data seperti pada tabel 5 untuk ketiga baterai.

3.3. Analisa efisiensi baterai dan pengujian pada kendaraan

Efisiensi baterai didapat dari membandingkan daya yang dikeluarkan dengan daya masuk dikali 100. Dimana parameter-parameter untuk menemukan nilai daya sudah muncul / ada dalam aktivitas pengosongan dan pengisian baterai. Dalam analisa efisiensi ini, terdapat dua tinjauan yaitu, efisiensi baterai dan efisiensi saat kendaraan dalam kondisi starter. Pengambilan data dilakukan pada tiga jenis baterai dengan metode pengisian dan pengosongan lambat. Kalkulasi efisiensi baterai saat pengisian dan pengosongan dapat dilihat pada tabel 6 berikut:

Tabel 6. Data efisiensi baterai saat pengisian dan pengosongan terhadap waktu.

Jenis baterai	LiFePO4			Aki basah			Aki kering		
	P out (W)	P in (W)	η (%)	P out (W)	P in (W)	η (%)	P out (W)	P in (W)	η (%)
5	26,31	27,4	96,02	24,53	26,6	92,22	24,41	28,8	84,76
10	26,12	27,4	95,33	24,24	26,6	91,13	23,33	28,8	81,01
15	26,07	27,4	95,15	23,92	27	88,59	19,56	28,8	67,92
20	25,85	27,4	94,34	23,70	27	87,78			
25	25,76	27,4	94,01	23,51	27,2	86,43			
30	25,68	27,4	93,72	23,25	27,2	85,48			
35	25,60	27,4	93,43	23,06	27,4	84,16			
40	25,52	27,4	93,14	22,89	27,6	82,93			
45	25,27	27,4	92,23	22,72	27,6	82,32			
50	25,24	27,4	92,12	22,57	27,8	81,19			
55	25,19	27,6	91,27	22,40	28	80,00			
60	25,17	27,8	90,54	22,22	28	79,36			

Setelah didapati hasil efisiensi baterai, pengujian terakhir dilakukan pada kondisi starter kendaraan roda dua matic dengan tipe starter elektrik. Pengujian dilakukan pada semua jenis baterai uji untuk mengetahui efisiensi saat kondisi kendaraan dilakukan starter. Pengujian starter memiliki jed waktu selama 20 menit Data hasil kebutuhan tegangan dan arus saat strater dapat dilihat pada tabel 7 berikut:

Tabel 7. Data efisiensi baterai saat kondisi kendaraan dilakukan starter

Baterai	Tegangan saat starter (V)	Arus saat starter (A)	Pengujian ke
LiFePO4	12,96	2,7	1
	11,25	2,4	2
	11,59	2,2	3
	11,3	3,2	4
Aki basah	10,29	2,3	1
	10,29	2	2
	10,95	1,5	3
	10,4	2,7	4
Aki keirng	9,47	1,7	1
	9,53	1,5	2
	8,99	1,4	3
	11,8	1,7	4

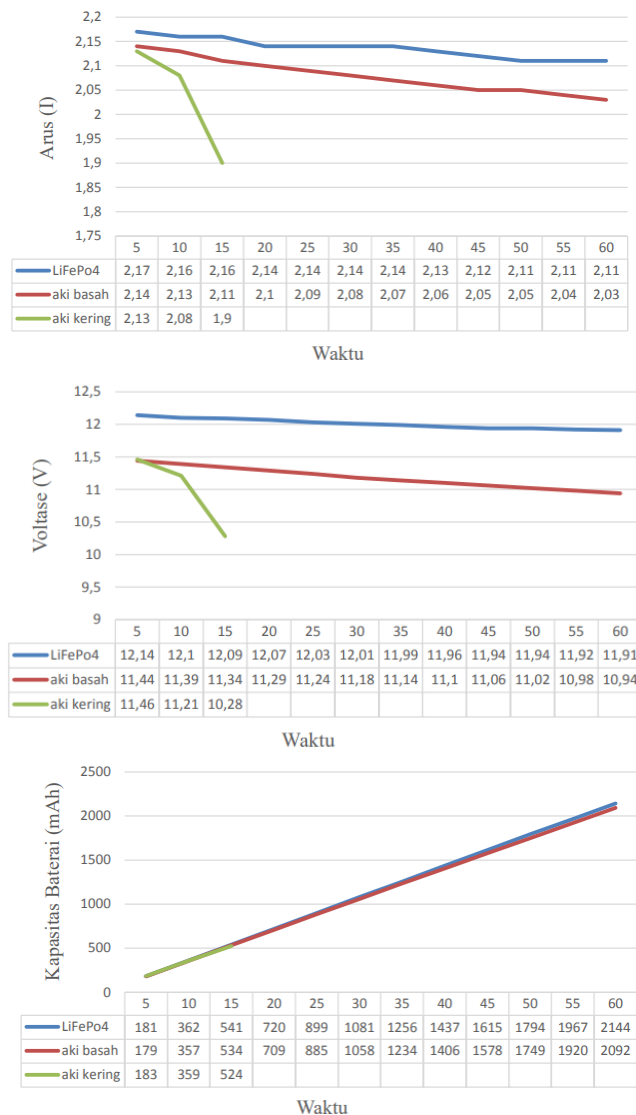
4. Pembahasan

Proses pengosongan (discharge) ketiga baterai telah dilakukan, menghasilkan parameter arus, tegangan dan kapasitas discharge selama 60 menit atau 1 jam. Gambar 3 adalah grafik masing-masing baterai terhadap parameter dan waktu discharge. Hasil pengosongan aki kering memiliki waktu yang sangat singkat. Berbeda dengan baterai LFP dan aki basah yang memiliki waktu lebih lama untuk pengosongan. Kedalaman pengosongan atau yang lebih sering disebut dengan DoD (Depth of Discharge) merupakan jumlah energi yang telah digunakan dari baterai dalam prosentase[5]. DoD untuk masing-masing baterai setelah dikalkulasi sesuai persamaan 3 untuk baterai lithium, aki basah dan aki kering secara berturut-turut adalah 40%, 37%, dan 39%. Kedalaman pengosongan sebuah baterai sangat mempengaruhi siklus hidup baterai sesuai dengan jenis masing-masing baterai [7]. Sehingga kedalaman pengosongan yang diperbolehkan jenis baterai lithium akan berbeda dengan kedalaman pengosongan yang

diperbolehkan pada jenis baterai lead acid. Penelitian kali ini membatasi proses pengosongan baterai maksimal pada DoD 40% untuk lithium dan 39% untuk lead acid berimbang pada durasi pengosongan baterai yang dijaga sama dan diamati per 5 menit. Berikut adalah persamaan untuk menghitung DoD[6]:

$$DoD = \frac{\text{rata - rata energi yang dikeluarkan}}{\text{Energi baterai}} \tag{3}$$

Berdasarkan gambar 3 pada grafik arus terhadap waktu pengosongan terlihat bahwa semakin lama waktu pengosongan maka arus akan semakin turun. Terlihat bahwa penurunan arus yang signifikan terjadi pada aki kering. Penurunan arus yang relatif stabil ada pada baterai lithium. Pada grafik tegangan terhadap waktu terlihat juga bahwa penurunan tegangan saat pengosongan yang paling signifikan terjadi pada aki kering. Penurunan tegangan yang relatif stabil ada pada baterai lithium dengan penurunan tegangan pada 5 menit pertama mencapai 12,14 V. Pada grafik kapasitas pengosongan terhadap waktu memperlihatkan karakteristik yang sama yaitu semakin lama waktu pengosongan suatu baterai maka kapasitas pengosongan (discharge) semakin besar hingga ke menit 60.



Gambar 3. Grafik pengosongan parameter arus, tegangan dan kapasitas terhadap waktu.

Proses pengisian (charge) ketiga baterai sudah dilakukan dan grafik terhadap parameternya terlihat pada gambar 4. Parameter pengisian baterai sama seperti ipada proses pengosongan yaitu arus, tegangan dan kapasitas saat pengisian. Berdasarkan kalkulasi tegangan maksimum per sel dari baterai lithium menghasilkan tegangan maksimum sebesar 14,8 V dengan tegangan open-circuit baterai sebesar 13,6 V [5]. Dalam metode pengisian dengan kosntan voltage bahwa tegangan perlu dijaga pada range 13,8-14,7 v untuk menghindari penurunan performa baterai litium 12 v karena reaksi kimia [8]. Untuk baterai lithium, plat atau terminal positif akan lebih sering mengalami ketidakstabilan ketika terjadi rekombinasi atau terbentuknya area deplesi dalam periode yang panjang dan ini akan meyebabkan kehilangan kapasitas secara permanen [9]. Sehingga untuk menghindari hal tersebut sebelum dilakukan pengisian baterai lithium harus memiliki energi simpanan 50% (SOC) artinya, pengosongan siklus sebelumnya tidak lebih dari 50% [10].

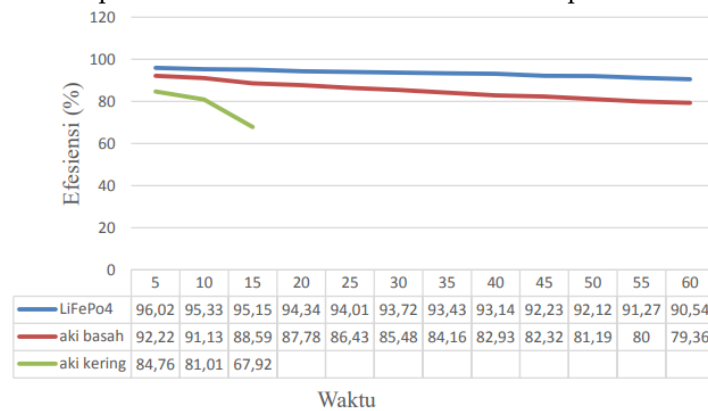


Gambar 4. Grafik pengisian parameter arus, tegangan dan kapasitas terhadap waktu

Hasil pengisian tiga jenis baterai terlihat pada gambar 4 yang memperlihatkan terjadi perubahan secara bertahap pada grafik arus terhadap waktu. Dimana perubahan yang cenderung stabil ada pada baterai lithium. Pengisian pada aki kering menunjukkan degradasi penurunan yang signifikan seiring berjalannya waktu pengisian. Pada grafik tegangan hanya aki basah yang mengalami peningkatan secara bertahap dari menit ke 5

hingga ke 60 dari pengisian. Sedangkan baterai lithium cenderung konstan dan mulai mengalami peningkatan tegangan pada menit ke 55 sebesar 13,8 V. Untuk aki kering dari menit ke 5 hingga ke 60 memiliki tegangan pengisian yang sama yaitu 14,4 V.

Setelah menganalisa proses pengosongan dan pengisian ketiga baterai, dilakukan penganalisaan efisiensi baterai berdasarkan daya yang dikeluarkan dibanding dengan daya masuk. Terlihat pada gambar 5 bahwa efisiensi tertinggi adalah dari baterai lithium yang mencapai 96,02 %. untuk aki basah dan aki kering memiliki efisiensi terbesar sebesar 92,22% dan 84,76%. Ini menunjukkan bahwa performa baterai lithium lebih baik daripada aki basah maupun aki kering jika ditinjau dari aktivitas pengosongan, pengisian dan efisiensi daya. Ini juga sejalan dengan penelitian andras pagkung dan K. P. Budi memperlihatkan bahwa performa baterai lithium lebih baik daripada lead acid [11 & 12].



Gambar 5. Grafik efisiensi ketiga baterai

Dilakukan pengujian pada kendaraan berupa tegangan dan arus saat starter seperti terlihat pada tabel 7 sebagai tambahan kajian untuk penelitian baterai. Terlihat bahwa dari baterai lithium kebutuhan tegangan dan arus saat starter mencapai nilai tertinggi. Sedangkan yang terendah diperoleh dari aki kering dengan tegangan sebesar 9,47 V dan arus sebesar 1,7 A. Kebutuhan daya saat starter ini merupakan kebutuhan dasar kendaraan nyala hidup. Keberhasilan saat starter salah satunya bergantung pada kondisi baterai. Saat baterai mengalami kondisi starter, tegangan akan drop maksimal hingga mencapai 8 V setelah selesai melakukan starter dan kondisi kendaraan hidup, tegangan baterai akan kembali normal dengan mode pengisian (charging). Jika kondisi baterai saat satrter drop melebihi 8 V dan setelahnya tegangan tidak kembali pada kondisi awal maka aki atau baterai bisa dikatakan soak.

Berdasarkan aktivitas pengosongan dan pengisian hingga kalkulasi efisiensi dan kebutuhan saat starter yang sudah dipaparkan diatas, kajian baterai sebagai sumber kelistrikan kendaraan roda dua perlu dilengkapi dengan analisa tentang hubungan kedalaman pengosongan terhadap siklus hidup baterai yang membutuhkan kajian pengisian dan pongosongan lebih lama. Hal ini juga berkaitan dengan kesehatan baterai (SOH) yang juga perlu dianalisa untuk melengkapi kajian mengenai baterai untuk kendaraan roda dua maupun sebagai awal kajian untuk sumber kelistrikan pada kendaraan konvensional yang di konversi ke kendaraan listrik berbasis baterai.

5. Kesimpulan

Kesimpulan dari kajian baterai sebagai sumber kelistrikan kendaraan roda dua ditinjau dari kapaistas dan efisiensi yaitu:

1. Perbandingan nilai Kapasitas baterai, votase baterai, dan arus dari bataraai LiFePo4, aki basah, serta aki kering yang di tinjau dari aktifitas pengisian (charging) dan pengongan (discharging).

2. Hasil pengujian baterai LiFePO₄ memiliki kapasitas baterai tertinggi sebesar 2151 mAh dengan arus pengosongan 2.11 A dan Voltase 11.91 V pada saat aktifitas pengosongan (discharging) selama waktu 60 menit.
3. Perbandingan efisiensi pada baterai LiFePO₄, aki basah serta aki kering memiliki efisiensi yang berbeda-beda. Baterai LiFePO₄ memiliki efisiensi yang tinggi dibandingkan aki basah dan aki kering dengan nilai efisiensi sebesar 96.02%.
4. Berdasarkan hasil pengujian baik pengisian dan pengosongan hingga analisa efisiensi dan pengujian pada kendaraan memperlihatkan bahwa performa paling baik adalah dari baterai lithium iron phosphat.

Referensi

- [1] Ministry of Energy and Mineral Resource Republic of Indonesia. (2020). "Handbook Of Energy & Economic Statistics Of Indonesia". Jakarta : Ministry of Energy and Mineral Resource Republic of Indonesia. ISSN 2528-3464: 26
- [2] Junaidi, K. H. Khwee, A. Hiendro, "Migrasi baterai lithium dari mode otomotif ke mode penyimpanan energy untuk sistem pembangkit listrik tenaga surya", pada Jurnal Elkha, vol 8 No2, 2016
- [3] Mazman dkk, "Optimization of LiFePO₄ sythesis by hydrothermal method", pada Turkish Journal chemistry, no 38, hal 297-308, 2014.
- [4] X. Wang dkk, "Use Of LiFePO₄ batteries in stand-alone solar solar system", pada Procedia, 25, hal 135-140, 2012..
- [5] D. Linden, T. B. Reddy, Handbook of Batteries, 3rd ed, United State of America: McGraw-Hill, 2002
- [6] I. Zidni, "Analisa efisiensi pengisian muatan baterai lithium iron phosphat (LiFePO₄)", Skripsi, Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia, 2020
- [7] S. Indah, Rumiasih, R.S. Carlos, F. Anton, "Analisa penentuan kapasitas baterai dan pengisiannya pada mobil listrik", pada Elektra, Vol 4 No 2, hal 29-37, Juli 2019.
- [8] S. A. Jaya, "Analisis umur pakai baterai lithium iron phosphate (LiFePO₄) berdasarkan tingkat DoD dan Variasi Charge/Discharge daya baterai", Skripsi, Jakarta:Institut Teknologi PLN, Juni 2021.
- [9] Samsurizal, S. A. Jaya, "studi masa pakai baterai pada panel surya", pada Senter VI, pp. 01-13, November 2021
- [10] Widjanarko, P. W. Nugroho, A. Dani, N. Alia, "Studi implementasi small PLTS Off Grid berbasis baterai LiFePO₄ pada Rumah Tinggal daya tenaga surya 200 W", pada Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana, Vol 13 No 2, November 2019.
- [11] K. P. Budi, "Pengaruh variasi arus pengisian pengosongan muatan pada model baterai lead acid terhadap perubahan efisiensi energi", Vol 16, hal 1-6, 2019
- [12] A. Pangkung, C. Buana, "Analisa penggunaan baterai lithium sebagai pengganti aki (accu) pada pembangkit listrik tenaga surya", pada Prosiding seminar hasil penelitian (SNP2M), pp. 116-121, 2017.