

Analisis Service Life Baterai Pada Kendaraan E-Niaga Roda Tiga Geni Biru

Ubaydillah¹

¹Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana Jakarta

E-mail: ubaydillahmuntir@gmail.com

Abstrak-- Salah satu pembahasan dalam penelitian mobil listrik adalah sumber tenaga atau baterai. Baterai mobil listrik memiliki kapasitas yang terbatas, sehingga harus diisi ulang agar mobil tetap berjalan dalam waktu dan jarak yang diinginkan. Situasi ini, jika tidak segera diketahui, dapat menyebabkan baterai terkuras secara tiba-tiba di tengah perjalanan. Tentu saja hal ini membuat pengguna kendaraan listrik resah dan tidak nyaman. Oleh karena itu diperlukan analisis service life baterai, agar diketahui berapa lama dan kapan waktunya untuk mengisi ulang baterai atau bahkan menggantinya. Dengan analisis service life, maka akan berdampak pada lifetime dari baterai, mengingat harga baterai kendaraan listrik hampir separuh dari harga kendaraan listrik. Penelitian ini membahas service life baterai pada kendaraan listrik E Niaga tiga roda Geni Biru berdasarkan analisis saat pemakaian dan penambahan daya dengan data daya dan waktu yang dibutuhkan. Pengujian pemakaian daya menggunakan tiga kondisi yaitu kecepatan konstan 30 Km/jam di jalan datar, kecepatan berhenti hingga 30 Km/jam di jalan datar, dan kecepatan konstan 30 Km/jam di jalan miring 15°. Untuk penambahan daya menggunakan empat daya 5A, 10A, dan 15A. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Jarak tempuh terjauh didapatkan oleh kondisi kecepatan konstan 30 Km/jam di jalan datar, yaitu sejauh 38,61 Km dan pengisian daya dengan waktu tercepat adalah empat daya 15A dengan waktu 4,5 jam.

Kata kunci: Kendaraan listrik, baterai, service life, pengisian baterai, pengosongan baterai

Abstract-- One of the discussions in electric car research is a power source or battery. Electric car batteries have a limited capacity, so they must be recharged to keep the car running for the desired time and distance. This situation, if not recognized immediately, can cause the battery to drain suddenly in the middle of the trip. Of course this makes electric vehicle users restless and uncomfortable. Therefore, it is necessary to analyze the service life of the battery, in order to know how long and when to recharge the battery or even replace it. With the service life analysis, it will have an impact on the lifetime of the battery, considering that the price of electric vehicle batteries is almost half of the price of electric vehicles. This study discusses the service life of the battery on the three-wheeled E Niaga electric vehicle, based on an analysis of the time of use and adding power with data on the power and time required. The power consumption test uses three conditions, namely a constant speed of 30 Km/hour on a flat road, a stopping speed of up to 30 Km/hour on a flat road, and a constant speed of 30 Km/hour on a 15° sloping road. For additional power use 5A, 10A, and 15A power supplies. The test results show that the farthest mileage is obtained by a constant speed condition of 30 Km/hour on a flat road, which is 38.61 Km and the fastest charging time is a 15A power supply with a time of 4.5 hours.

Keywords: Electric vehicle, battery, service life, battery charging, battery discharge

1. PENDAHULUAN

Teknologi kendaraan listrik telah ada selama lebih dari 100 tahun, hal ini menjadi kurang menarik minat penduduk dunia karena merasa bahwa cadangan minyak dunia masih mencukupi, tetapi sekarang mobilitas elektro menjadi semakin signifikan seiring manusia menjadi sadar akan menipisnya cadangan minyak dan persyaratan perlindungan lingkungan dan iklim global. Sampai saat ini,

sebagian besar angka penjualan kendaraan listrik baterai atau kendaraan ramah lingkungan terinspirasi atau didorong oleh regulasi ramah lingkungan dan implementasi pembuat kebijakan penghijauan lingkungan [1].

Di Indonesia, transportasi memegang peranan penting dalam pembangunan karena berfungsi sebagai sarana mobilitas masyarakat. Mobil pribadi maupun angkutan umum merupakan salah satu jenis Moda transportasi yang banyak digunakan. Tiap tahunnya jumlah

mobil di Indonesia bertambah, maka bertambah pula penggunaan bahan bakar. Akibatnya, polusi udara juga bertambah. Berbagai usaha telah dilakukan untuk mengurangi polusi, termasuk pengembangan dan produksi mobil listrik yang diharapkan mampu mengurangi jumlah emisi gas rumah kaca [2].

Konsep kendaraan listrik baterai (EV) pada dasarnya sederhana, terdiri dari baterai listrik untuk penyimpanan energi, motor listrik dan pengontrol. Baterai biasanya diisi ulang dari listrik utama melalui steker dan unit pengisian baterai atau dipasang di titik pengisian. Pengontrol biasanya akan mengontrol daya yang disuplai ke motor, dan karenanya kendaraan dimungkinkan bergerak maju atau mundur [3].

Biasanya ditambahkan pengereman regeneratif untuk memulihkan energi dan sebagai bentuk pengereman tanpa gesekan yang nyaman. Selain itu, pengontrol memungkinkan pengereman regeneratif dalam arah maju dan mundur, ini dikenal sebagai 'pengendali empat kuadran' [4].

Agar mobil listrik dapat dijalankan, energi listrik diperoleh dari baterai yang tersedia dalam berbagai jenis seperti Lithium Ion (Li-Ion), Lithium Polymer (Li-Po), Lead Acid (Accu), dan Nickel-Metal Hydride (Ni-MH). Tiap jenis baterai memiliki spesifikasi, kelebihan, dan kekurangannya sendiri-sendiri. Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam memilih baterai di antaranya adalah biaya awal, lifetime, massa, volume, sensitivitas suhu, akses perawatan, dan akses ke produk [5].

Telah dilakukan penelitian oleh peneliti terdahulu dengan topik Analisis Konsumsi Daya Sepeda Motor Listrik Beroda Tiga Sebagai Pengembangan Awal Kendaraan Ramah Lingkungan untuk Penyandang Difabel [6], penelitian yang sudah dilakukan ini hanya membahas tentang jarak tempuh kendaraan listrik beroda tiga tanpa kondisi saat pengisian daya. dan Analisis Konsumsi Daya Mobil Listrik Dengan Penggerak Motor Brushed DC [7], yang membahas tentang konsumsi daya listrik tanpa jarak tempuh yang didapatkan.

Maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang Analisis service life Baterai pada kendaraan E-Niaga roda tiga Geni Biru, pada saat pengisian daya baterai dan pemakaian daya baterai. Saat pengisian daya peneliti mengukur berapa waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai dengan catu daya 5 Ampere, 10 Ampere, dan 15 Ampere, saat pemakaian daya baterai menggunakan variasi tiga kondisi yaitu kecepatan konstan 30

Km/jam di jalan datar, kecepatan berhenti hingga 30 Km/jam di jalan datar, dan kecepatan konstan 30 Km/jam di jalan miring 15°, karena pemakaian beban motor penggerak, sensitivitas suhu saat service life terjadi sangat berpengaruh untuk mendapatkan lifetime (masa pakai) baterai yang panjang, yang pada akhirnya sangat penting dalam menentukan performa kendaraan listrik. Mengingat juga bahwa harga baterai kendaraan listrik pada umumnya hampir setengah dari harga total kendaraan listrik itu sendiri.

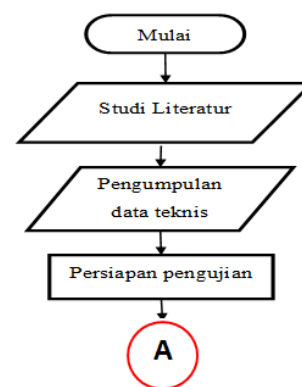
2. METODOLOGI

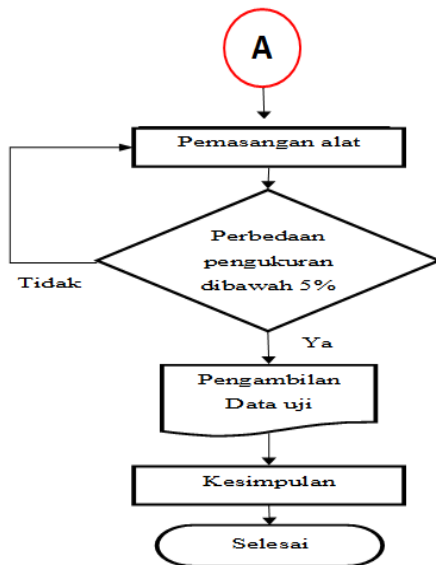
2.1 Diagram Alir

Diagram alir dibawah ini menjelaskan proses penelitian untuk menganalisis *service life* dari baterai kendaraan listrik roda tiga E-Niaga untuk mendapatkan hasil:

a. Pengujian pengisian daya: pengujian ini dibutuhkan untuk mengetahui berapa lama waktu untuk mengisi daya baterai pada kendaraan listrik E-Niaga roda tiga Geni Biru dari beberapa variasi. Yaitu pengisian baterai menggunakan charger 5 Ampere, 10 Ampere, dan 15 Ampere serta temperatur baterai pada masing-masing variasi, sehingga dapat ditetapkan kapan waktu terbaik untuk melakukan pengisian daya.

b. Pengujian pemakaian daya baterai: kendaraan listrik E-Niaga roda tiga Geni Biru saat berjalan selama 60 menit dengan variasi tiga kondisi yaitu kecepatan 30 Km/jam di jalan datar, kecepatan berhenti dari 0 Km/jam sampai 30 Km/jam dengan asumsi perjalanan macet, dan pengendalian 30 Km/jam dengan kondisi jalan miring 15°, data yang diambil adalah tegangan, arus, dan temperatur baterai, kecepatan kendaraan yang dihasilkan saat pengujian masing-masing variasi sesuai dengan keadaan jalan di Indonesia, khususnya daerah Bekasi.





Gambar 1. Diagram alir metodologi penelitian

2.2 Bahan pengujian

Dalam persiapan pengujian membutuhkan beberapa peralatan yang akan digunakan untuk proses pengujian pada penelitian ini antara lain:

- a. Unit Kendaraan Listrik E-Niaga roda tiga



Gambar 2. Kendaraan Listrik E-Niaga roda tiga

Kendaraan listrik E-Niaga adalah suatu kendaraan listrik yang dirancang bangun oleh kelompok mahasiswa perguruan tinggi universitas Mercu Buana Fakultas Teknik yang ditujukan untuk berpartisipasi dalam program penghijauan lingkungan (Green energy). Pada unit kendaraan listrik E-Niaga 3 Roda, terdapat komponen Powered Electric (PE) yaitu beberapa komponen yang menyimpan dan mengonsumsi daya, antara lain: motor penggerak, controller, baterai, wiring (kabel kelistrikan).

- b. Motor listrik



Gambar 3. 3000W V3 Mid Drive Motor

Motor Mid Drive 3000W (Versi V3) ini adalah solusi ideal untuk kendaraan listrik E-Niaga yang bisa ditempatkan di bawah tray (bak kendaraan) untuk pengangkut barang. Memiliki reduksi gigi 19:45 di dalam, putaran hingga 1900rpm – 2500rpm setelah reduksi. Torsi keluaran lebih dari 120N.m di ujung poros. Poros spline dapat memuat berbagai jenis roda sproket dan katrol, lebih nyaman untuk berbagai aplikasi jenis kendaraan listrik.

- c. Controller



Controller yang digunakan pada kendaraan listrik E-niaga adalah VOTOL EM-150, Controller VOTOL tersedia dalam beberapa jenis dan spesifikasi yang berbeda disesuaikan dengan kebutuhan pengguna, berikut adalah tabel spesifikasi controller VOTOL. Pengaturan arus bus bar harus menurut jenis pengontrol arus yang sesuai dengan pilihan, sama sekali tidak ada arus berlebih yang diizinkan.

Tabel 1. Spesifikasi controller VOTOL berdasar tipe

Voltage Model	EM 50	EM-100	EM-150	EM-200	EM-300
---------------	-------	--------	--------	--------	--------

46-60V	50A	100A	200A	320A	550A
72V	50A	100A	200A	320A	550A
84V	50A	100A	180A	---	---
96V	45A	80A	180A	250A	550A

d. Baterai



Gambar 4. Lithium Battery

Baterai merupakan sumber daya utama (penyimpan energi listrik) pada kendaraan listrik E-niaga roda tiga yang berfungsi untuk menggerakkan motor penggerak, arus yang disimpan dalam baterai adalah arus searah atau biasa disebut arus *DC (Direct Current)* baterai memiliki jangka hidup pemakaian maka diperlukan perhitungan kapasitas baterai yang tepat untuk proses pengisiannya kembali. *Lifetime* baterai tergantung pada perlakuan kita saat melakukan pemakaian daya (*discharging*) ataupun saat penambahan daya (*charging*).

Tabel 2. Tabel spesifikasi baterai

Lithium Ion Prismatic		
Jumlah cell setiap pack	Seri 16 cell	Paralel 12 cell
Berat	9,6 Kg	
Tegangan:	60 Volt	
Tegangan atas:	69 Volt	
Tegangan bawah:	57 Volt	
Arus maksimal:	80A	
Parameter keseluruhan Baterai:	2 pack	2 buah terhubung parallel
I (Ah)	31 Ah	62 Ah

Baterai yang terpasang pada kendaraan adalah 2 buah

2.3 Alat Pengujian

a. Spedometer



Gambar 5. Spidometer digital

Spedometer merupakan alat pengukur kecepatan kendaraan darat. Alat ini juga termasuk perlengkapan standar yang umumnya ada pada setiap kendaraan yang sedang beroperasi di jalan. Spedometer memiliki fungsi agar pengemudi mengetahui kecepatan kendaraan yang dijalkannya.

Dengan mengetahui kecepatannya maka bisa dijadikan informasi pokok untuk mengendalikan kecepatan laju kendaraan Anda di jalan agar tidak terlalu cepat maupun lambat. Selain itu, Anda juga bisa mengatur waktu perjalanan dan mengendalikan kelajuan di jalan yang kelajuannya dibatasi. Penunjukan kecepatan spedometer turun bersamaan dengan kelajuan kendaraan.

b. Tang Amper AC/DC Current 600A



Gambar 6. Auto range clamp meter (tang ampere AC dan DC)

Tang ampere atau digital clamp meter adalah *hand tool* yang umum digunakan dalam bidang kelistrikan. Meski disebut tang, bentuk tang ampere sedikit berbeda. Jika tang biasa memiliki bentuk seperti huruf X, maka bentuk tang ampere lebih rumit. Bagian kepala (*head clamp*) berbentuk penjepit, sedangkan bagian badan yang biasanya menjadi *handle* atau pegangan adalah alat ukur yang dilengkapi dengan layar *display* untuk menampilkan hasil pengukuran.

c. Termometer digital

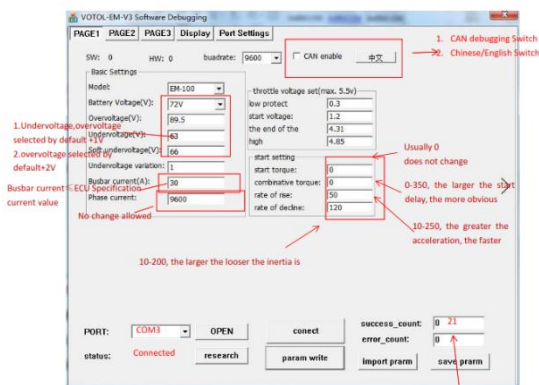


Gambar 7. Termometer digital

Termometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur suhu ataupun alat yang digunakan untuk menyatakan derajat dingin atau panas suatu benda. Alat ini memanfaatkan termometri dari zat, yaitu perubahan dari sifat-sifat zat yang disebabkan karena perubahan sesuatu dari zat tersebut.

d. Software VOTOL EM-V3

Software ini berfungsi untuk melakukan pengaturan (*setting*) berbagai parameter yang tersedia pada *controller* VOTOL EM-150, juga membantu dalam membaca data yang terdapat pada *controller* yang terpasang pada kendaraan E-Niaga pada saat pengujian dilakukan.



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Pemakaian Daya

a. Pengujian kecepatan konstan 30 Km/jam

Pengujian dilakukan dengan cara kendaraan E-Niaga dilakukan percepatan dari 0 Km/jam hingga 30 Km/jam dan kecepatan kendaraan dipertahankan agar stabil pada kecepatan 30

Km/jam tersebut dengan kondisi jalan datar. Pengujian bertujuan untuk mendapatkan data seberapa penurunan tegangan baterai, seberapa besar arus yang mengalir, dan temperatur baterai. Kita bisa menghitung daya (*Watt*) motor dengan cara mengalikan tegangan (*Volt*) dengan arus (*Ampere*).

Contoh pada menit ke-1 kita mendapatkan daya motor: 69 Volt x 42 Ampere = 2898 Watt Dan perhitungan daya selanjutnya akan seperti pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Tabel Data pengujian kecepatan 30 Km/jam

No	Waktu (Menit)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Temperatur (°C)	Daya (Watt)
1	0	0.00	0	32	0
2	1	69.00	42	32	2898
3	2	68.83	40	32	2753
4	3	68.66	46	32	3158
5	4	68.50	41	32	2809
6	5	68.34	39	32	2665
7	6	68.17	45	32	3068
8	7	68.02	44	32	2993
9	8	67.87	42	32	2851
10	9	67.72	40	32	2709
11	10	67.57	41	33	2770
12	11	67.42	44	33	2966
13	12	67.26	43	33	2892
14	13	67.10	37	33	2483
15	14	66.94	44	33	2945
16	15	66.79	38	34	2538
17	16	66.64	41	34	2732
18	17	66.48	40	34	2659
19	18	66.32	43	34	2852
20	19	66.17	42	34	2779
21	20	66.02	38	35	2509
22	21	65.89	44	35	2899
23	22	65.75	47	35	3090
24	23	65.61	44	35	2887
25	24	65.48	45	35	2947
26	25	65.33	42	35	2744
27	26	65.18	51	36	3324
28	27	65.03	42	36	2731
29	28	64.88	42	36	2725
30	29	64.72	46	36	2977
31	30	64.56	39	36	2518
32	31	64.40	49	37	3156
33	32	64.25	42	37	2699
34	33	64.08	47	37	3012
35	34	63.90	38	37	2428
36	35	63.76	42	37	2678
37	36	63.59	45	37	2862
38	37	63.41	41	38	2600
39	38	63.28	39	38	2468
40	39	63.11	48	38	3029
41	40	62.97	43	38	2708
42	41	62.82	38	38	2387
43	42	62.66	49	39	3070
44	43	62.49	41	39	2562
45	44	62.32	47	39	2929
46	45	62.15	46	39	2859
47	46	61.98	45	39	2789
48	47	61.81	52	40	3214
49	48	61.64	44	40	2712
50	49	61.47	49	40	3012
51	50	61.30	47	40	2881
52	51	61.14	50	40	3057
53	52	60.98	49	40	2988
54	53	60.82	48	40	2919
55	54	60.66	50	40	3033
56	55	60.50	43	41	2602
57	56	60.34	52	41	3138
58	57	60.18	44	41	2648

59	58	60.02	51	42	3061
60	59	59.86	49	42	2933
61	60	59.70	47	42	2806

Tabel 4. Tabel statistik deskriptif kecepatan 30 Km/jam di jalan datar

	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
Mean	63.34163934	43.39344262	2788.693443
Standard Error	1.111294356	0.878796584	53.57713762
Median	64.4	44	2851.76
Mode	#N/A	42	#N/A
Standard Deviation	8.679486387	6.863620737	418.4508217
Sample Variance	75.33348393	47.10928962	175101.0902
Kurtosis	49.1203467	26.56412969	33.35988355
Skewness	-6.66023723	-4.207234875	-5.025272772
Range	69	52	3324.18
Minimum	0	0	0
Maximum	69	52	3324.18
Sum	3863.84	2647	170110.3
Count	61	61	61

Berdasarkan tabel 4, Tegangan rata-rata, Arus rata-rata, daya rata-rata diperoleh dengan mengambil data mean pada tabel statistik deskriptif tersebut, dimana kecepatan dipertahankan sekitar 30 Km/jam dan pengereman dilakukan sesedikit mungkin. Maka didapat tegangan rata-rata 63,341 Volt, Arus rata-rata 43,393 Ampere, daya rata-rata 2.788,69 watt. Daya terbesar yang terpakai oleh kendaraan E-Niaga saat melaju di jalan datar adalah 3.324 Watt.

Kemudian lama suplai listrik yang diberikan dengan kecepatan 30 Km/jam konstan adalah:

$$\begin{aligned} \text{Waktu pemakaian baterai} &= 62 \text{ Ah} / 43,393\text{A} \\ &= 1.429 \text{ hour} \end{aligned}$$

(jam)

Jika digunakan defisiensi baterai sebesar 10 %
 Defisiensi baterai 10 % = 10% x 1,43 Jam
 = 0.143 jam

Sehingga baterai dapat memasok daya dengan lama waktu:

$$\begin{aligned} \text{Total waktu} &= 1,43 \text{ jam} - 0,143 \text{ jam} \\ &= 1.287 \text{ jam} \end{aligned}$$

Maka jarak yang dapat ditempuh dengan kecepatan konstan ±30 Km/jam dengan total waktu penggunaan baterai selama 1,287 jam adalah:

$$\text{Jarak} = 30 \text{ Km/jam} \times 1,287 \text{ jam} = 38,61 \text{ Km}$$

- b. Pengujian Kecepatan berhenti dari 0 Km/jam sampai 30 Km/jam

Pengujian dengan cara kendaraan E-Niaga dilakukan percepatan variasi dari 0 Km/jam hingga 30 Km/jam secara berulang dengan asumsi jalan macet, kondisi jalan datar. Pengujian dilakukan untuk mendapatkan data seberapa besar penurunan tegangan baterai, arus yang mengalir, jarak tempuh dan temperatur baterai. Nilai arus yang diambil sebagai data adalah arus puncak (*peak current*), karena pada saat perlambatan atau saat kendaraan berhenti, arus yang didapat adalah mendekati 0 Ampere.

Tabel 5. Kecepatan berhenti sampai 30Km/jam jalan datar

Waktu (Menit)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Temperatur (°C)	Daya (Watt)
0	0.00	0	32	0
1	69.00	53	32	3657
2	68.82	54	32	3716
3	68.64	48	32	3295
4	68.46	54	32	3697
5	68.28	57	32	3892
6	68.10	49	32	3337
7	67.92	56	32	3804
8	67.74	46	32	3116
9	67.56	58	32	3918
10	67.38	52	33	3504
11	67.21	56	33	3764
12	67.04	50	33	3352
13	66.87	52	33	3477
14	66.70	49	33	3268
15	66.53	54	34	3593
16	66.36	57	34	3783
17	66.19	55	34	3640
18	66.02	54	34	3565
19	65.85	49	34	3227
20	65.68	55	35	3612
21	65.52	51	35	3342
22	65.36	55	35	3595
23	65.20	52	35	3390
24	65.04	49	35	3187
25	64.88	53	35	3439
26	64.72	56	36	3624
27	64.56	54	36	3486
28	64.40	51	36	3284
29	64.24	53	36	3405
30	64.08	55	36	3524
31	63.85	50	37	3193
32	63.63	51	37	3245
33	63.41	52	37	3297
34	63.19	50	37	3160
35	62.97	52	37	3274
36	62.75	52	37	3263
37	62.53	53	38	3314
38	62.31	59	38	3676
39	62.09	51	38	3167
40	61.87	52	38	3217
41	61.65	58	38	3576
42	61.43	57	39	3502
43	61.21	53	39	3244
44	60.99	57	39	3476
45	60.77	55	39	3342

46	60.55	56	39	3391
47	60.33	59	40	3559
48	60.11	57	40	3426
49	59.89	55	40	3294
50	59.67	58	40	3461
51	59.45	56	40	3329
52	59.23	59	40	3495
53	59.02	55	40	3246
54	58.81	56	40	3293
55	58.60	59	41	3457
56	58.39	55	41	3211
57	58.18	54	41	3142
58	57.97	57	42	3304
59	57.76	58	42	3350
60	57.55	55	42	3165

Tabel 6. Tabel statistik deskriptif kecepatan berhenti 0 Km/jam hingga 30 Km/jam jalan datar

	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
Mean	62.53295082	53.08196721	3369.900164
Standard Error	1.127495371	0.968434905	61.61375649
Median	63.85	54	3390.4
Mode	#N/A	55	#N/A
Standard Deviation	8.806020354	7.563718402	481.2188216
Sample Variance	77.54599448	57.20983607	231571.5543
Kurtosis	43.73461227	41.60445199	41.25794204
Skewness	-6.124304447	-5.91660306	-5.813621425
Range	69	59	3918.48
Minimum	0	0	0
Maximum	69	59	3918.48
Sum	3814.51	3238	205563.91
Count	61	61	61

Berdasarkan Tabel 6, tegangan rata-rata, arus rata-rata, dan daya rata-rata diperoleh dengan mengambil data *mean* pada tabel statistik deskriptif tersebut, dimana kecepatan kendaraan berhenti dari 0 Km/jam sampai 30 Km/jam di jalan mendatar kombinasi dengan pengereman, diasumsikan kendaraan melewati jalan macet. Data yang didapatkan adalah variasi dari 0 hingga puncak daya, karena kecepatan variasi akan mempengaruhi data yang didapatkan. Maka didapat tegangan rata-rata adalah 62,532 Volt, arus rata-rata 53,081 Ampere, daya rata-rata 3.369,900 Watt.

Kemudian lama suplai listrik yang diberikan selama pengujian dengan kecepatan variasi dari 0-30 Km/jam di jalan mendatar adalah:

Waktu pemakaian baterai = 62 Ah / 53,082A

= 1.168 hour

(jam)

Jika digunakan defisiensi baterai sebesar 10 %
Defisiensi baterai 10% = 10% x 1,168 Jam

= 0.116 jam

Sehingga baterai dapat memasok daya dengan lama waktu:

Total waktu jam = 1,168 jam - 0,116 jam

= 1.052 jam

Maka jarak yang dapat ditempuh dengan kecepatan berhenti 0 Km/jam sampai 30 Km/jam dengan total waktu penggunaan baterai selama 1,052 jam adalah:

Jarak = 30 Km/jam x 1,052 jam = 31,56 Km.

c. Pengujian dengan kecepatan 30 Km/jam di jalan miring 15°

Pengujian dengan cara kendaraan E-Niaga dilakukan percepatan dari 0 Km/jam hingga 30 Km/jam dengan kondisi jalan miring 15° sejauh sekitar 100m dan balik Kembali ke start awal secara berulang. Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan data seberapa besar penurunan tegangan baterai, arus yang mengalir, daya dan temperatur baterai.

Tabel 7. Data pengujian kecepatan 30 Km/jam jalan miring 15°

Waktu (Menit)	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Temperatur (°C)	Daya (Watt)
0	0.00	0	32	0
1	69.00	54	32	3726
2	68.81	55	32	3785
3	68.62	56	32	3843
4	68.43	57	33	3901
5	68.24	55	33	3753
6	68.05	52	33	3539
7	67.86	57	33	3868
8	67.67	59	33	3993
9	67.48	61	33	4116
10	67.29	60	33	4037
11	67.09	61	33	4092
12	66.89	53	34	3545
13	66.69	54	34	3601
14	66.49	54	34	3590
15	66.29	55	34	3646
16	66.09	58	34	3833
17	65.89	54	34	3558
18	65.69	57	35	3744
19	65.49	59	35	3864
20	65.29	60	35	3917
21	65.10	56	35	3646
22	64.91	58	36	3765
23	64.72	54	36	3495
24	64.53	51	36	3291
25	64.34	54	36	3474
26	64.15	56	37	3592
27	63.96	53	37	3390
28	63.77	56	37	3571
29	63.58	52	37	3306
30	63.39	54	38	3423

31	63.17	51	38	3222
32	62.95	50	38	3148
33	62.73	61	39	3827
34	62.51	50	39	3126
35	62.29	52	39	3239
36	62.07	63	39	3910
37	61.85	49	39	3031
38	61.63	52	40	3205
39	61.41	61	40	3746
40	61.19	57	40	3488
41	60.99	61	40	3720
42	60.79	55	41	3343
43	60.59	54	41	3272
44	60.39	52	41	3140
45	60.19	55	41	3310
46	59.99	62	42	3719
47	59.79	53	42	3169
48	59.59	60	42	3575
49	59.39	62	42	3682
50	59.19	59	42	3492
51	58.99	62	43	3657
52	58.80	56	43	3293
53	58.61	61	43	3575
54	58.42	54	44	3155
55	58.23	55	44	3203
56	58.04	57	44	3308
57	57.85	60	45	3471
58	57.66	59	45	3402
59	57.47	56	46	3218
60	57.28	58	46	3322

Tabel 8. Tabel statistik deskriptif kecepatan 30 Km/jam jalan miring 15°

	Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)	Daya (Watt)
Mean	62.12868852	55.27868852	3489.741639
Standard Error	1.127436802	1.025396404	67.79861682
Median	63.17	56	3558.06
Mode	#N/A	54	#N/A
Standard Deviation	8.805562915	8.008601933	529.5241251
Sample Variance	77.53793825	64.13770492	280395.799
Kurtosis	42.55467361	38.7606822	31.78016859
Skewness	-5.994959276	-5.590164043	-4.826159158
Range	69	63	4116.28
Minimum	0	0	0
Maximum	69	63	4116.28
Sum	3789.85	3372	212874.24
Count	61	61	61

Berdasarkan Tabel 8, tegangan rata-rata, arus rata-rata, dan daya rata-rata diperoleh dengan mengambil data *mean* pada tabel statistik deskriptif tersebut, dimana kecepatan kendaraan konstan 30 Km/jam dengan jalan miring 15°. Didapat tegangan rata-rata adalah 62,128 Volt, arus rata-rata 55,278 Ampere, daya rata-rata 3.489,741 Watt. Dapat dilihat pada Tabel 7, bahwa pada baris ke 61 tegangan hampir mencapai batas bawah, sehingga arus yang dikeluarkan berkurang.

Lama suplai listrik yang diberikan selama pengujian dengan kecepatan konstan 30 Km/jam di jalan miring 15° adalah:

$$\begin{aligned} \text{Waktu pemakaian baterai} &= 62 \text{ Ah} / 55,278\text{A} \\ &= 1.121 \text{ jam} \end{aligned}$$

Jika digunakan defisiensi baterai sebesar 10%
 Defisiensi baterai 10% = 10% x 1,121 Jam
 = 0.112 jam

Sehingga baterai dapat memasok daya dengan lama waktu:

$$\begin{aligned} \text{Total waktu} &= 1,121 \text{ jam} - 0,112 \text{ jam} \\ &= 1.009 \text{ jam} \end{aligned}$$

Maka jarak yang dapat ditempuh dengan kecepatan 30 Km/jam dengan kemiringan jalan 15° adalah:

$$\text{Jarak} = 30 \text{ Km/jam} \times 1,009 \text{ jam} = 30,27 \text{ Km.}$$

3.2 Pengujian Penambahan Daya

1. Pengujian penambahan daya 5 Ampere

Pengujian penambahan daya ini menggunakan *power supply* sebesar 5 Ampere, dengan tujuan melihat berapa lama waktu yang dibutuhkan dan berapa temperature awal dan temperature akhir yang dicapai pada saat proses tersebut.

Temperatur baterai sangat menentukan umur pakai dari baterai, mengingat sensitivitas *Lithium Battery* sangat penting agar baterai tidak terbakar.

Tabel 9. Tabel data pengujian penambahan daya 5 ampere

Waktu (jam)	Temperatur awal Baterai (°C)	Temperatur akhir Baterai (°C)	Temperatur awal Wiring (°C)	Temperatur akhir Wiring (°C)
13,5	33	42	33	43

2. Pengujian penambahan daya 10 Ampere

Pengujian penambahan daya ini menggunakan *power supply adjustable* sebesar 10 Ampere, dengan tujuan menguji lama waktu yang dibutuhkan dan berapa temperature awal dan temperature akhir yang dicapai pada saat proses tersebut

Tabel 10. Tabel data pengujian penambahan daya 10 Ampere

Waktu (jam)	Temperatur awal Baterai (°C)	Temperatur akhir Baterai (°C)	Temperatur awal Wiring (°C)	Temperatur akhir Wiring (°C)
7	33	44	33	45

3. Pengujian penambahan daya 15 Ampere

Pengujian penambahan daya ini menggunakan *power supply adjustable* sebesar 15 Ampere, dengan tujuan menguji berapa lama waktu yang dibutuhkan dan berapa temperatur awal dan temperatur akhir yang dicapai pada saat proses tersebut.

Tabel 11. Tabel data pengujian penambahan daya 15 Ampere

Waktu (jam)	Temperatur awal Baterai (°C)	Temperatur akhir Baterai (°C)	Temperatur awal Wiring (°C)	Temperatur akhir Wiring (°C)
4.5	33	47	33	48

Perbandingan pada saat proses penambahan daya menggunakan arus 5A, 10A, dan 15A, akan terlihat sekali dalam waktu lamanya proses berlangsung.

Untuk proses yang menggunakan 5A membutuhkan waktu 13,5 jam agar baterai terisi penuh mencapai ambang batas atas, untuk proses yang menggunakan 10A membutuhkan waktu 7 jam, sedangkan jika menggunakan 15A membutuhkan waktu 4,5 jam.

Melihat data temperatur akhir pada semua proses, terjadi peningkatan temperatur berbanding lurus dengan peningkatan arus, tetapi temperatur yang dicapai masih dalam temperatur kerja dari baterai itu sendiri.

Maka penguji menyarankan agar dapat menggunakan charger 15 Ampere untuk digunakan pada kendaraan listrik E-niaga tiga roda Geni Biru.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dan data yang telah dianalisis, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Jarak yang ditempuh dengan kondisi kecepatan konstan 30 Km/jam di jalan datar adalah 38,61 Km, jarak yang ditempuh dengan kondisi kecepatan berhenti 0

Km/jam hingga 30 Km/jam di jalan datar adalah 31,56 Km, dan jarak yang ditempuh dengan kondisi kecepatan 30 Km/jam dengan kemiringan jalan 15° adalah 30,27 Km

2. Lama waktu yang dibutuhkan dalam proses penambahan daya dengan catu daya 5 Ampere dibutuhkan waktu 13,5 jam dan temperatur 42 °C, dengan catu daya 10 Ampere dibutuhkan waktu 7 jam dan temperatur 44 °C, sedangkan dengan catu daya 15 Ampere dibutuhkan waktu 4,5 jam dan temperatur 47 °C.

4.2 Saran

Setelah dilakukan pengujian analisis *service life* baterai pada kendaraan listrik E-Niaga tiga roda Geni Biru, terdapat beberapa saran dari penguji:

1. Di dalam motor QS 3000W *Mid Drive Motor (19:45 reduction gear box inside)*, terdapat gigi reduksi yang dapat kita pilih melalui tombol di setang kemudi bagian kanan, yang akan mempengaruhi kecepatan maksimal yang akan didapatkan kendaraan listrik E-Niaga, penguji belum melakukan pengujian menggunakan variabel gigi reduksi ini, penguji selanjutnya ada baiknya melakukan pengujian ini.
2. Pengujian yang telah dilakukan adalah dengan beban kosong (hanya beban kendaraan E-Niaga itu sendiri), selanjutnya bisa dilakukan pengujian menggunakan beban yang bisa kita tentukan, misalnya dengan beban 300 kg sebagai beban maksimal selain dari beban kendaraan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. S. Kumara, "Tinjauan Perkembangan Kendaraan Listrik Dunia Hingga Sekarang," *Transmisi*, vol. 10, no. 2, pp. 89-96-96, 2008, doi: 10.12777/transmisi.10.2.89-96.
- [2] H. Iskandar, "Studi Analisis Perkembangan Teknologi Kendaraan Listrik Hibrida," *J. Automot. Technol. Vocat. ...*, vol. 02, no. 1, pp. 31-44, 2021, [Online]. Available: <https://journal.upy.ac.id/index.php/jatve/article/view/1488>.
- [3] *Electric Vehicle Battery Systems*. 2002.
- [4] J. Larminie and J. Lowry, *Electric Vehicle Technology Explained: Second*

- Edition*.2012.
- [5] M. Thowil Afif and I. Ayu Putri Pratiwi, "Analisis Perbandingan Baterai Lithium-Ion, Lithium-Polymer, Lead Acid dan Nickel-Metal Hydride pada Penggunaan Mobil Listrik - Review," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 95–99, 2015, doi: 10.21776/ub.jrm.2015.006.02.1.
- [6] J. Triwibowo, T. Lestari, S. Priyono, R. I. Purawardi, and L. Daulay, "Studi Pengaruh Ketebalan Lembar Katoda LiFePO₄ Pada Performa Baterai Sekunder Ion Lithium," *J. Mater. dan Energi Indones.*, vol. 05, no. 02, pp. 1–7, 2015.
- [7] R. Hendra, E. Yadie, and A. Arbain, "Analisis Konsumsi Daya Mobil Listrik Dengan Penggerak Motor Brushed DC," *PoliGrid*, vol. 2, no. 1, p. 24, 2021, doi: 10.46964/poligrid.v2i1.721.