

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Transportasi merupakan salah satu prasarana penting dari kehidupan manusia. Transportasi akan selalu dibutuhkan untuk segala kegiatan manusia, seperti untuk berpergian contohnya. Selain itu, di zaman modern ini, segala sesuatu seperti berbelanja, pengiriman barang dan sebagainya juga membutuhkan suatu transportasi. Transportasi tersebut terdiri dari transportasi darat, transportasi udara, dan transportasi laut. Sarana transportasi darat dapat berupa mobil, bus, becak, dll dengan prasarana nya berupa jalan raya, terminal, jembatan dll. Transportasi udara sarana nya yaitu pesawat dengan berbagai fungsinya (pesawat militer, penumpang, angkut, dll), dan juga roket dengan prasarana bandar udara (bandara). Transportasi laut, sarana nya berupa kapal yang juga memiliki beberapa jenis seperti kapal barang, kapal penumpang, kapal feri, kapal induk, kapal tanker, dan lain sebagainya, kemudian ada juga perahu dengan prasarana berupa pelabuhan.

Sebuah kendaraan transportasi tentu membutuhkan bahan bakar untuk menjalankannya. Bensin ini terbuat dari minyak mentah yang ada di perut bumi yang kemudian dipompa keluar dan orang biasa menyebutnya dengan minyak bumi. Bensin biasa di produksi di kilang minyak.

Penggunaan bensin tentu akan sangat berdampak besar bagi lingkungan sekitar. Bertahun-tahun manusia telah menggunakan bahan bakar bensin ini untuk kehidupan sehari-hari, terutama untuk menjalankan transportasi. Dampak yang ditimbulkan dari pembakaran bensin tersebut mengakibatkan berbagai masalah yang akan muncul. Pencemaran merupakan masalah yang paling jelas akan terjadi dan akan sangat sulit untuk dihindari.

Pencemaran lingkungan yang pertama yang diakibatkan dari penggunaan bahan bakar bensin tersebut yaitu pencemaran udara. Pencemaran udara ini

muncul akibat suatu reaksi dari pembakaran bensin pada suatu mesin yang pembakarannya tidak sempurna sehingga mengakibatkan munculnya berbagai senyawa yang dapat mencemari lingkungan sekaligus berbahaya bagi manusia. Pencemaran lainnya yang diakibatkan oleh penggunaan bensin atau bahan bakar fosil ini yaitu pencemaran air. Banyak insiden berupa minyak yang tumpah saat pengiriman atau yang lainnya. Tumpahan tersebut lebih sering berasal dari kapal tanker atau kilang minyak. Laut juga dapat mengalami pengasaman karena emisi karbon yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar fosil atau bensin ini memasuki atmosfer, kemudian air laut menjadi asam dan kalsium karbonat yang berguna bagi beberapa organisme laut akan berkurang dan mengacaukan rantai makanan (Lukyani, 2022). Pencemaran selanjutnya yang diakibatkan oleh bensin yaitu pencemaran tanah. Pembuatan bahan bakar fosil atau bensin ini akan membutuhkan tempat yang sangat luas dan tempat tersebut harus mendukung agar prosesnya tidak terhambat oleh apapun, ditambah lagi fasilitas yang dibutuhkan juga cukup banyak, salah satunya penyimpanan limbah sehingga tanah di sekitarnya akan rusak akibat aktivitas yang terjadi di tempat tersebut (Lukyani, 2022).

Maraknya masalah pencemaran di bumi ini membuat beberapa orang ingin mencari solusi agar masalah pencemaran, terutama pencemaran udara di bumi ini dapat berkurang. Pengurangan masalah pencemaran ini pertama-tama dilakukan oleh perindustrian dengan membuat penyaring atau *filter* udara sehingga asap pabrik tidak langsung memapari udara sehingga tidak mengganggu pernapasan manusia. Terlepas dari upaya tersebut, namun masih ada penyebab yang paling utama yang akan sangat sulit untuk dikendalikan dan dihilangkan, yaitu asap kendaraan. Kendaraan merupakan penyebab utama dari timbulnya masalah pencemaran udara.

Bumi ini diperkaya dengan sumber daya alamnya, oleh karena itu, manusia harus dapat memanfaatkannya untuk kehidupan sehari-hari. Beberapa energi alternatif yang dapat digunakan untuk menjalankan sebuah alat transportasi yaitu air, matahari, angin, biogas, dan baterai (Rahman, 2013). Seluruh energi

tersebut dapat dengan mudah dijumpai dalam kehidupan sehari-hari dan dapat dipastikan bahwa energi tersebut tidak akan habis.

Penemuan-penemuan penggunaan energi alternatif untuk menjadi tenaga penggerak kendaraan dapat membuat suatu lingkungan akan lebih bersih dan lebih sehat untuk manusia. Emisi yang dihasilkan dari kendaraan dengan sumber tenaga dari energi alternatif akan lebih ramah lingkungan dan tidak menghasilkan gas-gas yang beracun yang dapat mencemari lingkungan sekitar. Kendaraan bertenaga listrik termasuk dalam kendaraan yang ramah lingkungan. Beberapa negara bahkan penduduknya sudah banyak yang menggunakan kendaraan bertenaga listrik. Negara dengan persentase penduduk pengguna kendaraan bertenaga listrik tertinggi yaitu Norwegia dengan persentase sebesar 81% pada tahun 2022, disusul dengan Islandia dengan persentase 36,8% kendaraan listrik per 1000 penduduk, dan Swedia dengan jumlah 20,6% pengguna kendaraan listrik per 1000 penduduk (Hasibuan, 2022). Ketiga negara ini merupakan negara dengan pengguna kendaraan listrik terbanyak.

Negara yang dikenal memiliki berbagai pabrikan ternama seperti Honda, Toyota, Nissan, dan lain-lain, yaitu Jepang berencana akan melarang penjualan mobil bensin/diesel pada tahun 2030. Negara dengan pengguna kendaraan listrik terbanyak, Norwegia bahkan akan melakukan hal yang serupa lebih cepat, yaitu pada tahun 2025 (Rahadiansyah, 2020). Kebijakan tersebut dilakukan agar sudah tidak ada lagi gas emisi yang keluar dari kendaraan bensin/diesel yang dihasilkan oleh fosil/minyak yang menyebabkan pencemaran lingkungan. Diharapkan dengan kebijakan tersebut, lingkungan sekitar akan lebih bersih dan sehat.

Kendaraan listrik sendiri memiliki 2 jenis yang sudah dikenal saat ini yaitu *Battery Electric Vehicle* (BEV) dan *Plug-in Hybrid Electric Vehicle* (PHEV). Perbedaan yang signifikan dari kedua jenis kendaraan listrik ini yaitu jika BEV hanya mengandalkan energi yang terdapat pada baterai, lain halnya dengan PHEV yang masih menggunakan bantuan bahan bakar minyak (Aziz et al.,2020). Perbedaan kedua jenis kendaraan listrik ini tentu juga akan

menyebabkan perbedaan emisi yang akan dikeluarkan. BEV yang hanya mengandalkan energi pada baterai sama sekali tidak akan mengeluarkan emisi, sedangkan PHEV masih akan mengeluarkan emisi seperti karbon dioksida (CO₂), walaupun yang dikeluarkan tidak sebanyak kendaraan berbahan bakar minyak pada umumnya. Dalam sebuah studi diperkirakan bahwa PHEV yang dijalankan sejauh 40 mil hanya dengan menggunakan sumber energi listrik maka akan sebanding dengan 45% pemakaian mesin dengan menggunakan sumber energi dari minyak bumi (Aziz et al.,2020). Dampak lainnya yang akan terjadi dari penggunaan kendaraan listrik yaitu seperti limbah dari baterai yang digunakan, dan bahan baku baterai itu sendiri yang masih menggunakan batubara. Pengolahan limbah baterai yang tidak tepat akan menyebabkan pencemaran lingkungan yang baru dan penumpukan sampah baterai kendaraan listrik.

Daerah penelitian ini terletak di Kota Surakarta, Provinsi Jawa Tengah. Kota Surakarta sendiri saat ini sudah banyak penduduknya yang menggunakan kendaraan listrik baik itu mobil maupun motor. Stasiun pengisian daya untuk kendaraan listrik juga sudah terdapat di Kota Surakarta dan sekitarnya. Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) di Kota Surakarta terletak di PLN UP3 Surakarta atau lebih dikenal dengan PLN Purwosari dengan tipe 25 kW yang sudah termasuk kategori *fast charging* (Bram, 2021). SPKLU lainnya yaitu berada di sekitar Kota Surakarta yang terletak di rest area Tol Trans Jawa 519A dan 519B di Masaran, Sragen, dan ada di Hyundai Solo Baru di lingkungan The Park Mall Solo Baru, Kecamatan Grogol, Kabupaten Sukoharjo.

Seperti yang sudah disebutkan diatas, saat ini kendaraan listrik sudah banyak digunakan sebagai sarana transportasi bagi masyarakat, khususnya bagi masyarakat di Kota Surakarta. Kendaraan listrik juga dapat digunakan sebagai transportasi bagi pekerjaan yang membutuhkan suatu transportasi, yaitu *grab* yang memang dalam sudah menyediakan kendaraan listrik bagi yang ingin bekerja sebagai ojek online. Bahkan, di salah satu universitas ternama di

Surakarta, yaitu Universitas Sebelas Maret sudah menetapkan peraturan, yaitu hari bebas emisi di setiap hari jumat, yang artinya tidak boleh ada objek apapun yang dapat mengeluarkan emisi memasuki area kampus, hanya diperbolehkan bagi pejalan kaki, sepeda, dan juga kendaraan listrik.

Tahun 2024 ini dapat dikatakan masih merupakan masa-masa transisi dimana akan terjadi modernisasi, yaitu berubahnya kendaraan yang awalnya berbahan bakar bensin menjadi listrik. Tujuannya jelas bahwa agar dapat memperbaiki lingkungan yang sudah rusak. Masalahnya, masih banyak masyarakat yang masih belum “legawa” untuk mengganti kendaraannya menjadi kendaraan listrik. Berbagai alasan pasti dikeluarkan oleh mereka yang enggan untuk menggantinya. Disamping itu, memang kendaraan listrik saat ini dapat dikatakan masih “belum sempurna”. Dapat dilihat secara sederhana nya, model kendaraan listrik yang ada saat ini masih sangat monoton, dan terkesan terlalu memaksa untuk menjadi kendaraan di masa depan. Memang beberapa model sudah cukup bagus, tetapi harga yang ditawarkan juga lebih mahal, walaupun pemerintah sudah memberi diskon bagi masyarakat yang ingin membelinya.

Masalah selanjutnya pada kendaraan listrik yaitu *aftersale* nya atau harga jual. Harga jual kendaraan listrik bekas saat ini masih belum terlihat pasarannya. Artinya, semua itu masih abu-abu. Seperti yang kita ketahui, kendaraan berbahan bakar bensin sudah terbukti bahwa dapat bertahan hingga bertahun-tahun lamanya, sedangkan untuk kendaraan listrik, yang mesinnya digerakkan oleh sebuah aki listrik, masih belum ada bukti jelas bahwa kendaraan listrik dapat bertahan lama. Selain itu, apakah komponen-komponen yang ada di dalamnya, khususnya bagian mesin juga dapat bertahan lama seperti kendaraan berbahan bakar bensin, atau memang mesin pada kendaraan listrik ini memiliki umur yang berarti akan mati dan sama sekali tidak bisa digunakan bila sudah waktunya. Harga *sparepart* dan juga ketersediaannya juga merupakan salah satu masalah yang ada pada kendaraan listrik.

Baterai pada kendaraan listrik juga diduga menjadi masalah jangka panjang yang dapat disebabkan oleh kendaraan listrik ini. Bangkai dari baterai yang sudah tidak terpakai saat ini masih belum ada solusinya. Jika sampai pada waktunya sudah banyak bangkai dari baterai kendaraan listrik juga masih belum ditemukan solusinya, maka akan sangat berbahaya bagi lingkungan. Kendaraan listrik saat ini jumlahnya juga masih kalah jika dibandingkan dengan kendaraan berbahan bakar bensin, khususnya di Kota Surakarta. Dampak yang ditimbulkan dari kendaraan listrik terhadap udara saat ini juga masih cukup sedikit, mengingat bahwa jumlahnya masih kalah jauh dibandingkan dengan kendaraan bensin. Pelan tapi pasti, kendaraan listrik akan menggeser kendaraan berbahan bakar bensin dan akan memperbaiki kondisi lingkungan, khususnya kualitas udara yang memang saat ini kualitas udara sedang tidak baik-baik saja.

Jumlah penduduk di Kota Surakarta pada tahun 2022 yaitu 523.008 penduduk dengan luas wilayah 44,04 km² dan kepadatan penduduk 11.193,51 (BPS Kota Surakarta, 2023). Kendaraan bermotor tentu sudah menjadi kebutuhan utama bagi masyarakat umum. Berikut merupakan tabel jumlah kendaraan bermotor menurut kecamatan dan jenis kendaraan (unit) di Kota Surakarta tahun 2022:

Tabel 1.1. Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Kecamatan dan Jenis Kendaraan (unit) di Kota Surakarta Tahun 2022

No	Kecamatan	Mobil Penumpang	Bus	Truk	Sepeda Motor	Jumlah
1	Laweyan	17.601	280	105.172	86.703	209.756
2	Serengan	7.210	126	44.355	36.864	88.555
3	Pasar Kliwon	7.756	112	59.864	51.795	119.527
4	Jebres	15.693	357	112.785	96.434	225.269
5	Banjarsari	24.808	1.134	167.507	140.958	334.407
	Kota Surakarta	70.596	2.992	184.744	391.129	649.461

Sumber: BPS Kota Surakarta dalam Angka 2023

Jumlah tersebut akan tetap terus bertambah setiap harinya, bahkan hanya dalam hitungan jam bahkan menit, jumlah sudah dapat bertambah. Jumlah tersebut juga masih merupakan hasil mentah dari kendaraan berbagai jenis,

yaitu dari yang masih menggunakan bahan bakar minyak ataupun menggunakan listrik. Banyaknya kendaraan di Kota Surakarta tersebut dapat menyebabkan pencemaran yang lebih parah jika tidak segera diatasi dengan baik.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat di ambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa jumlah pengguna kendaraan listrik di Kota Surakarta pada 3 tahun terakhir?
2. Bagaimana pandangan DLH dan sikap pemilik kendaraan listrik atas penggunaan kendaraan listrik
3. Apakah dengan fasilitas SPKLU saat ini sudah memadai dengan jumlah kendaraan listrik yang ada?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka dapat di ambil tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui jumlah kendaraan listrik di Kota Surakarta pada 3 tahun terakhir
2. Menganalisis pandangan DLH dan sikap pemilik kendaraan listrik di Kota Surakarta tentang penggunaan kendaraan listrik
3. Menganalisis perbandingan jumlah SPKLU di Kota Surakarta dengan jumlah kendaraan listrik di Kota Surakarta

1.4. Kegunaan penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah dan masyarakat untuk penggunaan kendaraan listrik
2. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan evaluasi bagi pabrikan-pabrikan otomotif agar dapat membuat kendaraan listrik yang lebih efektif dan lebih ramah lingkungan

3. Penelitian ini diharapkan dapat membuat pemerintah untuk menganalisa fasilitas untuk kendaraan listrik

1.5. Telaah Pustaka dan Penelitian Sebelumnya

1.5.1. Telaah Pustaka

1.5.1.1. Kendaraan Listrik

Mobil listrik dapat diartikan sebagai alat transportasi yang sudah tidak membutuhkan bahan bakar berupa fosil dan minyak bumi. Mobil listrik merupakan mobil dengan bantuan penggerak listrik berupa baterai untuk sumber tenaganya. Bukan hanya mobil saja, tetapi motor dan transportasi lain juga sudah banyak yang menggunakan teknologi ini. Rangkaian pada mobil listrik terdiri dari 4 baterai masing-masing 12 Volt yang dirangkai secara seri untuk menyalurkan arus ke controller, kemudian arus yang keluar dari controller parallel dengan pedal gas dan motor BLDC (sebagai penggerak akhir), serta terdapat komponen tambahan berupa lampu utama sebanyak 2 buah, dengan Relay sebagai pengontrol (Mulyadi et al., 2019).

Salah satu komponen terpenting pada suatu mobil listrik yaitu baterai. Baterai akan sangat fatal fungsinya bagi suatu kendaraan, apalagi jika kendaraan tersebut sudah menggunakan tenaga listrik. Baterai akan berguna untuk berbagai komponen yang ada pada suatu kendaraan, mulai dari lampu, klakson, starter, dan lain sebagainya. Menurut Afif dan Pratiwi (2015), berdasarkan prosesnya baterai dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu:

a. Primary Battery

Baterai yang hanya dapat digunakan sekali saja dan dibuang. Material elektrodanya tidak dapat berkebalikan arah ketika dilepaskan.

b. Secondary Battery

Baterai yang dapat digunakan dan diisi ulang beberapa kali, proses kimia yang terjadi di dalam baterai ada reversibel, dan baha aktif dapat kembali ke kondisi semula dengan pengisian sel.

Afif dan Pratiwi (2015) juga mengungkapkan bahwa baterai sekunder juga memiliki berbagai jenis, yaitu:

a. Baterai Ion Litium (Li-ion atau LIB)

Di dalam baterai ini, ion litium bergerak dari elektroda negatif ke elektroda positif saat dilepaskan, dan kembali saat diisi ulang. Baterai Li-ion memakai senyawa litium interkalasi sebagai bahan elektrodanya, berbeda dengan litium metalik yang dipakai di baterai litium non-isi ulang. Baterai ini merupakan jenis baterai isi ulang.

b. Baterai Lithium Polymer (Li-Po)

Hampir sama dengan baterai Li- Ion akan tetapi baterai Li-Po tidak menggunakan cairan sebagai elektrolit melainkan menggunakan elektrolit polimer kering yang berbentuk seperti lapisan plastik film tipis. Lapisan film ini disusun berlapis-lapis diantara anoda dan katoda yang mengakibatkan pertukaran ion. Dengan metode ini baterai LiPo dapat dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran.

c. Baterai Lead Acid (Accu)

Baterai Lead Acid atau biasa disebut aki merupakan salah satu jenis baterai yang menggunakan asam timbal (lead acid) sebagai bahan kimianya. Secara umum terdapat dua jenis baterai lead acid, yaitu: (a). *Starting Battery*, dan (b). *Deep Cycle Battery*.

d. Baterai Nickel-Metal Hydrade (Ni-MH)

Baterai jenis ini dibuat engan komponen yang lebih terjangkau dan ramah lingkungan. Baterai Ni-MH menggunakan ion hidrogen untuk menyimpan energi, tidak seperti baterai lithium ion yang menggunakan ion lithium. Baterai Ni-MH terdiri dari campuran nikel dan logam lain seperti titanium. Baterai ini biasanya mengandung pula komponen logam lain seperti mangan, aluminium, kobalt, zirconium, dan vanadium. Logam-logam tersebut pada umumnya berfungsi sebagai penangkap ion hidrogen yang dilepaskan untuk memastikan tidak mencapai fase gas.

Semua baterai tersebut tentu memiliki spesifikasi yang berbeda-beda dan memiliki kelebihan serta kekurangannya masing-masing. Dibawah ini merupakan tabel mengenai spesifikasi, kelebihan, dan kekurangan pada masing-masing jenis baterai menurut Afif dan Pratiwi (2015):

Tabel 1.2. Spesifikasi Baterai Lithium-Ion, Lithium-Polymer, Lead Acid, dan Nickel-Metal Hydrade

No	Spesifikasi	Lithium-Ion	Lithium-Polymer	Lead Acid	Nickel-Metal Hydrade
1	<i>Weight (kg)</i>	2.15	2	10	5.5
2	<i>Specific Energy (Wh/kg)</i>	150	150	40	65
3	<i>Initial Cost (\$/kWh)</i>	600	-	100	100
4	<i>Typical state of charge window</i>	80%	-	50%	-
5	<i>Temperature Sensitivity</i>	>45°C	-	>25°C	>45°C
6	<i>Efficiency</i>	100% @20-hr-rate 99% @4-hr-rate 92% @1-hr-rate	-	100% @20-hr-rate 80% @4-hr-rate 60% @1-hr-rate	-
7	<i>Voltage Increments</i>	3.7	3.7	2	1.2
8	<i>Charging Temperature</i>	0-45	-	0-45	0-25
9	<i>Deep Cycle Life (times)</i>	500	-	-	500
10	<i>Environmental friendly or not</i>	Ya	Ya	Tidak (karena Pb dan Acid)	Ya
11	<i>Charge method</i>	Arus konstan + tegangan konstan	Arus konstan + tegangan konstan	Arus konstan + tegangan konstan	Beberapa langkah arus konstan

Sumber: Jurnal Rekayasa Mesin Vol.6, No.2 Tahun 2015: 95-99

Tabel 1.3. Kelebihan Baterai Lithium-Ion, Lithium-Polymer, Lead Acid, dan Nickel Metal Hydrade

No	Lithium-Ion	Lithium-Polymer	Lead Acid	Nickel-Metal Hydrade
1	Baterai Lithium-Ion	Baterai Lithium Polymer memiliki	Baterai Lead Acid	Baterai Nickel-Metal

	yang ringan dibandingkan dengan baterai isi ulang lain dari berat yang sama.	massa yang lebih ringan, dan baterai ini dapat dibuat di hampir berbagai ukuran atau bentuk.	adalah salah satu yang terbaik dalam hal kehandalan dan kemampuan bekerja.	Hydrade memiliki kapasitas yang cukup besar, kurang lebih 30% - 40% lebih tinggi.
2	Memiliki kepadatan energi yang sangat tinggi, sehingga banyak energi dapat disimpan di dalamnya.	Baterai Lithium Polymer menawarkan kapasitas yang lebih tinggi, yang memungkinkan baterai ini memiliki daya berlebih.	Mampu untuk menghadapi kondisi lambat, cepat dan perngisian daya berlebihan.	Baterai Nickel-Metal Hydrade kurang rentan terhadap memori, dapat diremajakan.
3	Biaya hilang oleh Baterai Lithium-Ion adalah serendah 5% per bulan.	Baterai Lithium Polymer menawarkan laju discharge yang jauh lebih tinggi.	Mampu untuk bertahan tidak aktif dalam jangka panjang tanpa larutan elektrolit.	Baterai Nickel-Metal Hydrade ramah lingkungan, racun yang dikandung pun ringan saja.

Sumber: Jurnal Rekayasa Mesin Vol.6, No.2 Tahun 2015: 95-99

Tabel 1.4. Kekurangan Baterai Lithium-Ion, Lithium-Polymer, Lead Acid, dan Nickel Metal Hydrade

No	Lithium-Ion	Lithium-Polymer	Lead Acid	Nickel-Metal Hydrade
1	Baterai Lithium-Ion memiliki life time yang pendek dari 2 sampai 3 tahun dari tanggal pembuatan.	Baterai Lithium Polymer memiliki life time yang lebih pendek daripada baterai NiMH. Mereka rata-rata hanya 300-400 siklus jika dirawat dengan baik.	Pada iklim panas dimana suhu rata-rata adalah 92° F, siklus hidup Baterai Lead Acid akan turun menjadi 50%.	Baterai Nickel-Metal Hydrade memiliki limited service life, deep discharge mengurangi layanan hidup.

2	Baterai Lithium-Ion mengalami degradasi lebih cepat jika mereka terkena panas dibandingkan dengan paparan suhu normal karena mereka sangat sensitive terhadap suhu tinggi.	Sifat sensitif dan kimia dari baterai dapat menyebabkan kebakaran, hendaknya baterai mendapatkan punctured dan melepaskannya ke udara.	Baterai Lead Acid meskipun relatif lebih aman dari baterai lain tetapi mereka menyebabkan banyak kerusakan lingkungan pada skala pendek.	Baterai Nickel-Metal Hydrade membutuhkan algoritma biaya yang kompleks. Sensitif untuk menjual, karena mahal.
3	Baterai Lithium-Ion hancur jika mereka benar-benar habis.	Baterai Lithium Polymer membutuhkan perawatan khusus dalam cara mereka dibebankan, dibuang, dan disimpan. Peralatan dapat harga yang mahal.	Baterai Lead Acid rentan terhadap korosi yang sering terjadi baik karena elektrolisis atau overfilling. Korosi dapat menurunkan waktu hidup baterai & harus dihindari melalui perawatan yang tepat.	Baterai Nickel-Metal Hydrade tidak menyerap overcharge dengan baik, trickle charge harus tetap rendah.

Sumber: Jurnal Rekayasa Mesin Vol.6, No.2 Tahun 2015: 95-99

1.5.1.2. Pencemaran

Pencemaran adalah kondisi ketika komponen fisik dan biologis dari sistem bumi dan atmosfer terkontaminasi sehingga mengganggu keseimbangan ekosistem lingkungan. Kontaminasi tersebut dapat disebabkan oleh kegiatan manusia maupun proses alam, sehingga kualitas lingkungan tidak dapat

berfungsi dengan baik (Pasla, 2023). Berikut merupakan beberapa macam pencemaran:

a. Pencemaran Udara

Pencemaran udara kondisi dimana udara terkontaminasi oleh bahan-bahan kimia atau partikel yang dapat membahayakan kesehatan manusia, hewan dan tumbuhan. Pencemaran udara dapat terjadi secara alami seperti erupsi gunung berapi atau aktivitas manusia seperti pembakaran bahan bakar fosil, penggunaan bahan kimia berbahaya, dan kegiatan industri. Sumber teori pencemaran udara antara lain emisi kendaraan bermotor, pabrik, pembangkit listrik, dan pembakaran sampah (Pasla, 2023).

b. Pencemaran Air

Pencemaran air terjadi karena adanya zat-zat polutan yang masuk ke dalam sumber air, seperti insektisida, kotoran, limbah, pupuk, dan sampah. Air yang tercemar akan berbau, keruh, dan berwarna, sehingga tidak layak untuk dikonsumsi. Jika dikonsumsi, air tersebut akan mengganggu kesehatan (Pasla, 2023).

c. Pencemaran Tanah

Pencemaran tanah terjadi karena adanya zat-zat polutan yang masuk ke dalam lapisan tanah sehingga kualitas tanah menurun. Zat-zat polutan tersebut dapat berasal dari tumpahan minyak, kebocoran limbah yang berbentuk cair, pestisida yang digunakan secara berlebihan, cairan dari timbunan sampah, serta zat-zat lainnya seperti arsen, besi, cadmium, chloride, chromium, fluor, mercury, lead, nitrate, silver, selenium, dan sulfate (Pasla, 2023).

d. Pencemaran Suara

Pencemaran suara terjadi ketika tingkat kebisingan di lingkungan melebihi ambang batas yang dapat diterima oleh telinga manusia. Sumber teori pencemaran suara antara lain lalu lintas kendaraan, industri, dan konstruksi (Pasla, 2023).

e. Pencemaran Cahaya

Pencemaran cahaya adalah kondisi di mana cahaya buatan manusia mengganggu lingkungan alami dengan cara yang merugikan. Sumber teori pencemaran cahaya antara lain penerangan jalan umum, reklame, dan penerangan bangunan (Wu, t.t).

f. Pencemaran Termal

Polusi termal adalah degradasi kualitas air oleh proses apa pun yang mengubah suhu air sekitar. Polusi termal dapat terjadi akibat aktivitas manusia, seperti pembuangan air panas atau penggunaan air untuk pendingin industri. Pencemaran termal dapat menyebabkan kerusakan ekosistem dan hewan (Speight, 2020)

Semua jenis pencemaran di atas dapat memiliki dampak yang serius pada kesehatan manusia dan lingkungan, sehingga upaya pencegahan dan pengendalian pencemaran harus terus dilakukan.

1.5.1.3. Lingkungan

Lingkungan merupakan segala sesuatu yang ada di sekitar kita. Lingkungan dapat mencakup berbagai hal seperti sumber daya alam, makhluk hidup, dan lain sebagainya. Pada dasarnya lingkungan dibagi menjadi 2 bagian, yaitu lingkungan alam atau lingkungan fisik dan lingkungan sosial atau lingkungan buatan manusia.

Lingkungan alam dapat didefinisikan sebagai segala sesuatu yang ada di sekitar kita yang terkait dengan berbagai macam sesuatu tentang bumi ini, seperti iklim, cuaca, sumber daya alam, makhluk hidup, dan lain sebagainya. Lingkungan sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia karena manusia akan sangat bergantung dengan alam di sekitarnya. Contohnya manusia akan mengonsumsi hewan atau tumbuhan yang ada di sekitarnya yang dapat dimakan, serta meminum air sebagai minuman untuk dikonsumsi.

Manusia harus pandai untuk menjaga lingkungan alam itu sendiri. Lingkungan alam dan manusia ini sangat berhubungan satu sama lain. Lingkungan akan baik kepada manusia jika manusia itu sendiri dapat baik dengan lingkungan di sekitarnya dengan merawat dan tidak merusaknya.

Sebaliknya, lingkungan juga akan dapat menjadi jahat bagi seluruh makhluk hidup, khususnya umat manusia karena jika manusia merusaknya maka imbasnya juga akan timbul dan berakibat buruk bagi manusia itu sendiri. Contohnya jika manusia dengan liar menebang pohon secara ilegal, yang sebenarnya pohon sangat bermanfaat bagi manusia karena menghasilkan oksigen untuk manusia bernafas dan juga mengurangi karbon dioksida. Kasus lainnya yaitu maraknya pembuangan sampah di sembarang tempat, apalagi jika dibuang ke dalam sungai, maka akan sangat fatal akibatnya. Akibat dari membuang sampah di sungai yaitu kualitas air sungai akan memburuk dan tidak dapat dikonsumsi lagi serta dapat menimbulkan banjir di sekitarnya.

Berbeda dengan lingkungan alam, lingkungan sosial atau lingkungan buatan manusia merupakan lingkungan yang dibuat oleh manusia itu sendiri. Lingkungan sosial ini contohnya seperti bangunan atau fasilitas yang dibangun oleh manusia, yaitu rumah, jembatan, jalan raya, dan lain sebagainya. Lingkungan sosial ini juga mencakup interaksi sosial antar umat manusia. Lingkungan sosial ini juga sangat penting bagi kehidupan manusia karena manusia merupakan makhluk sosial yang membutuhkan satu sama lain untuk hidup. Lingkungan sosial juga harus dijaga dan dirawat oleh manusia dengan alasan yang sama dengan lingkungan alam.

1.5.2. Penelitian Sebelumnya

Aziz et al.,2020 melakukan penelitian dengan judul “Studi Analisis Perkembangan Teknologi dan Dukungan Pemerintah Indonesia Terkait Mobil Listrik”. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk mengedukasi masyarakat tentang perkembangan teknologi mobil listrik dan bagaimana dukungan pemerintah Indonesia terhadap keberadaan-kendaraan bermotor/berbasis listrik (KBL) seperti mobil listrik dalam mengurangi dampak pemanasan global (*global climate change and carbon footprint*). Metode yang digunakan yaitu dengan survei literatur dari internet (*secondary resources*) dengan menggunakan studi survei *Systematic Literature Review*. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu penjelasan secara lebih rinci mengenai

dampak kendaraan listrik bagi lingkungan yang menjadi pembahasan pokok pada penelitian ini, sedangkan penelitian sebelumnya tidak menjelaskan secara rinci dampaknya, hanya membahas tentang kelebihan dan kelemahan kendaraan listrik, dan juga membahas dukungan pemerintah Indonesia terhadap kendaraan listrik. Hasilnya menunjukkan bahwa kelebihan kendaraan listrik ini berbeda-beda, tergantung jenisnya dan juga jenis baterainya, sedangkan kelemahannya dikelompokkan dalam 3 kategori utama yaitu biaya operasional, kelengkapan infrastruktur, dan performansi atau daya tempuh.

Aditya et al.,2019 melakukan penelitian dengan judul “Evaluasi Motor Listrik Sebagai Penggerak Mobil Listrik”. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk mengetahui jenis motor listrik yang dapat diaplikasikan sebagai penggerak mobil listrik. Metode yang digunakan yaitu mengumpulkan data dengan mengevaluasi publikasi ilmiah (seminar, prosiding, dan jurnal) baik pada skala nasional maupun internasional dengan batasan 15 tahun terakhir untuk mendapatkan data yang akurat dan terbaru. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu penelitian sebelumnya hanya membahas tentang penggunaan motor listrik sebagai penggerak utama mobil listrik, sedangkan penelitian ini membahas tentang dampaknya terhadap lingkungan. Hasilnya menunjukkan bahwa motor listrik yang digunakan terbagi dalam empat jenis yaitu motor DC, SRM, PMSM, dan motor induksi. Motor induksi merupakan jenis motor listrik yang sesuai untuk mobil listrik. Satu-satunya motor listrik yang mampu menyamai penggunaan motor induksi sebagai penggerak mobil listrik adalah PMSM. PMSM memiliki power density yang lebih baik dikarenakan berat keseluruhan dan ukuran yang lebih kecil daripada motor induksi.

Parinduri et al.,2018 melakukan penelitian dengan judul “Kontribusi Konversi Mobil Konvensional ke Mobil Listrik dalam Penanggulangan Pemanasan Global”. Tujuan dari penelitian tersebut yaitu untuk mengetahui kontribusi dari mobil listrik mengenai pengurangan emisi gas rumah kaca untuk membatasi pemanasan global. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian

sebelumnya yaitu penelitian sebelumnya membahas tentang peranan mobil listrik untuk mengurangi emisi gas rumah kaca atau pemanasan global, sedangkan pada penelitian ini yaitu juga terdapat dampak negatif dari penggunaan mobil listrik terhadap lingkungan. Hasilnya mobil listrik diharapkan dapat mengurangi emisi gas rumah kaca di bidang transportasi. Walaupun terdapat banyak kelebihan tetapi penggunaan mobil listrik juga masih terdapat banyak kelemahan, yang kedepannya diharapkan agar kelemahan tersebut dapat teratasi dengan perkembangan teknologi yang ada.

Tabel 1.5. Penelitian Sebelumnya

No	Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Aziz et al (2020)	Studi Analisis Perkembangan Teknologi dan Dukungan Pemerintah Indonesia Terkait Mobil Listrik	Menedukasi masyarakat tentang perkembangan teknologi mobil listrik dan bagaimana dukungan pemerintah Indonesia terhadap keberadaan kendaraan bermotor/berbasis listrik (KBL) seperti mobil listrik dalam mengurangi dampak pemanasan global (<i>global climate change and carbon footprint</i>)	Survei literatur dari internet (<i>secondary resources</i>) dengan menggunakan studi survei <i>Systematic Literature Review</i>	Kelebihan kendaraan listrik ini berbeda-beda, tergantung jenisnya dan juga jenis baterainya, sedangkan kelamahnya dikelompokkan dalam 3 kategori utama yaitu biaya operasional, kelengkapan infrastruktur, dan perfonansi atau daya tempuh
2	Aditya et al (2019)	Evaluasi Motor Listrik Sebagai Penggerak Mobil Listrik	Mengetahui jenis motor listrik yang dapat diaplikasikan sebagai penggerak mobil listrik	Mengumpulkan data dengan mengevaluasi publikasi ilmiah (seminar, prosiding, dan jurnal) baik pada skala nasional maupun internasional dengan batasan 15 tahun terakhir untuk mendapatkan data yang akurat dan terbaru	Motor listrik yang digunakan terbagi dalam empat jenis yaitu motor DC, SRM, PMSM, dan motor induksi. Motor induksi merupakan jenis motor listrik yang sesuai untuk mobil listrik. Satu-satunya motor listrik yang mampu menyamai penggunaan

					motor induksi sebagai penggerak mobil listrik adalah PMSM. PMSM memiliki power density yang lebih baik dikarenakan berat keseluruhan dan ukuran yang lebih kecil daripada motor induksi
3	Parinduri et al (2018)	Kontribusi Konversi Mobil Konvensional ke Mobil Listrik dalam Penanggulangan Pemanasan Global	Mengetahui kontribusi dari mobil listrik mengenai pengurangan emisi gas rumah kaca untuk membatasi pemanasan global.	Mengumpulkan data dari beberapa sumber dan juga mengevaluasi publikasi ilmiah (seminar, prosiding, dan jurnal)	Hasilnya mobil listrik diharapkan dapat mengurangi emisi gas rumah kaca di bidang transportasi. Walaupun terdapat banyak kelebihan tetapi penggunaan mobil listrik juga masih terdapat banyak kelemahan, yang kedepannya diharapkan agar kelemahan tersebut dapat teratasi dengan perkembangan teknologi yang ada

1.6. Kerangka Penelitian

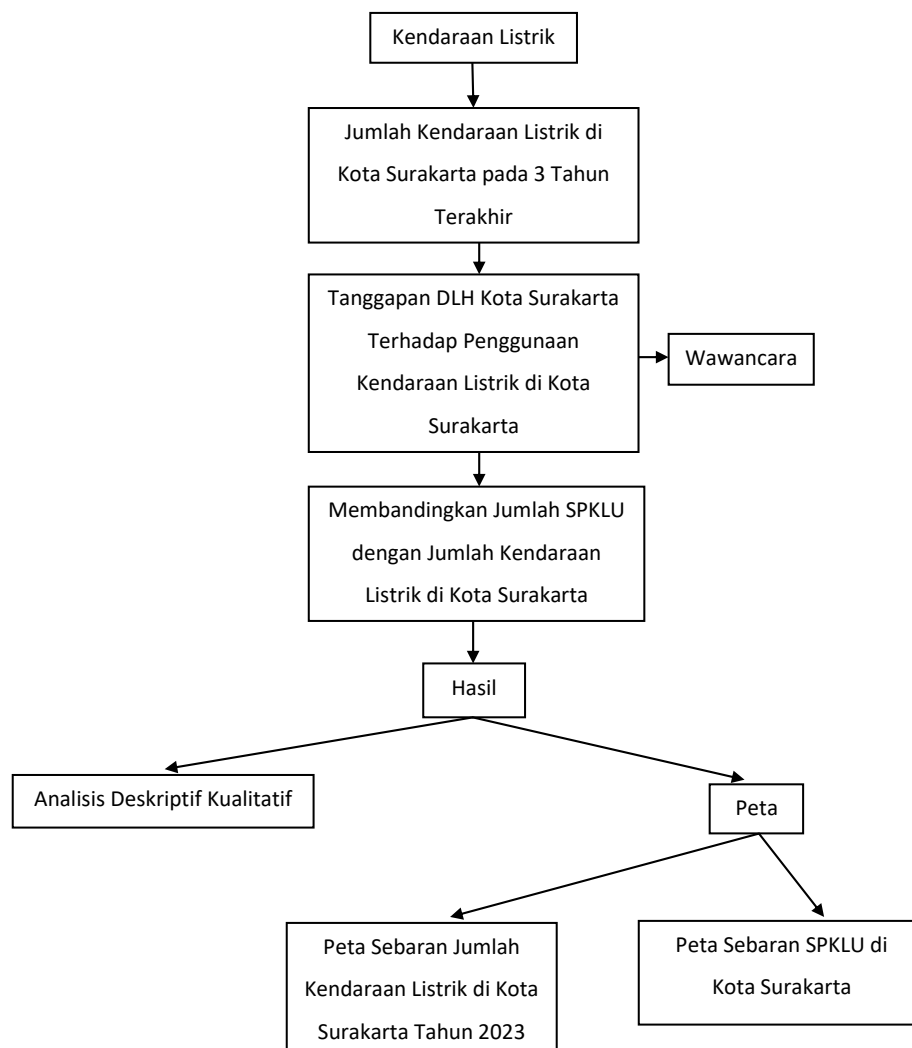
Kendaraan listrik merupakan alat transportasi yang tidak menggunakan bensin sebagai bahan bakar, melainkan menggunakan tenaga listrik untuk penggerakannya. Kendaraan listrik dirancang untuk menggantikan kendaraan konvensional yang akan menyebabkan dampak besar bagi lingkungan di sekitarnya.

Hadirnya kendaraan bertenaga listrik diharapkan mampu menggantikan kendaraan konvensional yang menggunakan minyak sebagai bahan bakarnya. Sebab, minyak merupakan sumber daya alam yang terbatas dan akan habis pada suatu waktu, selain itu kendaraan berbahan bakar minyak ini merupakan penyumbang terbesar penyebab polusi udara di Indonesia. Penggunaan kendaraan konvensional yang berkelanjutan juga akan menyebabkan rusaknya lapisan ozon dan akan berakibat pada kehidupan makhluk hidup di bumi.

Kendaraan listrik diharapkan mampu menanggulangi masalah tersebut. Pemerintah juga sudah memberikan keringanan pengurangan harga untuk kendaraan listrik, khususnya untuk mobil. Dampak positif diharapkan timbul dari munculnya kendaraan listrik ini. Besarnya dampak positif yang ditimbulkan dari kendaraan listrik bukan berarti tanpa ada dampak negatifnya.

Kendaraan listrik juga memiliki beberapa dampak negatif. Dampak negatif yang disebabkan oleh kendaraan listrik biasanya merupakan dampak berkepanjangan, yang berarti berdampak di masa depan, tetapi tidak sedikit juga dampak yang langsung terjadi. Dampak yang langsung terjadi seperti karbon dioksida yang dikeluarkan dari kendaraan listrik itu sendiri. Jumlah yang dikeluarkan memang tidak sebesar kendaraan konvensional, tetapi bukan berarti jika tanpa menggunakan bahan bakar minyak/bensin kendaraan listrik terbebas sempurna dari polusi. Dampak panjang yang paling jelas yaitu limbah baterai yang hingga saat ini belum ditemukan agar penguraiannya sempurna dan tidak berdampak bagi lingkungan. Limbah baterai ini akan berdampak 5 hingga 10 tahun kedepan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apa saja dampak yang ditimbulkan oleh kendaraan bertenaga listrik di Kota Surakarta pada tahun 2022. Survei lapangan akan dilakukan dengan wawancara terhadap orang yang lebih mengetahui tentang kendaraan listrik, selain itu kuesioner akan dibuat untuk mengetahui bagaimana tanggapan masyarakat sekitar tentang penggunaan kendaraan listrik. Hasil dari penelitian ini yaitu berupa hasil analisis dari wawancara dan kuesioner yang sudah dibuat, dan juga terdapat peta responden yang memiliki kendaraan listrik di Kota Surakarta.



Gambar 1.1 Kerangka Penelitian

1.7. Batas Operasional

1.7.1. Mobil listrik adalah mobil yang sudah tidak menggunakan bahan bakar fosil dan minyak bumi dan menggunakan bantuan penggerak listrik berupa baterai untuk sumber tenaga nya (Mulyadi et al., 2019:7).

1.7.2. Pencemaran adalah masuknya zat, energi, atau faktor lain ke dalam lingkungan yang dapat menyebabkan gangguan, kerusakan, atau perubahan pada ekosistem dan memengaruhi kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya.

1.7.3. Lingkungan adalah segala sesuatu yang ada di sekitar kita, baik itu lingkungan alam maupun sosial.