

**ANALISIS DAMPAK *ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATION*
TERHADAP STABILITAS DINAMIS PADA PENYULANG PEUGEOT**

(Skripsi)

Oleh

**HAFIZH JHUMHUR RAKSAJIWA
NPM 2015031077**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

ANALISIS DAMPAK *ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATION* TERHADAP STABILITAS DINAMIS PADA PENYULANG PEUGEOT

Oleh

HAFIZH JHUMHUR RAKSAJIWA

Charging station merupakan salah satu infrastruktur penting untuk mendukung perkembangan kendaraan listrik, yang sebagian besar saat ini terhubung ke jaringan PLN secara langsung. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak integrasi *charging station* terhadap stabilitas dinamis pada jaringan distribusi, dengan studi kasus pada penyulang Peugeot. Simulasi ini dilakukan menggunakan perangkat lunak MATLAB Simulink dan dengan dua kondisi, yaitu tanpa keberadaan *charging station* dan dengan keberadaan 2, 4, 6, 8 dan 10 *charging station*, masing-masing memiliki kapasitas 50 kW. Hasil simulasi menunjukkan bahwa penambahan beban dari *charging station* mempengaruhi stabilitas dinamis pada jaringan, ditandai dengan terjadinya penurunan tegangan sebesar 0.35% hingga 1.51% dan peningkatan osilasi tegangan sebesar 9 V hingga 45 V seiring dengan bertambahnya jumlah *charging station* yang terhubung dengan jaringan. Penurunan tegangan ini terjadi akibat lonjakan beban mendadak dari *charging station* yang meningkatkan tekanan pada sistem, sehingga menyebabkan ketidakstabilan tegangan. Sementara itu, osilasi disebabkan oleh komponen *non-linear* pada rangkaian *charging station*, seperti penyearah yang menghasilkan distorsi pada dan mengganggu bentuk gelombang fundamental sistem.

Kata Kunci: *Charging station*, Stabilitas dinamis, Matlab, Simulink, Tegangan, Osilasi

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE IMPACT OF ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATION ON DYNAMIC STABILITY OF PEUGEOT FEEDER

By

HAFIZH JHUMHUR RAKSAJIWA

Charging station is one of the important infrastructures to support the development of electric vehicles, most of which are currently connected to the PLN network directly. This research aims to analyze the impact of charging station integration on the dynamic stability of the distribution network, with a case study on the Peugeot feeder. The simulation was carried out using MATLAB Simulink software and with two conditions, namely without the presence of charging stations and with the presence of 2, 4, 6, 8 and 10 charging stations, each having a capacity of 50 kW. The simulation results show that the addition of load from charging stations affects the dynamic stability of the network, characterized by a voltage drop of 0.35% to 1.51% and an increase in voltage oscillations of 9 V to 45 V as the number of charging stations connected to the network increases. This voltage drop occurs due to a sudden load surge from the charging station which increases the stress on the system, thus causing voltage instability. Meanwhile, the oscillations are caused by non-linear components in the charging station circuit, such as rectifiers that produce distortions in and disturb the fundamental waveform of the system.

Keywords: Charging station, dynamic stability, matlab, simulink, voltage, oscillation

**ANALISIS DAMPAK *ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATION*
TERHADAP STABILITAS DINAMIS PADA PENYULANG PEUGEOT**

Oleh

HAFIZH JHUMHUR RAKSAJIWA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul Skripsi : ANALISIS DAMPAK *ELECTRIC*
VEHICLE CHARGING STATION
TERHADAP STABILITAS DINAMIS
PADA PENYULANG PEUGEOT

Nama Mahasiswa : Hafizh Jhumhur Raksajiwa

Nomor Pokok Mahasiswa : 2015031077

Program Studi : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik



1. Komisi Pembimbing

Dr. Eng. Ir. Khairudin, S.T., M.Sc.
NIP. 197007192000121001

Ir. Herri Gusmedi, S.T., M.T.
NIP. 1971081131999031003

2. Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro

Herlinawati, S.T., M.T.
NIP. 197103141999032001

Ketua Program Studi Teknik Elektro

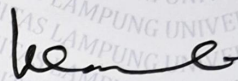
Sumadi, S.T., M.T.
NIP. 197311042000031001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

Dr.Eng. Ir. Khairudin, S.T., M.Sc.



Sekretaris

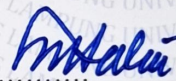
Ir. Herri Gusmedi, S.T., M.T.



Penguji,

Bukan Pembimbing

Dr.Eng. Ir. Lukmanul Hakim, S.T., M.Sc.




2. Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.

NIP. 197509282001121002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **3 Desember 2024**

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana yang disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu, saya menyatakan pula bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi akademik sesuai dengan hukum yang berlaku

Bandar Lampung, 9 Desember 2024



Hafizh Jhumhur Raksajiwa
NPM. 2015031077

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Sukabumi pada tanggal 28 Juni 2002, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara, dari Bapak Iwan Raksajiwa dan Ibu Marlinawati.

Riwayat pendidikan penulis dimulai dari SDIT Al-Ummah pada tahun 2008 hingga 2014, SMP Negeri 1 Cibadak pada tahun 2014 hingga 2017, dan SMA Negeri 1 Cibadak pada Tahun 2017 hingga 2020.

Penulis menjadi mahasiswa Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung, pada tahun 2020 melalui jalur UTBK/SBMPTN. Selama menjadi mahasiswa penulis bergabung dalam organisasi intra kampus Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HIMATRO) yang pada tahun 2021 diamanahkan tergabung dalam Departemen Komunikasi dan Informasi sebagai anggota Divisi Media Informasi, serta pada tahun 2022 diamanahkan tergabung dalam Departemen Pengembangan Keteknikan sebagai anggota Divisi Penelitian dan Pengembangan. Penulis memiliki pengalaman magang di beberapa institusi. Pada tahun 2022, penulis menjalani magang di PT. Vela Prima Nusantara, Bandung, sebagai bagian dari Departemen Vertical Propulsion Engineer dan membuat laporan berjudul “Pemodelan dan Simulasi Kemampuan Sistem Pendingin Cair Menggunakan *Computational Fluid Dynamics (CFD)*”. Pada tahun 2023, penulis menjalani magang sekaligus kerja praktik di Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Serpong, tepatnya di Pusat Riset Konversi dan Konservasi Energi, dan membuat laporan berjudul “Analisa Harmonisa *Charging Station* PRKKE BRIN Serpong Dengan Beban NETA-V Menggunakan *Power Quality Analyzer* Hioki 3169-20”.



PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan Ridho Allah SWT

Teriring shalawat kepada Nabi Muhammad SAW, Karya Tulis ini ku
persembahkan untuk:

Ayah dan Ibuku Tercinta

Iwan Raksajiwa dan Marlinawati

Serta Adik-adikku Tersayang

Afifah Ramadhani Raksajiwa

Muhammad Rofi Raksajiwa

Terimakasih untuk semua dukungan dan doa selama ini, sehingga Aku dapat
menyelesaikan hasil karyaku ini



MOTTO

“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kemampuannya”

(QS. Al-Baqarah: 286)

“Learn from yesterday. live for today. Hope for tomorrow.”

(Albert Einstein)

“Stay silent. Not Everything needs to be said. Silence is better than unnecessary drama. You don't need 100 self help books. All you need is action and self-discipline.”

(Ria SW)

SANWACANA

Segala puji bagi Allah SWT, atas limpahan nikmat dan karunia-Nya yang diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Shalawat dan salam senantiasa dicurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, suri teladan yang mampu membuka sesuatu yang terkunci, penutup dari semua yang terdahulu, penolong kebenaran dengan jalan yang benar, dan petunjuk kepada jalan-Mu yang lurus.

Tugas Akhir dengan judul “Analisis Dampak *Electric Vehicle Charging Station* Terhadap Stabilitas Dinamis Pada Penyulang Peugeot” ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.

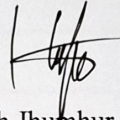
Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua Orang tuaku tercinta, Bapak Iwan Raksajiwa dan Ibu Marlinawati yang terus memberikan motivasi, dukungan, nasihat, dan doa tanpa henti kepada penulis untuk menyelesaikan perkuliahan dengan baik.
2. Adik-adikku tersayang, Afifah dan Rofi yang menjadi penyemangat dan memberikan doa untuk penulis, semoga kelak kita menjadi orang yang sukses agar dapat membahagiakan dan membanggakan Orang tua kita.
3. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
4. Bapak Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
5. Ibu Herlinawati, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

6. Bapak Sumadi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.
7. Bapak Dr.Eng. Ir. Khairudin, S.T., M.Sc., selaku dosen pembimbing utama yang selalu memberikan motivasi dan pandangan kehidupan, mengarahkan dan membimbing dengan tulus dan penuh kesabaran.
8. Bapak Ir. Herri Gusmedi, S.T. M.T., selaku dosen pembimbing pendamping yang telah memberikan saran, bimbingan dan arahan dengan baik.
9. Bapak Dr.Eng. Ir. Lukmanul Hakim, S.T., M.Sc., selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan, kritik dan saran.
10. Bapak Dr. Herman Halomoan Sinaga, S.T., M.T., selaku dosen Pembimbing Akademik (PA) yang telah memberikan nasihat, arahan, bimbingan dengan baik dan tulus bagi penulis selama perkuliahan.
11. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu, pengajaran, dan pandangan hidup selama perkuliahan.
12. Staff administrasi Jurusan Teknik Elektro dan Fakultass Teknik Universitas Lampung yang telah membantu penulis dalam hal administrasi.
13. Bapak Nuel Yosia, selaku pembimbing magang di PT. Vela Prima Nusantara.
14. Bapak Ir. Riza, M.Eng., selaku pembimbing magang di Pusat Riset Konversi dan Koservasi Energi.
15. Keluarga Kos Pimpinan: Rahmat, Hafidz, Aldy, Agung, Dwi Agus, Gibran, Ridwan, dan Yehezkiel yang selalu memberikan dukungan dan selalu menjadi rekan perkuliahan penulis selama masa perkuliahan.
16. Rekan-rekan Badminton: Aldy, Rahmat, Hafidz, Zulizar, Bimo, Fero, Gibran, Rezra, Aldo, Yehezkiel, Alfin, Ahmad Fatul, dan Ridwan.
17. Keluarga besar angkatan HELLIOS 2020, yang telah memberikan banyak motivasi, nilai nilai sosial, dan bantuan dalam bebagai hal.
18. Keluarga besar HIMATRO UNILA, yang telah menjadi wadah dalam mengembangkan nilai nilai organisadi bagi penulis.
19. Semua pihak yang terlibat dalam proses perkuliahan dan penulisan skripsi ini, penulis ucapkan terima kasih atas bantuan dan kerjasamanya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan masyarakat pada umumnya.

Bandar Lampung, 9 Desember 2024



Hafizh Jhumhur Raksajiwa

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xix
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Rumusan Masalah	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Hipotesis	3
1.7. Sistematika Penulisan	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Penelitian Terdahulu	5
2.2. <i>Electric Vehicle Charging Station (EVCS)</i>	6
2.2.1. Stasiun Pengisian Rumahan	7
2.2.2. Stasiun Pengisian Umum	7
2.2.3. Stasiun Pengisian Cepat Umum	8
2.3. Sistem Tenaga Listrik	9
2.4. Sistem Distribusi Tenaga Listrik	9
2.4.1. Sistem Saluran Distribusi <i>Radial</i>	10

2.4.2.	Sistem Saluran Distribusi <i>Loop</i>	10
2.4.3.	Sistem Saluran Distribusi <i>Spindel</i>	11
2.5.	Kestabilan Sistem Tenaga Listrik.....	11
2.6.	Kestabilan Tegangan.....	14
III.	METODE PENELITIAN	16
3.1.	Waktu dan Tempat Penelitian	16
3.2.	Alat dan Bahan	17
3.3.	Tahapan Penelitian.....	17
3.4.	Diagram Alir Penelitian.....	18
3.5.	Skema <i>Charging Station</i> Dengan Penyulang Peugeot	19
3.5.1.	Pemodelan <i>Buck Converter</i>	19
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1.	Data Penyulang Peugeot.....	22
4.2.	Pemodelan <i>Charging Station</i>	24
4.2.1.	Desain <i>Buck Converter</i>	24
4.2.2.	Penentuan Nilai <i>Duty Cycle</i>	25
4.2.3.	Penentuan Nilai Beban.....	25
4.2.4.	Penentuan Nilai Induktor	25
4.2.5.	Penentuan Nilai Kapasitor.....	26
4.3.	Simulasi Rangkaian <i>Charging Station</i>	27
4.4.	Simulasi Stabilitas Dinamis.....	28
4.4.1.	Tanpa <i>Charging Station</i> Terhubung Dengan Sistem.....	28
4.4.2.	Dua <i>Charging Station</i> Terhubung Dengan Sistem.....	29
4.4.3.	Empat <i>Charging Station</i> Terhubung Dengan Sistem	30
4.4.4.	Enam <i>Charging Station</i> Terhubung Dengan Sistem	31
4.4.5.	Delapan <i>Charging Station</i> Terhubung Dengan Sistem	32

4.4.6. Sepuluh <i>Charging Station</i> Terhubung Dengan Sistem	34
4.5. Analisis Hasil Simulasi	35
V. PENUTUP	38
5.1. Kesimpulan.....	38
5.2. Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA.....	39
LAMPIRAN.....	41

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 1 Type plug charging station	6
Gambar 2. 2 Charging station rumah	7
Gambar 2. 3 Stasiun pengisian umum.....	8
Gambar 2. 4 Stasiun Pengisian kendaraan listrik umum	8
Gambar 2. 5 Komponen utama pada sistem tenaga listrik.....	9
Gambar 2. 6 sistem saluran distribusi radial	10
Gambar 2. 7 sistem saluran distribusi loop	10
Gambar 2. 8 Sistem saluran distribusi spindel	11
Gambar 2. 9 klasifikasi kestabilan sistem tenaga listrik	12
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	18
Gambar 3.2 Single line diagram Penyulang Peugeot yang terintegrasi dengan charging station	19
Gambar 3.3 Rangkaian Buck Converter	19
Gambar 4.1 Rangkaian Charging Station.....	24
Gambar 4.2 Hasil Simulasi Tegangan dan Arus Charging Station	27
Gambar 4.3 Profil tegangan tanpa charging station terhubung.....	28
Gambar 4.4 Profil tegangan sistem ketika 2 charging station terhubung (a) Profil tegangan secara keseluruhan (b) Profil tegangan ketika diperbesar	29
Gambar 4.5 Profil tegangan sistem ketika 4 charging station terhubung (a) Profil tegangan secara keseluruhan (b) Profil tegangan ketika diperbesar	30
Gambar 4.6 Profil tegangan sistem ketika 6 charging station terhubung (a) Profil tegangan secara keseluruhan (b) Profil tegangan ketika diperbesar	32
Gambar 4.7 Profil tegangan sistem ketika 8 charging station terhubung (a) Profil tegangan secara keseluruhan (b) Profil tegangan ketika diperbesar	33
Gambar 4.8 Profil tegangan sistem ketika 10 charging station terhubung (a) Profil tegangan secara keseluruhan (b) Profil tegangan ketika diperbesar	34

Gambar 4.9 Grafik penurunan profil tegangan sistem.....	35
Gambar 4.10 Grafik Osilasi yang terjadi pada tegangan	36

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 standar kestabilan tegangan (IEEE 1159-2009)	15
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian.....	16
Tabel 4.1 Data saluran penyulang Peugeot	22
Tabel 4.2 Parameter buck converter	24

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Krisis energi dan pemanasan global merupakan masalah yang dihadapi oleh negara-negara di dunia. Salah satu aspek yang berkontribusi terhadap masalah-masalah tersebut adalah kendaraan bermotor konvensional. Kendaraan bermotor konvensional dalam jumlah yang besar dapat mengonsumsi bahan bakar minyak dan menghasilkan emisi karbon monoksida dalam jumlah yang besar pula. Oleh karena itu, banyak negara di dunia telah menggalakkan perkembangan penggunaan kendaraan listrik untuk membantu mengatasi masalah krisis energi dan pemanasan global [1]. Saat ini kendaraan listrik semakin banyak digunakan oleh konsumen di seluruh dunia. Faktor pendorong peningkatan kendaraan listrik meliputi berbagai insentif dari produsen otomotif dan pemerintah, harga bahan bakar yang tidak stabil, keinginan konsumen untuk mengurangi emisi karbon, dan ketersediaan energi terbarukan untuk pengisian daya kendaraan listrik [2].

Peralihan menuju energi ramah lingkungan dapat dicapai dengan meningkatkan efisiensi kendaraan dan beralih ke kendaraan listrik. Peralihan kendaraan bermotor konvensional ke kendaraan listrik adalah strategi untuk mengurangi emisi karbon pada sektor transportasi dan mengurangi penggunaan cadangan energi fosil. Indonesia memiliki rencana dan target adopsi kendaraan listrik yang tertulis pada Peraturan Presiden No. 22 Tahun 2017 tentang Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) di mana menargetkan adopsi mobil listrik sebanyak 2.200 unit dan motor listrik sebanyak 2.100.000 unit pada tahun 2025 [3]. Maka, untuk mencapai rencana tersebut, maka pemerintah mengeluarkan Peraturan Presiden No. 55 Tahun 2019 tentang percepatan program kendaraan dengan motor listrik. Peraturan ini bertujuan untuk mempercepat penetrasi dan penggunaan kendaraan listrik berbasis baterai di Indonesia [4]. Faktor kunci untuk percepatan program ini dengan pembangunan

infrastruktur pendukung kendaraan listrik, salah satunya yaitu fasilitas pengisian daya.

Stasiun pengisian kendaraan listrik atau *charging station* merupakan infrastruktur yang digunakan untuk mengisi daya kendaraan listrik seperti mobil listrik, mobil *hybrid* dan mobil listrik angkutan umum [5]. *Charging station* ini merupakan kebutuhan vital bagi pengguna kendaraan listrik. Seiring dengan laju pertumbuhan kendaraan listrik, keberadaan *charging station* pun meningkat dengan berbagai tipe [6]. Di negara-negara yang kendaraan listriknya sudah banyak publik *charging* biasanya disediakan oleh perusahaan penyedia tenaga listrik. Produsen kendaraan listrik sudah menyiapkan konverter sendiri yang langsung dipasang pada *station charging* sehingga memudahkan pemilik kendaraan untuk melakukan pengisian. Selain itu, stasiun pengisian juga menyediakan fasilitas pengisian berdasarkan jenis tegangan AC atau DC, fitur *monitoring* saat pengisian, sehingga dapat digunakan secara aman oleh masyarakat [5].

Berbagai *charging station* atau stasiun pengisian kendaraan listrik (SPKLU) sudah banyak dikembangkan akhir-akhir ini. Sebagian besar SPKLU terhubung ke jaringan (*grid* PLN) secara langsung [6]. Setiap komponen dalam sistem tenaga listrik memberikan pengaruh terhadap stabilitas dinamis pada jaringan tersebut. Dengan banyaknya perangkat *non-linear switching* yang digunakan pada pengisian daya kendaraan listrik dapat menghasilkan distorsi gelombang tegangan pada jaringan distribusi. Distorsi gelombang tegangan yang dihasilkan dapat mempengaruhi kualitas tegangan pada jaringan distribusi [7]. Selain itu, semakin meningkatnya jumlah *charging station* yang terhubung dengan jaringan distribusi akan terjadi kenaikan beban sistem yang dapat menyebabkan penurunan tegangan pada jaringan distribusi.

Dengan adanya permasalahan tersebut, maka dilakukan penelitian mengenai dampak *charging station* terhadap stabilitas dinamis pada jaringan distribusi sebagai upaya untuk mengetahui kemampuan dari penyulang Peugeot akibat terjadi gangguan. Selain itu, dalam penelitian ini akan menganalisis penurunan tegangan yang terjadi akibat banyaknya *charging station* yang terhubung dengan jaringan distribusi.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang rangkaian *charging station* yang terintegrasi dengan jaringan penyulang Peugeot, serta menganalisis stabilitas dinamis pada jaringan penyulang tersebut ketika terjadi penambahan beban akibat integrasi *charging station*. Selain itu penelitian ini juga bertujuan untuk melihat dampak dari keberadaan *massive charging station* terhadap stabilitas dinamis dalam sistem distribusi 20 kV.

1.3. Rumusan Masalah

Pada penelitian ini terdapat permasalahan yang harus dipecahkan di antaranya adalah perancangan rangkaian *charging station* yang akan diintegrasikan dengan jaringan penyulang Peugeot. Kemudian, bagaimana dampak dari integrasi *charging station* terhadap stabilitas dinamis jaringan penyulang Peugeot.

1.4. Batasan Masalah

penelitian ini memiliki batasan masalah yang mencakup beberapa aspek. Simulasi menggunakan data dari jaringan distribusi penyulang Peugeot ULP Way Halim, dengan 10 *charging station* berkapasitas 50 kW yang terhubung ke jaringan. Kemudian, parameter yang dianalisis adalah dampak perubahan beban akibat penambahan *charging station* terhadap stabilitas dinamis pada jaringan penyulang tersebut.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai peningkatan beban listrik yang terjadi akibat penggunaan *charging station* pada jaringan penyulang Peugeot. Selain itu, penelitian ini juga berfungsi sebagai acuan untuk menilai kemampuan stabilitas dinamis pada jaringan penyulang Peugeot saat diintegrasikan dengan *charging station*.

1.6. Hipotesis

Dengan masuknya *charging station* pada jaringan penyulang Peugeot menyebabkan perubahan beban pada jaringan yang dapat meningkatkan beban listrik dan dapat mengganggu stabilitas dinamis, terutama kestabilan tegangan.

1.7. Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan pada laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Berisi mengenai latar belakang, tujuan penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian, hipotesis dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Berisi tentang beberapa teori pendukung dan referensi materi yang diperoleh dari berbagai sumber buku, jurnal, dan penelitian ilmiah yang digunakan untuk penulisan laporan tugas akhir ini.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Berisi tentang waktu dan tempat, alat dan bahan, metode penelitian dan pelaksanaan serta pengamatan dalam pengerjaan tugas akhir.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil dan pembahasan data simulasi dan analisis data yang didapat dari penelitian tugas akhir ini.

BAB V. PENUTUP

Bab ini berisi simpulan yang diperoleh dari pembahasan pada laporan tugas akhir dan saran yang berhubungan dengan pokok-pokok pembahasan tugas akhir ini

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Adapun teori dan penelitian dari masalah terkait yang digunakan untuk menentukan topik yang diambil maka diambil referensi penelitian sebagai berikut:

Glueck J, Le H [2] Pada penelitian yang berjudul “*Impact of Plug-in Electric Vehicle on local distribution feeders*”. menyelidiki dampak dari menghubungkan kendaraan listrik pada jaringan distribusi lokal. Studi ini menghasilkan bahwa menghubungkan *charging* kendaraan listrik menurunkan tegangan pada pengumpan secara signifikan dan meningkatkan kehilangan daya pada ujung pengumpan hingga 16.7 kali lipat. Penurunan tegangan lebih besar di ujung pengumpan atau di titik dimana kendaraan listrik terhubung.

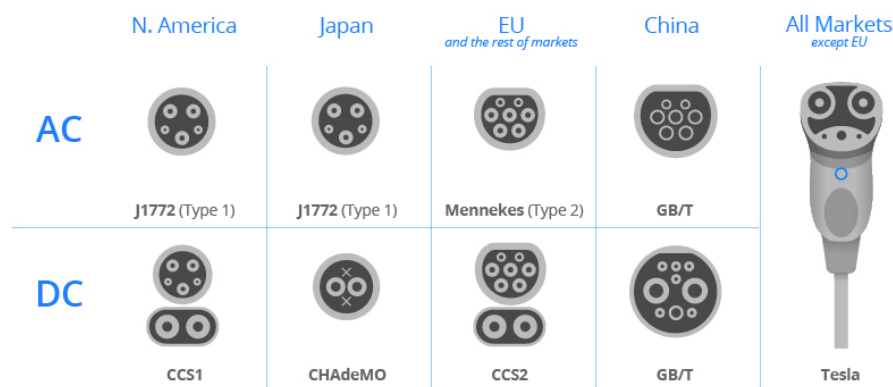
Ihsan B, Hamdani D, Hariyanto N [1] Pada penelitian yang berjudul “Pengaruh Strategi Pengisian Daya Terhadap Kenaikan Puncak Akibat Penetrasi Kendaraan Listrik”. Studi ini mengkaji kenaikan beban harian akibat penetrasi kendaraan listrik dan strategi pengisian daya kendaraan listrik untuk mengurangi kenaikan beban pada sistem kelistrikan Jawa-Bali. Hasil perhitungan kenaikan beban menunjukkan bahwa kondisi sistem kelistrikan Jawa-Bali saat hanya sanggup melayani penetrasi kendaraan listrik sebesar 20% jika masalah *losses*, kestabilan, dan pembebanan dan saluran diabaikan. Pada kasus 10% penetrasi kendaraan listrik, beban puncak sistem Jawa-Bali naik sebesar 5.857 MW. Namun, dengan menjadwalkan pengisian daya kendaraan listrik pada saat beban rendah, kenaikan beban puncak dapat dikurangi sebesar 3.232 MW dan dengan menggunakan skema V2G, energi yang disuplai oleh pembangkit sistem dapat dikurangi sebesar 20.000 MWh.

Arbi S [8] Pada penelitian yang berjudul “Analisis Stabilitas Tegangan dan Frekuensi Pada *Microgrid* AC Terhubung DG Pada Mode *Grid Connected* dan

Islanding”. Studi ini membahas mengenai stabilitas tegangan dan frekuensi pada mode *grid connected* dan *islanding* saat adanya gangguan seperti lepasnya *grid* dan generator. Pada sistem distribusi real GH PLN Payakumbuh dimodelkan *Microgrid* dengan menambahkan jenis *Distributed Generation* diesel dan minihidro. Pelepasan pada mode *grid connected* tidak terlalu berpengaruh pada kestabilan sistem, namun pada keadaan *islanding* terdapat kondisi dimana frekuensi sistem gagal kembali ke *steady state* dan diperlukan skema pelepasan beban atau *load shedding* untuk mengembalikan kestabilan sehingga keadaan sistem dapat terjaga

2.2. Electric Vehicle Charging Station (EVCS)

Electric vehicle charging station atau stasiun pengisian kendaraan listrik merupakan kebutuhan vital bagi pengguna kendaraan listrik. *Charging station* adalah infrastruktur yang digunakan untuk mengisi kendaraan listrik seperti mobil listrik, mobil *hybrid* dan mobil listrik angkutan umum [5]. Seiring dengan laju pertumbuhan mobil listrik, keberadaan *charging station* pun semakin meningkat dengan berbagai tipe [6].



Gambar 2.1 Type plug charging station

Di Indonesia, infrastruktur pengisian kendaraan listrik umum dibagi menjadi tiga, yaitu Stasiun Penyedia Listrik Umum (SPLU) merupakan stasiun yang digunakan untuk kendaraan listrik khususnya sepeda motor listrik. Stasiun Pengisian Kendaraan Listrik Umum (SPKLU) adalah stasiun pengisian khusus mobil listrik [4]. Serta Stasiun Penukaran Baterai Kendaraan Listrik Umum (SPBKLU) merupakan sarana penukaran baterai yang akan diisi ulang dengan baterai yang telah diisi ulang [9]. *Charging Station* menyediakan berbagai macam konektor

khusus untuk pengisian mobil listrik sesuai dengan standar yang digunakan di dunia. Untuk *charging* dengan tegangan AC digunakan konektor J1772, Mennekes dan BG/T, sedangkan untuk *charging* dengan tegangan DC menggunakan CCS, CHAdeMO dan BG/T [5].

2.2.1. Stasiun Pengisian Rumahan

Stasiun pengisian rumah merupakan pengisian kendaraan listrik oleh pengemudi yang dilakukan di rumah. Rumah adalah lokasi utama pengisian kendaraan listrik karena pengisianannya lebih nyaman dan murah. Pada sistem pengisian rumah terdapat komponen pendukung yaitu *grid* sebagai sumber listrik dari PLN atau perusahaan listrik, kemudian terdapat EVSE (*electric vehicle supply equipment*) merupakan perlengkapan pengisian kendaraan yang digunakan untuk menyuplai daya ke kendaraan listrik. OBC AC/DC (*on – board converter*) merupakan komponen yang mengubah arus bolak balik menjadi arus searah pada kendaraan listrik, BMS (*Battery Management System*) digunakan untuk mengontrol daya yang masuk atau keluar pada baterai, *battery pack* merupakan komponen penyuplai energi listrik pada kendaraan listrik, *plot wire* yang digunakan untuk memeriksa kondisi sebelum melakukan pengisian [5].



Gambar 2.2 *Charging station* rumah

2.2.2. Stasiun Pengisian Umum

Stasiun pengisian umum adalah sarana pengisian energi listrik untuk kendaraan listrik berbasis baterai untuk umum. Melakukan pengisian kendaraan listrik ketika

parkir atau menggunakan sarana publik *charging station* merupakan opsi lain jika masyarakat memiliki kesibukan berpindah dengan waktu yang cepat. Pengisiannya mungkin bisa *slow charging* atau *fast charging* dan biasanya mendorong pemilik kendaraan mengisi kendaraan sementara mereka melakukan kegiatan di dekat fasilitas. Biasanya konektor yang digunakan bertipe AC J1772 tipe 1 dan 2 [5].



Gambar 2.3 Stasiun pengisian umum

2.2.3. Stasiun Pengisian Cepat Umum

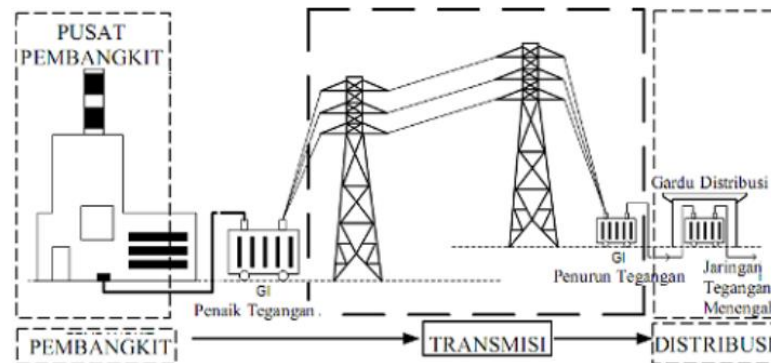
Pengisian kendaraan listrik cepat umum merupakan stasiun dengan waktu pengisian hanya 20 – 30 menit, pengisian cepat ini disesuaikan dengan sistem pada kendaraan listrik. Terdapat perbedaan komponen pendukung pada sistem pengisian di rumah dan di tempat umum pada EVSE dan OBC AC/DC terdapat di stasiun pengisian dan pada kendaraan hanya memiliki *board control* yang merupakan komponen untuk mengatur dan mengawasi arus HVDC yang masuk ke mobil pada saat pengisian daya. Biasanya konektor yang digunakan menggunakan konektor CHAdeMO, CCS, dan Mennekes [5].



Gambar 2.4 Stasiun Pengisian kendaraan listrik umum

2.3. Sistem Tenaga Listrik

Sistem tenaga listrik merupakan sebuah sistem yang mencakup beberapa sistem lain diantaranya sistem pembangkitan, sistem transmisi, sistem distribusi dan beban yang saling terhubung untuk menyuplai energi listrik bagi konsumen sesuai dengan kebutuhan [10]. Secara umum sistem tenaga listrik dapat digambarkan pada gambar dibawah:



Gambar 2.5 Komponen utama pada sistem tenaga listrik

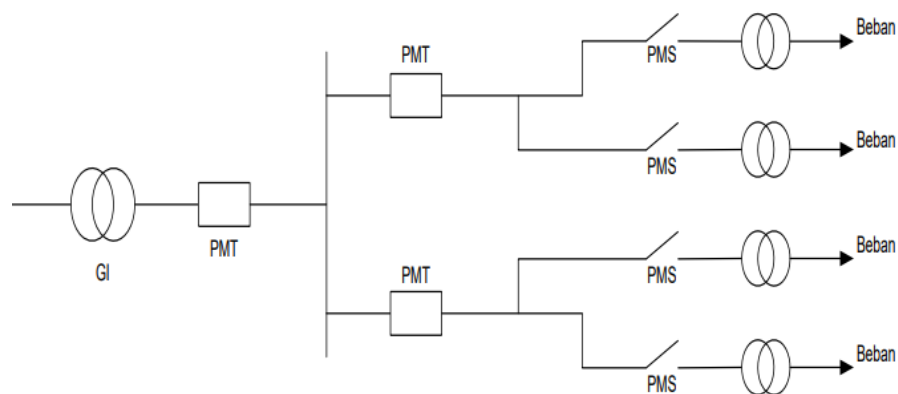
Sistem pembangkitan menghasilkan listrik dengan mengubah sumber energi yang tersedia seperti air, batu bara, panas bumi, angin dan sebagainya. Kemudian sistem transmisi menyalurkan energi listrik dari sistem pembangkitan menuju gardu induk. Dan terakhir sistem distribusi menyalurkan energi listrik dari gardu induk menuju konsumen seperti perusahaan, rumah sakit, bangunan komersil dan rumah [11].

2.4. Sistem Distribusi Tenaga Listrik

Sistem distribusi tenaga listrik merupakan sistem penyaluran energi listrik yang menghubungkan gardu induk dengan konsumen. Pada sistem ini beroperasi pada Tegangan Menengah (TM) dan Tegangan Rendah (TR) [12]. Saluran tegangan menengah atau biasa disebut sistem distribusi primer berfungsi untuk menyalurkan tegangan listrik dengan operasi tegangan menengah yang berasal dari gardu induk sampai dengan sisi primer trafo distribusi pada gardu distribusi tegangan menengah. Saluran tegangan rendah atau biasa disebut sistem distribusi sekunder berfungsi untuk menyalurkan tegangan listrik dengan operasi tegangan rendah yang berasal dari sisi sekunder trafo distribusi sampai sampai konsumen atau beban terjauh [13]. Pada saluran distribusi tegangan menengah terdapat beberapa konfigurasi yang digunakan, yaitu:

2.4.1. Sistem Saluran Distribusi *Radial*

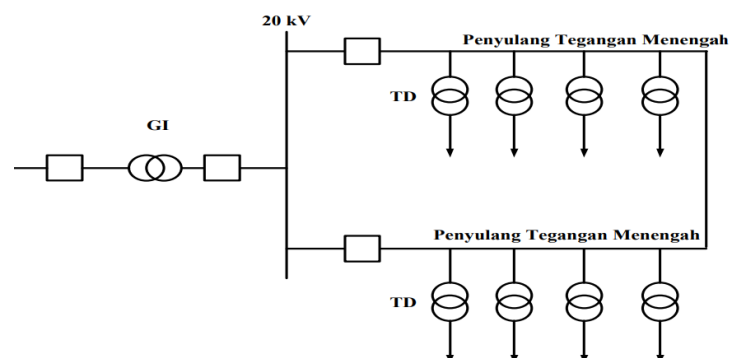
Saluran distribusi radial merupakan saluran yang hanya memiliki satu aliran daya ke beban. Pada saluran ini sebuah *feeder* menyalurkan daya yang terpisah antara satu *feeder* dengan *feeder* lainnya. Suatu sistem dikatakan sebagai sistem *radial* apabila penyaluran daya dari sumber ke konsumen tidak memungkinkan untuk mendapatkan masukan dari sumber lain, tetapi biasanya dibangun cabang dari *feeder* utama ke daerah beban tersebut [12].



Gambar 2.6 sistem saluran distribusi radial

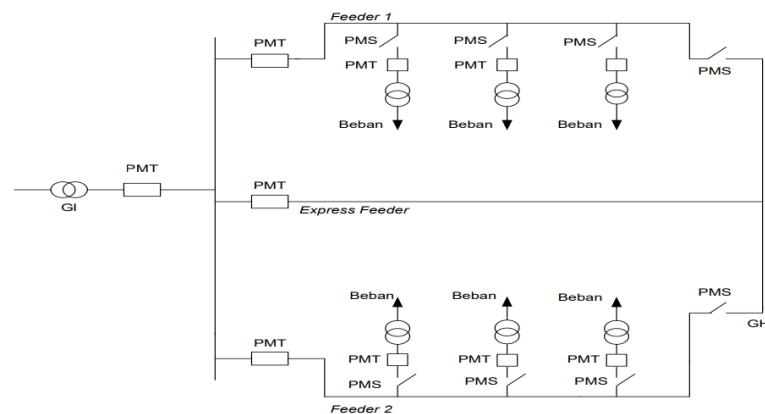
2.4.2. Sistem Saluran Distribusi *Loop*

Saluran distribusi *loop* merupakan interkoneksi antara gardu distribusi yang membentuk suatu jaringan tertutup. Pada saluran ini bisa terdapat lebih dari satu busbar GI, dan pada masing masing penyulang membentuk suatu rangkaian tertutup dengan GI. Kelebihan dari saluran ini adalah pasokan daya listrik dari GI lebih terjamin. Sebab apabila terjadi gangguan dari salah satu GI maka penyulang akan tetap mendapat pasokan dari GI lain yang tidak mengalami gangguan.



Gambar 2.7 sistem saluran distribusi loop

2.4.3. Sistem Saluran Distribusi *Spindel*



Gambar 2.8 Sistem saluran distribusi spindel

Sistem saluran distribusi *spindel* merupakan perkembangan dari sistem saluran *loop*, dimana perluasan ini berupa penambahan saluran utama yang semuanya bertemu pada satu titik, dimana titik pertemuan tersebut merupakan sebuah Gardu Hubung (GH). Perbedaan saluran *loop* dan saluran *spindel* yaitu pada saluran *loop* besar ukuran penampang saluran penghantar harus mampu memikul seluruh beban sedangkan pada saluran *spindel* besar penampang penghantar berdasarkan atas jumlah beban yang paling besar pada saluran utama.

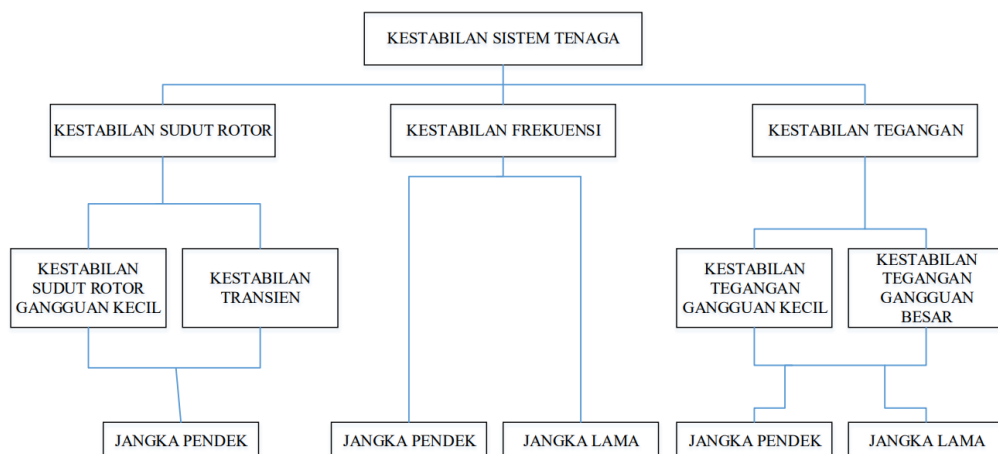
2.5. Kestabilan Sistem Tenaga Listrik

Stabilitas sistem tenaga listrik merupakan kemampuan sistem tenaga dalam kekuatan memulihkan keadaan setelah terjadi gangguan [8]. Gangguan pada sistem tenaga listrik dibagi menjadi dua, yakni gangguan kecil dan besar. Gangguan kecil dalam bentuk perubahan beban yang terjadi secara kontinyu dan sistem menyesuaikan dengan perubahan kondisi. Sistem harus dapat beroperasi dengan setiap kondisi secara memuaskan dan sesuai dengan permintaan beban. Selain itu, sistem juga harus dapat bertahan terhadap gangguan besar dari dalam maupun luar sistem, termasuk hubung singkat pada saluran transmisi atau lepasnya sebuah pembangkit besar [14]. Sistem tenaga listrik dapat dikatakan baik jika memenuhi beberapa syarat sebagai berikut:

- Keandalan (*Reliability*) yaitu kemampuan sistem dalam menyalurkan daya atau energi secara terus menerus.

- Kualitas (*Quality*) yaitu kemampuan sistem tenaga listrik untuk menghasilkan besaran-besaran standar yang diterapkan untuk tegangan dan frekuensi.
- Kestabilan (*Stability*) yaitu kemampuan dari sistem untuk kembali bekerja secara normal setelah mengalami suatu gangguan.

Dalam sistem tenaga listrik yang baik maka ketiga syarat tersebut harus dipenuhi dalam artian sistem tenaga listrik harus memberi pasokan listrik secara terus menerus dengan standar tegangan dan frekuensi sesuai dengan aturan yang berlaku serta harus segera kembali normal bila sistem terkena gangguan [15]. Kestabilan dalam sistem tenaga listrik dapat dibagi menjadi tiga macam yaitu kestabilan tegangan, kestabilan frekuensi dan kestabilan sudut rotor. Klasifikasi tersebut dijelaskan pada gambar 2.10.



Gambar 2. 9 klasifikasi kestabilan sistem tenaga listrik

Kestabilan sudut rotor dihubungkan dengan kemampuan mesin sinkron yang terkoneksi dalam sebuah sistem tenaga listrik untuk tetap berada dalam keadaan sinkron di bawah kondisi operasi setelah mengalami gangguan. Hal ini bergantung pada kemampuan untuk mempertahankan atau mengembalikan kesetimbangan antara torsi elektromagnetik dan torsi mekanik masing-masing mesin sinkron pada sistem. Ketidakstabilan dapat menyebabkan terjadinya kenaikan sudut ayunan beberapa generator menuju kehilangan sinkronisasinya dengan generator lain. Kehilangan sinkronisasi dapat terjadi antara satu mesin dengan sistem, atau antara beberapa kelompok sistem, antara sinkronisasi yang dipertahankan dengan masing-

masing kelompok setelah pemisahan satu sama lain. Kestabilan sudut rotor dibagi menjadi dua kategori, yaitu kestabilan gangguan kecil dan kestabilan transien.

Kestabilan tegangan merupakan kemampuan suatu sistem tenaga listrik untuk mempertahankan tegangan tunak pada seluruh bus dalam sistem yang berada di bawah kondisi operasi normal setelah mengalami gangguan. Kestabilan mungkin terjadi dalam bentuk kenaikan dan penurunan tegangan pada beberapa bus secara progresif. Akibat dari ketidakstabilan tegangan adalah lepasnya beban pada area dimana tegangan mencapai nilai rendah dan tidak dapat diterima atau kehilangan integritas sistem tenaga listrik.

Faktor utama penyebab ketidakstabilan tegangan biasanya adalah jatuh tegangan yang terjadi ketika daya aktif dan reaktif mengalir melalui reaktansi induktif pada jaringan transmisi. Hal ini membatasi kemampuan jaringan transmisi untuk mengirim daya. Transfer daya akan semakin terbatas ketika beberapa generator mencapai batas kemampuan daya reaktifnya. Pemicu utama ketidakstabilan tegangan adalah beban. Dalam merespon sebuah gangguan, daya yang dikonsumsi beban dipulihkan oleh aksi dari regulator tegangan distribusi dan transformator *on load tap-changing*. Pemulihan beban meningkatkan tekanan pada jaringan tegangan tinggi menyebabkan lebih banyak pengurangan tegangan. Situasi tersebut menyebabkan terjadinya ketidakstabilan tegangan ketika beban dinamis berusaha memulihkan konsumsi daya di luar kemampuan sistem transmisi dan pembangkit yang terhubung.

Sebagaimana pada kestabilan sudut rotor, kestabilan tegangan dibagi menjadi dua kategori, yaitu stabilitas tegangan gangguan besar dan stabilitas gangguan kecil. Stabilitas tegangan gangguan besar dikaitkan dengan kemampuan suatu sistem untuk mengendalikan tegangan mengikuti gangguan besar, seperti gangguan sistem, lepasnya pembangkit, atau *circuit contingencies*. Kemampuan ini ditentukan oleh karakteristik antara beban dan sistem, serta interaksi dari sistem proteksi dan kendali kontinu. Stabilitas tegangan gangguan kecil berhubungan dengan kemampuan sistem untuk mengendalikan tegangan mengikuti gangguan kecil seperti kenaikan beban sistem.

Kestabilan tegangan berkaitan dengan daerah beban dan karakteristik beban. Kestabilan sudut rotor berhubungan dengan pembangkit listrik kecil yang terintegrasi dengan sebuah sistem besar melalui saluran transmisi yang panjang. Singkatnya, kestabilan tegangan merupakan kestabilan beban, sedangkan kestabilan sudut rotor merupakan kestabilan generator. Sehingga apabila terjadi runtuh tegangan (*voltage collapse*) pada sebuah sistem transmisi yang jauh dari beban, hal itu merupakan ketidakstabilan sudut rotor. Jika runtuh tegangan terjadi pada daerah beban, hal sebagian besar disebabkan oleh masalah ketidakstabilan tegangan.

Kestabilan frekuensi terkait dengan kemampuan sebuah sistem tenaga listrik untuk mempertahankan frekuensi tunak dengan kisaran nominal mengikuti beberapa gangguan sistem yang menghasilkan ketidakseimbangan yang signifikan antara pembangkitan dan beban. Hal ini bergantung pada kemampuan untuk mengembalikan keseimbangan antara sistem beban dan pembangkitan dengan meminimalisasi pelepasan/kehilangan beban [14].

2.6. Kestabilan Tegangan

Kestabilan tegangan adalah kemampuan sistem tenaga untuk mempertahankan level tegangan dalam batas yang dapat diterima di semua bus, baik dalam kondisi operasi normal maupun setelah terjadi gangguan. Ketidakstabilan tegangan dalam sistem tenaga terjadi ketika gangguan seperti peningkatan atau perubahan beban dalam jaringan sistem yang menyebabkan penurunan level tegangan yang tidak terkendali di sebuah node, di suatu area, atau diseluruh sistem [15]. Sebuah sistem dapat dikatakan stabil apabila mampu menjaga naik turun level tegangan pada batas yang sesuai standar dalam jangka waktu yang diizinkan saat terjadi keadaan tidak seimbang.

Kestabilan tegangan berdasarkan lama gangguan dapat dibedakan menjadi gangguan jangka pendek dan jangka panjang. Gangguan kestabilan jangka pendek mengakibatkan *voltage dip* dan *voltage swell*. Sedangkan gangguan kestabilan jangka panjang dapat mengakibatkan *under voltage* dan *over voltage*. Penjelasan lebih lanjut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. 1 standar kestabilan tegangan (IEEE 1159-2009)

No	Kategori	Durasi	Besar Tegangan
A	Tegangan RMS Durasi Pendek		
1	Instaneous		
	Dip (sags)	0.5-30cycles	0.1-0.9 pu
	Swell	0.5-30cycles	1.1-1.8 pu
2	Momentary		
	Interruption	0.5 cycles-3s	<0.1 pu
	Dip (sags)	30 cycles-3s	0.1-0.9 pu
	Swell	31 cycles-3s	1.1-1.4 pu
3	Temporary		
	Interruption	> 3s-1 min	<0.1 pu
	Dip (sags)	> 3s-1 min	0.1-0.9 pu
	Swell	> 3s-1 min	1.1-1.2 pu
B	Tegangan RMS Durasi Panjang		
	Interruption	> 1 min	0.0 pu
	Undervoltage	> 1 min	0.8-0.9 pu
	Overvoltage	> 1 min	1.1-1.2 pu

Standar deviasi tegangan oleh PLN yang digunakan dalam kondisi normal atau stabil untuk tegangan nominal:

500 kV; +5%, -5%

150 kV; +5%, -10%

70 kV; +5%, -10%

20 kV; +5%, -10%

Istilah-istilah yang terkait dengan kestabilan tegangan dapat didefinisikan sebagai berikut:

- a. Kestabilan tegangan (*voltage stability*) adalah kemampuan dari sistem tenaga listrik untuk mempertahankan tegangan pada seluruh bus dalam sistem agar tetap berada dalam batas toleransi tegangan, baik pada saat kondisi normal maupun setelah terkena gangguan.
- b. Runtuh tegangan (*voltage collapse*) adalah proses dimana ketidakstabilan tegangan berakhir pada nilai tegangan yang sangat rendah pada bagian penting dari sistem tenaga listrik.
- c. Keamanan tegangan (*voltage security*) adalah kemampuan dari sistem tenaga listrik, tidak hanya untuk beroperasi stabil, tetapi juga tetap stabil (selama sistem proteksi tetap bekerja untuk mempertahankan tegangan) setelah terjadi gangguan atau perubahan keadaan sistem yang signifikan.

3.2. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Satu unit laptop Asus VivoBook sebagai perangkat utama yang digunakan.
2. Perangkat lunak Matlab *simulink* sebagai perangkat lunak untuk simulasi stabilitas dinamis.
3. Data penyulang UP2D, PT. PLN LAMPUNG.

3.3. Tahapan Penelitian

Adapun langkah – langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini penulis mengidentifikasi permasalahan terkait perancangan *charging station* yang terintegrasi dengan penyulang Peugeot untuk mengetahui dampak terhadap stabilitas dinamis pada sistem.

2. Studi Literatur

Pada tahap ini penulis melakukan pencarian referensi yang mendukung dan menjadi acuan dalam pelaksanaan penelitian. Studi literatur yang diperoleh berasal dari artikel ilmiah, buku, skripsi dan jurnal-jurnal ilmiah nasional ataupun internasional yang berkaitan dengan topik penelitian.

3. Simulasi dan Analisis

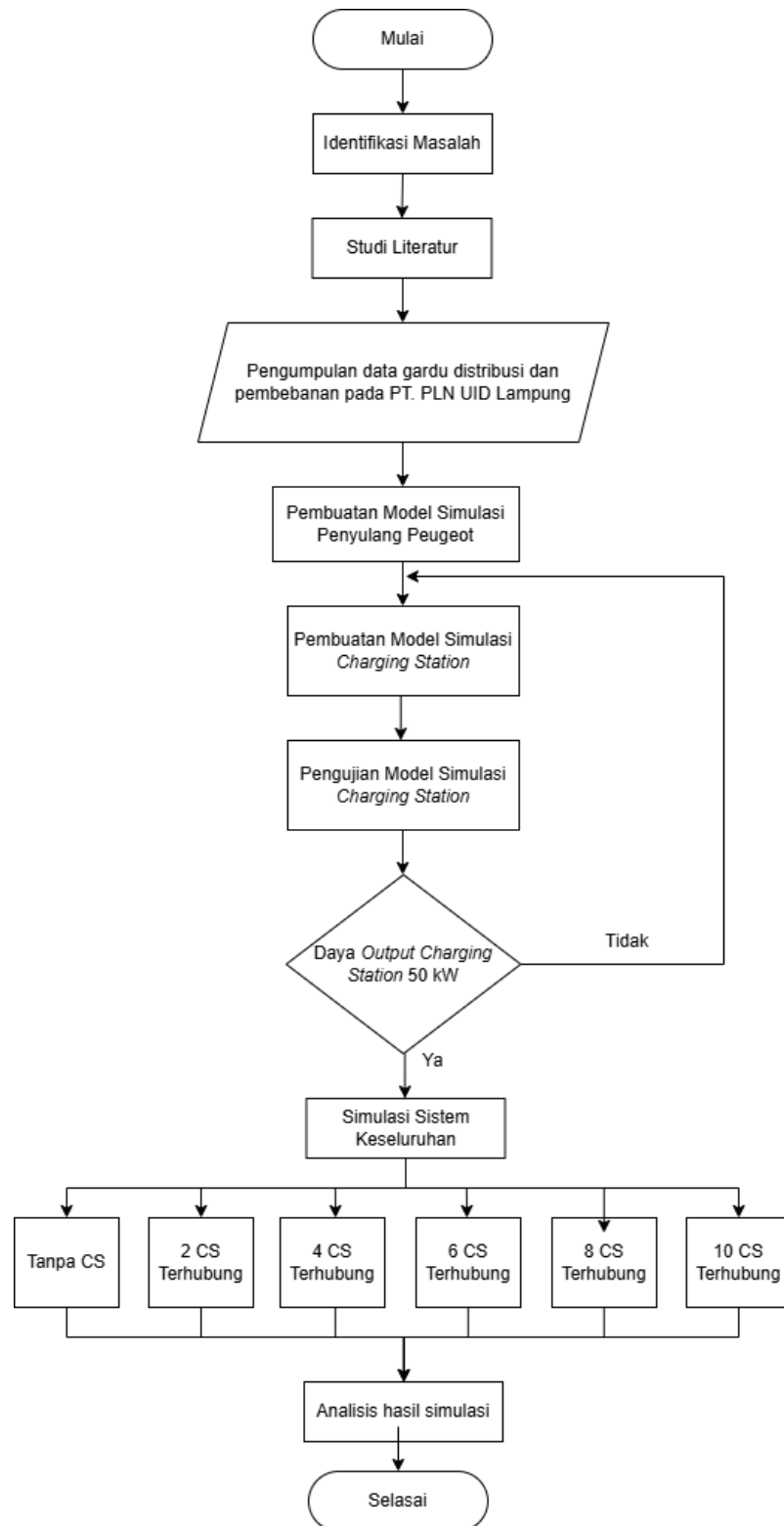
Pada tahap ini melakukan pemodelan dan simulasi dari *charging station* yang terintegrasi dengan penyulang Peugeot menggunakan *software* MATLAB/*simulink*. Sistem yang akan dibuat terdiri dari jaringan listrik (*grid*) dan rangkaian *EV Battery Charger*. Hasil dari simulasi yang dilakukan untuk melihat dampak *charging station* terhadap stabilitas dinamis pada penyulang Peugeot.

4. Pembuatan Laporan

Pada tahap ini penulis membuat laporan terkait hasil yang telah didapatkan dan untuk pertanggungjawaban terhadap penelitian yang telah dilakukan. Hasil laporan penelitian ini juga dapat dijadikan acuan kemampuan stabilitas dinamis penyulang Peugeot apabila diintegrasikan dengan *charging station*.

3.4. Diagram Alir Penelitian

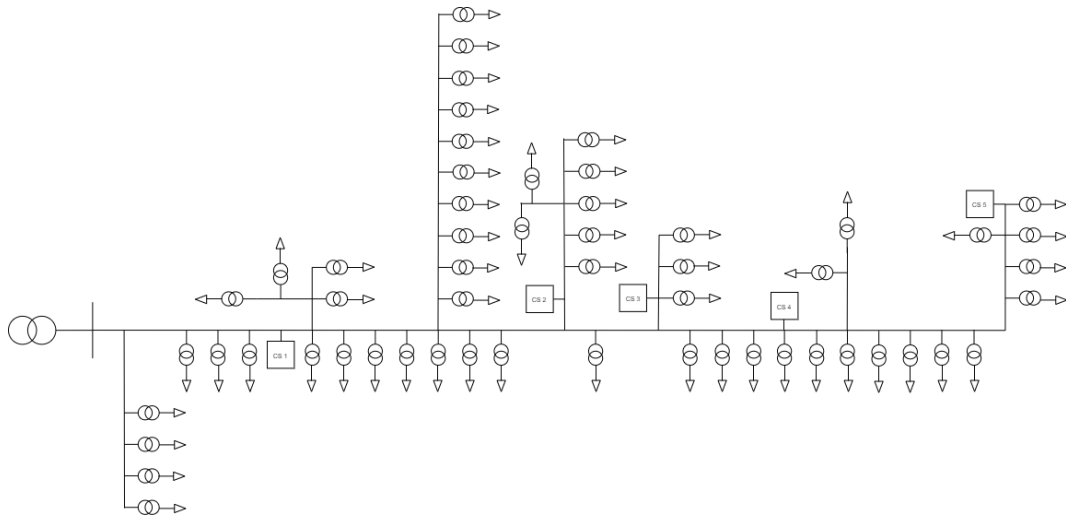
Adapun diagram alir dari penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.5. Skema *Charging Station* Dengan Penyulang Peugeot

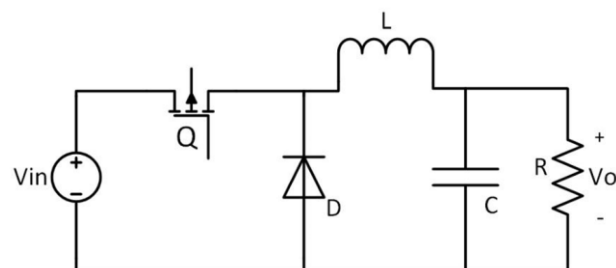
Pada penelitian ini akan dibuat sebuah rangkaian *charging station* yang terintegrasi dengan jaringan penyulang Peugeot. Pada sistem ini akan mensimulasikan beberapa situasi, yaitu situasi saat *charging station* tidak terhubung dengan sistem, 2, 4, 6, 8 dan 10 *charging station* terhubung dengan sistem. Berikut ini merupakan model simulasi yang akan dibuat pada penelitian ini.



Gambar 3.2 *Single line diagram* Penyulang Peugeot yang terintegrasi dengan *charging station*

3.5.1. Pemodelan *Buck Converter*

Buck converter adalah jenis konverter DC-DC yang berfungsi untuk menghasilkan tegangan *output* yang lebih rendah dibandingkan dengan tegangan *input*. Rangkaian dasar *buck converter* terdiri dari beberapa komponen yaitu tegangan *input*, sakelar semikonduktor, dioda, induktor, kapasitor dan beban [16].



Gambar 3.3 Rangkaian *Buck Converter*

Dalam merancang rangkaian *buck converter* terdapat beberapa parameter yang harus ditetapkan, seperti frekuensi *switching*, tegangan masukan, tegangan keluaran dan arus keluaran.

Ketika merancang *buck converter*, *duty cycle* menentukan seberapa besar tegangan keluaran yang dihasilkan dari tegangan masukan. Semakin besar nilai *duty cycle* maka semakin besar pula tegangan keluaran yang dihasilkan oleh *buck converter*. Besarnya nilai *duty cycle* dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$D = \frac{V_o}{V_i} \quad (3.1)$$

Untuk mendapatkan nilai induktansi pada induktor maka perlu ditentukan parameter lain terlebih dahulu seperti nilai frekuensi *switching* dan nilai riak arus (ΔI). Besarnya nilai induktansi dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$L = \frac{V_{in} (1-D)D}{\Delta I f_s} \quad (3.2)$$

Dimana:

L = Induktansi (H)

V_{in} = Tegangan masukan (V)

D = *Duty Cycle* (%)

f_s = Frekuensi *switching* (Hz)

ΔI = Riak arus (A)

Sedangkan, untuk mendapatkan nilai kapasitansi pada kapasitor perlu ditentukan terlebih dahulu riak tegangan (ΔV). Sehingga besarnya nilai kapasitansi dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$C = V_{max} \left(\frac{1-D}{f_s R \Delta V} \right) \quad (3.3)$$

Dimana:

C = Kapasitansi (F)

V_{max} = Tegangan maksimal (V)

D = *Duty Cycle* (%)

f_s = Frekuensi *switching* (Hz)

R = Resistansi (Ohm)

ΔV = Riak tegangan (V)

Untuk menentukan nilai V_{max} , dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$V_{max} = V_o \left(\frac{\Delta V}{2} \right) \quad (3.4)$$

Untuk menentukan nilai R, dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$R = \frac{V_o^2}{P_o} \quad (3.5)$$

V. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa integrasi *charging station* pada penyulang Peugeot memberikan dampak terhadap stabilitas tegangan jaringan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa semakin banyak *charging station* yang terhubung, penurunan tegangan yang terjadi pada sistem semakin besar, dengan penurunan tertinggi terjadi ketika terdapat 10 *charging station* yang terhubung sebesar 1.51%. Di samping itu, Osilasi tegangan juga meningkat seiring bertambahnya jumlah *charging station* yang terhubung, dengan osilasi tertinggi terjadi ketika terdapat 10 *charging station* yang terhubung sebesar 45 V. Osilasi tegangan ini disebabkan oleh komponen *non-linear* pada *charging station* seperti rangkaian penyearah, yang menghasilkan distorsi dan menyebabkan gangguan pada bentuk gelombang fundamental sistem.

5.2. Saran

Pada penelitian selanjutnya, untuk menjaga kualitas gelombang tegangan dan meminimalkan distorsi yang dihasilkan oleh rangkaian *charger* dapat ditambahkan rangkaian filter harmonik seperti filter LC.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Ihsan, D. Hamdani, and N. Hariyanto, “Pengaruh Strategi Pengisian Daya Terhadap Kenaikan Beban Puncak Akibat Penetrasi Kendaraan Listrik,” *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, vol. 9, no. 3, 2020.
- [2] J. Glueck and H. T. Le, “Impact of Plug-in Electric Vehicles on Local Distribution Feeders,” in *Power & Energy Society General Meeting*, 2015.
- [3] “PERATURAN PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 22 TAHUN 2017 TENTANG RENCANA UMMUM ENERGI NASIONAL.”
- [4] “Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 55 Tahun 2019 tentang Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (Battery Electric Vehicle) Untuk Transportasi Jalan.”
- [5] I. P. Dharmawan, I. N. S. Kumara, and I. N. Budiastra, “PERKEMBANGAN INFRASTRUKTUR PENGISIAN BATERAI KENDARAAN LISTRIK DI INDONESIA,” *SPEKTRUM*, vol. 8, no. 3, pp. 90–101, 2021.
- [6] S. Palaloi and M. Nurhuda, “SISTEM PENGISIAN KENDARAAN LISTRIK DARI PV DAN GRID PLN: STUDI KASUS CHARGING STATION 20 KW, B2TKE PUSPIPTEK,” in *Seminar Teknologi Bahan dan Barang Teknik*, 2020, pp. 29–36. [Online]. Available: www.seminar.b4t.go.id
- [7] A. N. Archana and T. Rajeev, “EV Charging Station Allocation in a Distribution Network Based on Power Quality,” in *2021 IEEE Power and Energy Conference at Illinois, PECEI 2021*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., Apr. 2021. doi: 10.1109/PECEI51586.2021.9435228.

- [8] S. Arbi, “Analisis Stabilitas Tegangan dan Frekuensi Pada Microgrid AC Terhubung DG Pada Mode Grid Connected dan Islanding,” 2017.
- [9] “Peraturan Menteri ESDM Nomor 13 Tahun 2020 Tentang Penyediaan Infrastruktur Pengisian Listrik Untuk Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai.”
- [10] T. Gonen, *Electric Power Distribution Engineering*, Third. 2014. [Online]. Available: www.ebook3000.com
- [11] G. H. Valencia-Rivera *et al.*, “A systematic review of metaheuristic algorithms in electric power systems optimization,” *Appl Soft Comput*, vol. 150, Jan. 2024, doi: 10.1016/j.asoc.2023.111047.
- [12] A. Tanjung, “Rekonfigurasi Sistem Distribusi 20 kV Gardu Induk Teluk Lembu dan PLTMG Langgam Power Untuk Mengurangi Rugi Daya dan Drop Tegangan,” *Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, vol. 11, pp. 160–166, 2014.
- [13] A. W. Hasanah, A. Makkulau, and Z. F. Fadhilah, “PERENCANAAN PENGEMBANGAN SISTEM PEMBANGKIT LISTRIK DI PULAU JAWA,” *Jurnal Sutet*, vol. 5, no. 1, pp. 8–13, 2015.
- [14] C. W. Winanti, “Analisis Statis dan Dinamis Stabilitas Tegangan Sistem Tenaga Listrik CNOOC SES Ltd.,” 2011.
- [15] M. F. Nur, I. C. Gunadin, and Z. Muslimin, “Studi Optimalisasi Kinerja PLTB Melalui Pemilihan Type Generator Terhadap Stabilitas Sistem Tenaga Listrik (Stabilitas Frekuensi dan Tegangan) Sulbagsel,” *Jurnal EKSITASI*, vol. 1, no. 1, p. 2022.
- [16] D. S. Sutrisno, “Desain dan Implementasi Baterai Charger LI-PO Menggunakan Konverter Buck Dengan Metode Constant Current Constant Voltage,” 2019.