SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika

https://ejurnal.itats.ac.id/snestik dan https://snestik.itats.ac.id

Informasi Pelaksanaan :
SNESTIK II - Surabaya, 26 Maret 2022
Ruang Seminar Gedung A, Kampus Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:
DOI : 10.31284/p.snestik.2022.2754

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

PERENCANGAN MODEL WIRELESS FAST CHARGING MENGGUNAKAN CONSTANT CURRENT PADA KENDARAAN LISTRIK

Ridho Anfu Salam, Andi M. Nur Putra, Gilang Ramadhan, Salman Parizi, Anggun Anugrah, Yusreni Warmi

Program Studi Teknik Elektro Institut Teknologi Padang
e-mail: ridhoanfusalam@gmail.com

ABSTRACT

In the next few years, the electrical vehicle sector will develop rapidly because in this development it is very profitable from environmental friendliness and fuel economy. Charging electric cars currently takes quite a long time to charge. So it needs to be studied to obtain optimization when using electrical vehicles in daily use. The charging system that is being developed is with wireless charging, this system allows for easy charging. In this study, the model to be developed uses LC (Inductor Capacitor) on one side. In this study using LC on the one hand which is a development of the method of using LCC (Inductor Capacitor Capacitor), from this method it is expected to be able to do fast charging. The battery charging process has several methods, one of which is the constant current method. The constant current method applies a constant current as the battery voltage increases until the battery is fully charged.

Keywords: *electrical vehicle, battery, charging, fast charging*

ABSTRAK

Beberapa tahun kedepan akan berkembang pesat dari sektor electrical vehicle karena dalam perkembangan ini sangat menguntungkan dari ramah lingkungan dan penghematan bahan bakar. Dalam pengisian mobil listrik saat ini mambutuhkan waktu yang cukup lama dalam pengisian. Jadi perlu dikaji hingga didapat pengoptimalan saat mengunakan electrical vehilce dalam pemakaian sehari-hari. Sistem pengisian yang sedang dikembangkan yaitu dengan wireless charging, sistem ini memungkinkan mempermudah dalam pengisian. Pada penelitian ini model

yang akan dikembangkan menggunakan LC (Induktor Kapasitor) pada satu sisi. Pada penelitian ini menggunakan LC pada satu sisi yang merupakan pengembangan dari metode penggunaan LCC (Induktor Kapasitor Kapasitor), dari metode ini diharapkan dapat melakukan pengisian cepat. Proses pengisian baterai memiliki beberapa metode salah satu nya metode arus konstan. Metode arus konstan menerapkan arus konstan saat tegangan baterai meningkat hingga pengisian baterai penuh.

Kata kunci: Kendaraan Listrik, Nirkabel, Pengisian, Pengisian cepat

PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir ini transportasi mengalami perubahan, untuk mengurangi polusi dan ketersediaan bahan bakar yang ada saat ini[1]. Transportasi yang mulai bertransisi menggunakan teknologi electrical vehicle dari sektor kereta api, mobil dan sepeda motor[2][3]. Perkiraan dalam beberapa tahun kedepan akan berkembang pesat terutama dari sektor *electrical vehicle* karena dalam perkembangan ini sangat menguntungkan dari ramah lingkungan dan penghematan bahan bakar.

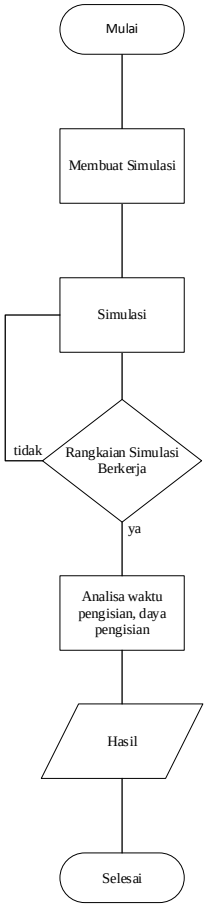
Metode pengisian cepat (*Fast Charging*) skala besar ke jaringan listrik menimbulkan tantangan baru pada sistem tenaga. Dalam pengisian mobil listrik perlu dikaji hingga didapat pengoptimalan saat mengunakan *electrical vehilce* dalam pemakaian sehari-hari. Sistem pengisian yang sedang dikembangkan yaitu dengan *wireless charging*, sistem ini memungkinkan mempermudah dalam pengisian. Sistem pengisian *fast charging* ini mempunyai beberapa metode dalam pengecasannya pengisian baterai tegangan konstan ,arus konstan dan arus konstan-tegangan kosntan[4].

Pada penelitian sebelumnya, sistem pengecasan secara *Inductive Powes Transfer* (IPT) untuk pengisian daya baterai *Electrical Vehilce* (EV), saat melakukan pengisian baterai perlu banyak pengujian seperti pergeseran fasa dan frekuensi. Dalam penelitian menggusulkan model desain yang memungkinkan untuk menerapkan metode arus konstan atau tegangan konstan dengan frekuensi minimum selama pengisian baterai menggunakan karakteristik load-independen dari sistem IPT dibawah kondisi ZPA (*Zero Phase Angle*). Sistem pengecasan dengan secara *Inductive Powes Transfer* (IPT) untuk pengisian daya baterai *Electrical Vehilce* (EV), metode ini memiliki keunggulan seperti kenyamanan saat berkendara dan keamanan saat pengecasan dengan teknologi *fast charging*[5]. Pada penelitian yang lain, karakterisitik keluaran saat pengisian tidak tergantung pada beban dari *Inductive Powes Transfer* (IPT). Penelitian ini mengusulkan sebuah *Variabel-parameter T-circuit* (VT) untuk sistem IPT pada pengisian baterai dengan output arus konstan atau tegangan kosntan. VT dapat memberi farian untuk mendesain maupun itu arus/tegangan konstan dengan kendala yang digunakan adalah parameter transformator yang digabungkan secara terpisah dibandingkan dengan transformator yang biasa yang digunakan[6].

Rangkaian pada penelitian sebelumnya *Inductive Powes Transfer* (IPT) menggunakan LCC (Induktor Kapasitor Kapasitor) pada kedua sisinya, namun pada penelitian ini model yang akan dikembangkan menggunakan LC (Induktor Kapasitor) pada satu sisi. Pada penelitian ini menggunakan LC pada satu sisi yang merupakan pengembangan dari metode penggunaan LCC, dari metode ini diharapkan dapat melakukan pengisian cepat. Proses pengisian baterai memiliki beberapa metode salah satu nya metode arus konstan. Metode arus konstan menerapkan arus konstan saat tegangan baterai meningkat hingga pengisian baterai penuh. Prinsip kerja arus konstan, arus konstan yang ditetap arus pengenal dapat melakukan pengisian secara konstan dan dalam kondisi tertentu dapat merubah arus pengenal hingga tidak merusak baterai saat pengisian. Disini akan melakukan simulasi dan menganalisa data saat pengisian agar dapat dioptimalkan dalam kinerjanya. Selain dioptimalkan, waktu pengisian juga dibahas agar didapat waktu pengisian untuk sebuah mobil listrik.

METODE

Yang dilakukan pertamaka kali pada penelitian ini adalah menentukan model pada rangkaian yang akan diteliti, model rangkaian berdasarkan dari rangkaian penelitian sebelumnya. Rangkaian sebelumnya menggunakan rangkaian *resonant tanks* dengan menggunakan LCC pada dua sisi dengan sistem kontrol PID. Rangkaiaan dikembangkan dengan menggunakan LC pada kedua sisi dan sistem kontrol PI yang akan dipakai.



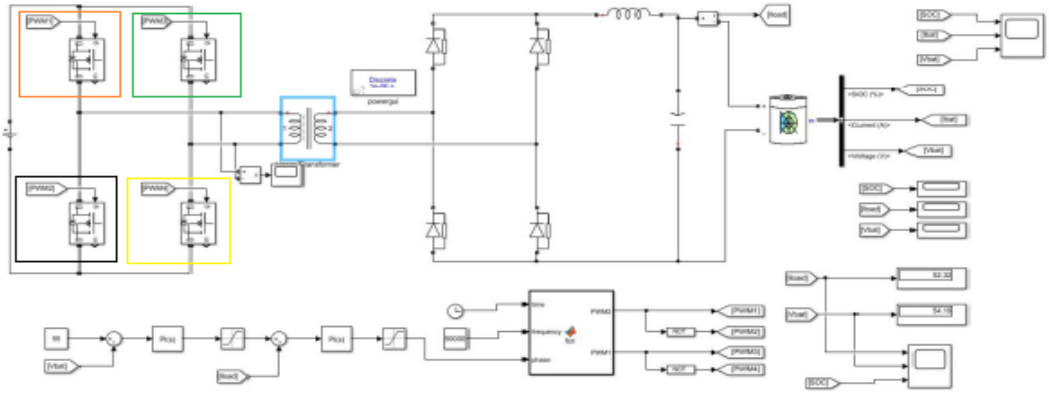
Gambar 1. Flowchart Tahap Penelitian

Metode penelitian menggunakan metode arus konstan, yang lakukan pertama kali adalah mencari berapa keluaran yang diinginkan jika sudah dapat berapa yang diinginkan maka dilakukan pencarian arus, setelah didapatkan nilai arus maka dapat mencari arus riak maksimum. Langkah selanjutnya mencari nilai induktif dan kapasitif dari data sebelumnya. Setelah semua data telah didapat maka dapat kita cari nilai Kp dan Ki untuk nilai kontrol agar dapat mengatur gelombang dan daya yang dihasilkan.

$$L = \frac{Vdc}{4 \cdot fsw \cdot \Delta Ipp \max} \quad \text{.....(1)}$$

$$C = \left(\frac{10}{2 \cdot \Pi \cdot fsw} \right)^2 \cdot \frac{1}{L} \quad \text{.....(2)}$$

Model Rangkaian *Wireless Fast Charging*



Gambar 2. Rangkaian Simulasi *Wireless Fast Charging*

**warna merah : switch 1, hijau : switch 2, hitam : switch 3 dan kuning : switch 4*

Prinsip kerja pada Rangakain ini tegangan awal akan bermuatan 400DC lalu melewati inverter, inverter sudah diatur dengan frekuensi yang diinginkan dan dikontrol oleh kontrol PI, saat di kontrol PI arus dan tegangan akan dikontrol untuk mencapai tegangan dan arus yang di inginkan, setelah melewati inverter tegangan akan bermuatan AC untuk menghantar daya melewati kumparan magnet saat sejajar, saat melewati kumparan daya yang bertegangan AC akan masuk ke *rectifire* untuk mengubah ke tegangan DC.

Prinsip kerja pada inverter selau dalam keadaan bersilang apabila switch 1 dan switch 4 ON maka switch 2 dan switch 3 akan OFF. Dalam kondisi switch 1 dan switch 4 ON kurva listrik akan dalam keadaan positif apabila switch 2 dan switch 3 OFF maka kurfa yang dihasikan akan negatif.

Proses simulasi

Pengujian system dilakukan dengan simulasi menggunakan MATLAB. Pengujian menggunakan system pengisian baterai dengan arus konstan yang dijaga konstan oleh sistem sampai pengisian tercapai atau dengan kata lain tegangan baterai telah maksimum. Pada pengujian kali ini variable uji menggunakan tegangan output 52VDC dan arus maksimum 84A. Pemilihan arus kali ini disesuaikan dengan kapasitas arus yang diperbolehkan oleh baterai disesuaikan dengan karakteristik. Baterai yang digunakan adalah baterai Lithium-Ion dengan tegangan baterai 52Volt/150 Ah. Pengertian 52volt/ 150Ah yaitu Ampere Hour dimana batasan atau debet arus maksimum saat pengisian berjumlah 150 Ampere tiap Jam, akan tetapi ada syarat penggunaan arus dalam pengisian bergantung pada baterai yang digunakan.

Tabel 1. Desain Spesifikasi Inverter

Vin	400VDC
Vo	52VDC
Po	4368W
fo	50
fsw	10kHz
THD	5%
Current ripple (ΔI)	20%

$$Io = \frac{Po}{Vo} = \frac{4400}{52} = 84A$$

Menentukan arus keluaran maksimum :

$$\Delta Ippmax = 0{,}2 \cdot Io \cdot \sqrt{2}$$
$$= 0{,}2 \cdot 84 \cdot \sqrt{2}$$
$$= 23{,}7A$$

Menentukan induktansi dan kapasitor dengan persamaan 1 dan 2 :

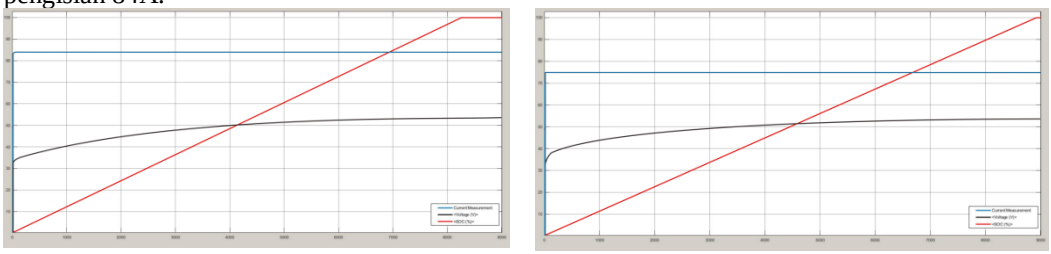
$$L = \frac{Vdc}{4 \cdot fsw \cdot \Delta Ippmax}$$
$$= \frac{400}{4 \cdot 10000 \cdot 23{,}7}$$
$$= 42{,}19mH$$

$$C = \left(\frac{10}{2 \cdot \Pi \cdot fsw}\right)^2 \times \frac{1}{L}$$
$$= \left(\frac{10}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 10000}\right)^2 \times \frac{1}{42{,}19}$$
$$= 6{,}42 \cdot 10^{-6} \times 0{,}023$$
$$= 1{,}47 \cdot 10^{-7} = 14{,}7\mu f$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Simulasi

Pada Percobaan pertama disimulasikan dengan arus 84A dengan tegangan output 52Vdc untuk melihat respon SOC dari baterai, dengan diterapkan mode constant Current. Didapatkan data hasil simulasi, pengisian dari 0% hingga 100% selama 2 jam 33 menit, tegangan yang di hasilkan dari 32V menjadi 52V tegangan naik secara perlahan dan arus constan yang didapat saat pengisian 84A.



(a) (b)

Gambar 3. a) Hasil Percobaan Simulasi 84A dengan tegangan 52V b) Hasil Percobaan Simulasi 75A dengan tegangan 52V.

**warna biru : arus, hitam : tegangan dan merah : SOC*

Pada pengisian secara Metode arus konstan (*Constant Current*) dilakukan uji coba pengisian yang menggunakan arus konstan dengan arus 84A. Hasil dari pengisian terlihat pada gambar 3a, dapat dilihat tegangan dan arus didapatkan kurfa yang stabil. Pada gambar 3a dilihat

pengisan dengan kurva stabil bisa dibilang pengisian dalam keadaan stabil disebabkan pengisian arus konstan yang berkerja dalam keadaan konstan dan pada sistem kontrol sudah mampu mengontrol arus konstan.

Tegangan naik secara perlahan dari 32V hingga 52V ,karena sistem pengisian yang digunakan adalah arus konstan maka tegangan dalam sistem kontrol PI dibuat naik secara perlahan dan mempertahankan arus tetap dalam keadaan konstan.

Pada percobaan kedua kali ini variable uji menggunakan tegangan output 52VDC dan arus maksimum 75A. pada percobaan kedua dapat dilihat pada gambar 3b dengan waktu pengisian dari 0% hingga 100% selama 2 jam 46 menit, tegangan yang di hasilkan 32V menjadi 52V dan arus constan yang didapat saat pengisian 75A.

KESIMPULAN

Dalam makalah ini, telah memodifikasi rangkaian pada penelitian sebelumnya. Dari yang telah dilakukan dapat dilihat model pengisian yang belum sempurna terutama pada bagian kontrol yang selalu mengisi dalam keadaan konstan tanpa menghiraukan status suhu pada baterai. Hasil pengisian percobaan pertama 84A dengan tegangan 52V dapat mengisi 2 jam 33 menit dan percobaan kedua 75A dengan tegangan 52V mengisi 2 jam 46 menit. Dari hasil tersebut dapat dilihat dari waktu pengisian memiliki selisih waktu yang sedikit, namun dengan arus jauh berbeda besarannya jadi pada rangkaian ini masih jauh dari kata sempurna.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kampus institut teknologi padang yang telah memfasilitasi penulis untuk melakukan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Gaurav and A. Gaur, “Modelling of Hybrid Electric Vehicle Charger and Study the Simulation Results,” *2020 Int. Conf. Emerg. Front. Electr. Electron. Technol. ICEFEET 2020*, pp. 2–7, 2020, doi: 10.1109/ICEFEET49149.2020.9187007.

[2] O. H. Hannisdahl, H. V. Malvik, and G. B. Wensaas, “The future is electric! the EV revolution in Norway - Explanations and lessons learned,” *2013 World Electr. Veh. Symp. Exhib. EVS 2014*, 2014, doi: 10.1109/EVS.2013.6914921.

[3] B. Blanning, “The economics of EVs and the roles of government,” *2013 World Electr. Veh. Symp. Exhib. EVS 2014*, pp. 1–6, 2014, doi: 10.1109/EVS.2013.6915036.

[4] A. Moeini and S. Wang, “Design of fast charging technique for electrical vehicle charging stations with grid-tied cascaded H-bridge multilevel converters,” *Conf. Proc. - IEEE Appl. Power Electron. Conf. Expo. - APEC*, vol. 2018-March, no. 1540118, pp. 3583–3590, 2018, doi: 10.1109/APEC.2018.8341621.

[5] V. B. Vu, V. T. Doan, V. L. Pham, and W. Choi, “A new method to implement the constant Current-Constant Voltage charge of the Inductive Power Transfer system for Electric Vehicle applications,” *2016 IEEE Transp. Electrif. Conf. Expo, Asia-Pacific, ITEC Asia-Pacific 2016*, pp. 449–453, 2016, doi: 10.1109/ITEC-AP.2016.7512996.

[6] Y. Chen *et al.*, “Variable-Parameter T-Circuit-Based IPT System Charging Battery with Constant Current or Constant Voltage Output,” *IEEE Trans. Power Electron.*, vol. 35, no. 2, pp. 1672–1684, 2020, doi: 10.1109/TPEL.2019.2920948.