

# Rancang Bangun Stasiun Pengisian Daya Nirkabel Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno

Syahda Luthfi, dan Muhammad Rivai

Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya (ITS)

*e-mail*: muhammad\_rivai@ee.its.ac.id

**Abstrak**—Saat ini sudah banyak digunakan robot pada area terpencil yang berbahaya seperti adanya gas beracun. Hal ini memerlukan pengisian daya yang mudah untuk robot tersebut karena robot bekerja jauh dari manusia, sehingga digunakan pengisian daya nirkabel untuk robot. Pada penelitian ini digunakan metode *resonant inductive coupling* dengan frekuensi 91 kHz untuk mengisi baterai 6 Volt dengan kapasitas 4,5 Ah pada sistem pemancaran daya nirkabel. Untuk pembangkitan arus bolak-balik pada pemancaran daya, digunakan *inverter H-Bridge* yang dikontrol oleh mikrokontroler Arduino Uno. Metode pengisian daya *constant current-constant voltage (CC-CV)* digunakan agar didapat pengisian yang lebih cepat dan keawetan baterai yang lebih terjaga. Batas efisiensi yang digunakan minimal 50% yang bisa didapat pada jarak kurang dari atau sama dengan 20 centimeter pada posisi sejajar. Modul ultrasonik digunakan untuk memindai posisi dan jarak. Untuk sistem umpan balik digunakan modul *bluetooth* agar bisa didapat nilai tegangan pada penerima. Dengan adanya kontrol berdasarkan posisi dapat dihasilkan pemancaran dengan efisiensi selalu di atas 50%. Umpan balik dari penerima digunakan untuk kontrol tegangan yang dipancarkan dapat dihasilkan pemancaran daya sesuai kebutuhan penerima.

**Kata Kunci**—Mikrokontroler Arduino Uno, Pemancaran Daya Nirkabel, Resonant Inductive Coupling, Stasiun Pengisian Daya

## I. PENDAHULUAN

SEJAK tahun 1820, hukum Ampere menyatakan bahwa arus listrik bisa menghasilkan medan magnet. Lalu dilanjutkan pada tahun 1831 dimana hukum Faraday tentang induksi menunjukkan gaya elektromagnetik terinduksi pada konduktor dengan fluks magnetik yang mengalami perubahan seiring waktu. Tahun 1864 Persamaan Maxwell mengkarakterisasi radiasi elektromagnetik. Perkembangan ilmu mengenai elektromagnetik terus berlanjut hingga memasuki tahun sekarang dimana teknologi transfer daya secara nirkabel telah digunakan [1].

Teknologi transfer daya nirkabel merupakan salah satu aplikasi dari induksi medan elektromagnetik yang digunakan saat ini untuk mempermudah pengisian baterai dengan meniadakan kontak secara langsung dalam proses pengisian [2]. Telah banyak penelitian mengenai radiasi elektromagnetik juga karakterisasinya.

Pada penggunaan perangkat elektronik bersumber daya baterai saat ini, pengisian daya baterai pada umumnya menggunakan kabel yang terpasang pada stop kontak. Penggunaan stop kontak kadang menghadapi masalah keamanan seperti resiko adanya percikan listrik pada stop kontak dan masalah lain pada kabel, sehingga dibutuhkan adanya metode transmisi listrik yang mudah, aman dan efektif untuk pengisian daya perangkat tersebut [3].

Pada laboratorium Elektronika Industri Departemen Teknik Elektro ITS sedang dikembangkan *mobile robot* untuk mendeteksi kebocoran gas berbahaya pada wilayah tertentu. Robot tersebut beroperasi otomatis sepenuhnya tanpa adanya operator karena penempatan robot pada wilayah berbahaya. Robot akan selalu memantau kondisi wilayah tersebut secara otomatis tanpa bantuan manusia [4][5]-[6]. Sehingga untuk pengisian daya dari robot tersebut diperlukan sebuah sistem pengisian daya yang mudah. Pengisian daya nirkabel akan sangat berguna untuk robot karena pengisian daya tanpa kontak akan membuat robot mudah mengisi daya, hanya dengan mendekat ke stasiun pengisian daya tanpa adanya kontak fisik.

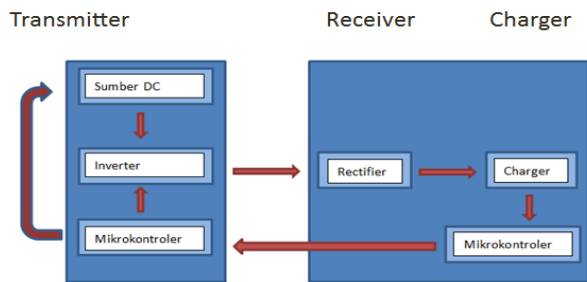
Dalam penggunaan sistem transfer daya nirkabel, terutama pada penggunaan pengisi daya perangkat elektronik didapati bahwa pengisian daya dilakukan hanya dengan mendekatkan perangkat elektronik ke stasiun pengisian daya nirkabel. Akan tetapi sistem tersebut memiliki kekurangan, yaitu rendahnya efisiensi daya pada proses pengisian yang dikarenakan stasiun yang selalu menyala dan membangkitkan medan elektromagnetik ketika melakukan pengisian meskipun posisi penerima yang akan diisi tidak pada posisi paling optimal untuk pengisian.

## II. URAIAN PENELITIAN

### A. Sistem Transfer Daya Nirkabel

*Sistem* transfer daya nirkabel menggunakan medan elektromagnetik untuk mentransfer energi dari pemancar ke penerima dengan metode induktif. Energi dipancarkan melalui kumparan pemancar ke kumparan penerima, yang kemudian dapat menggunakan energi itu untuk mengisi baterai atau menjalankan perangkat. Telah banyak penelitian mengenai sistem transfer daya nirkabel juga sudah banyak penggunaannya dalam perangkat-perangkat elektronik.

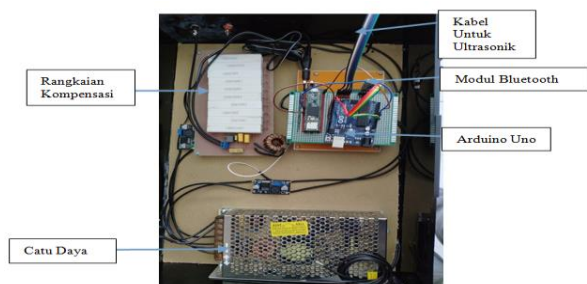
Pada sistem transfer daya nirkabel, terdapat pemancar/*transmitter* yang memiliki sumber daya listrik baik dari arus searah maupun arus bolak-balik. Listrik tersebut lalu diolah agar beresilasi pada frekuensi radio untuk kemudian dipancarkan melalui kumparan sumber ke kumparan penerima/*receiver*. Tidak ada kontak fisik antara pemancar dengan penerima sehingga sistem ini disebut sistem transfer daya nirkabel. *Inverter* merupakan perangkat elektronik yang digunakan untuk mengubah sumber listrik AC menjadi DC. *Inverter* banyak digunakan pada kontrol kecepatan motor dimana yang sering digunakan adalah *inverter* jenis H-Bridge yang terdiri dari 4 MOSFET. Dalam penelitian ini, *inverter*



Gambar 1. Diagram blok sistem.



Gambar 2. Gambar realisasi alat.



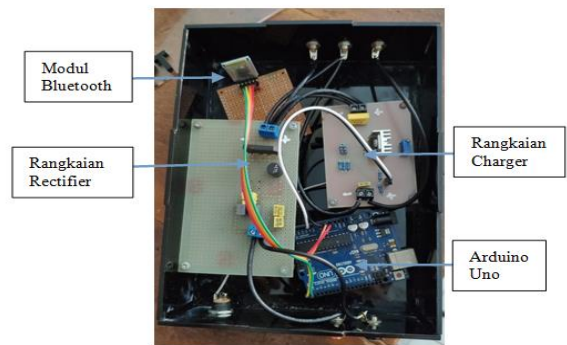
Gambar 3. Realisasi transmitter.

digunakan untuk mengubah sumber listrik DC menjadi listrik AC dengan frekuensi 91 kHz.

Dalam pengisian daya baterai, terdapat beberapa jenis kontrol yang biasa digunakan, antara lain *constant current* (CC), *constant voltage* (CV), *constant current-constant voltage* (CC-CV). Setiap metode memiliki kelebihan dan kelemahan masing-masing. Pada pengisian daya CV, kontrol yang digunakan lebih mudah dan lebih aman dari metode lain, namun pengisiannya lebih lambat dari CC dan CC-CV. Pada metode CC, waktu pengisian lebih cepat namun dapat terjadi *overcharging* jika dibiarkan terlalu lama. Metode CC-CV merupakan gabungan dari dua metode sebelumnya dimana pada saat baterai pada kondisi kosong maka diterapkan CC agar pengisian lebih cepat. Sedangkan pada saat baterai hampir penuh, metode berganti menjadi CV pada saat mencapai tegangan *floating* untuk menghindari *overcharge*. Tegangan *floating* adalah tegangan puncak yang harus dipertahankan pada saat baterai sedang tidak tersambung pada beban [7].

### B. Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328. Memiliki 14 pin *input* dan *output digital* dimana 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output PWM* dan 6 pin *input analog*, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, ICSP header, dan tombol reset. Untuk sumber



Gambar 4. Realisasi receiver.



Gambar 5. Realisasi kumparan dengan ultrasonik.



Gambar 6. Realisasi kumparan dengan penampang.

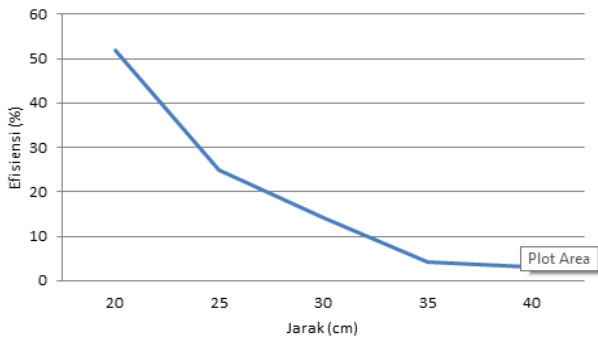
dayanya hanya dengan menghubungkan board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau sumber listrik bolak-balik yang dihubungkan ke adaptor atau baterai [8].

### C. Modul Ultrasonik HC-SR04

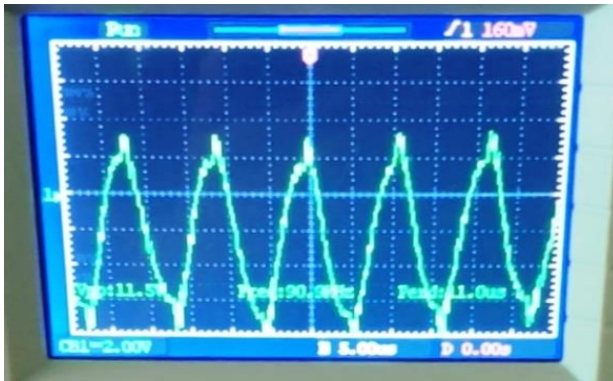
HC-SR04 adalah sebuah modul sensor ultrasonik yang biasanya digunakan untuk alat pengukur jarak. Pada HC-SR04 terdapat sepasang *transducer* ultrasonik yang satu berfungsi sebagai *transmitter* yang bertugas untuk mengubah sinyal elektrik menjadi sinyal pulsa gelombang suara ultrasonik dengan frekuensi 40 KHz, dan satunya berfungsi sebagai *receiver* yang bertugas untuk menerima sinyal gelombang suara ultrasonik. Dengan menggunakan persamaan antara jarak – kecepatan – waktu dari gelombang suara yang merambat pada udara, maka bisa dijabarkan sebagai berikut :

$$\text{Jarak} = \text{Kecepatan} \times \text{Waktu} \tag{1}$$

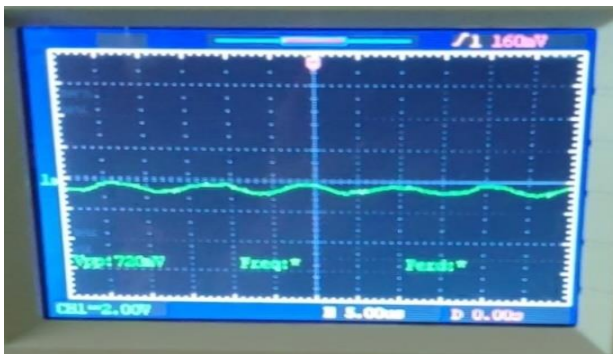
dimana kecepatan gelombang suara pada udara adalah 340 m/s atau 0.034 cm/ $\mu$ S. Karena jarak tempuh gelombang suara



Gambar 7. Grafik efisiensi berdasarkan jarak.



Gambar 8. Hasil pada penerima dengan jarak sekitar 20 cm.



Gambar 9. Hasil pada penerima dengan jarak sekitar 20 cm.

ultrasonik tadi adalah bolak-balik yaitu dari sensor (*transmitter*) ke obyek dan kembali ke sensor (*receiver*), maka rumusnya menjadi :

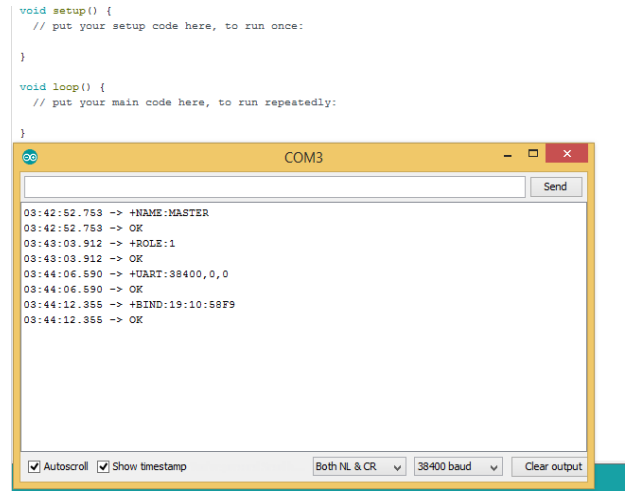
$$\text{Jarak (cm)} = \text{Waktu } (\mu\text{s}) * 0.034 / 2 \quad (2)$$

D. Modul Bluetooth HC-05

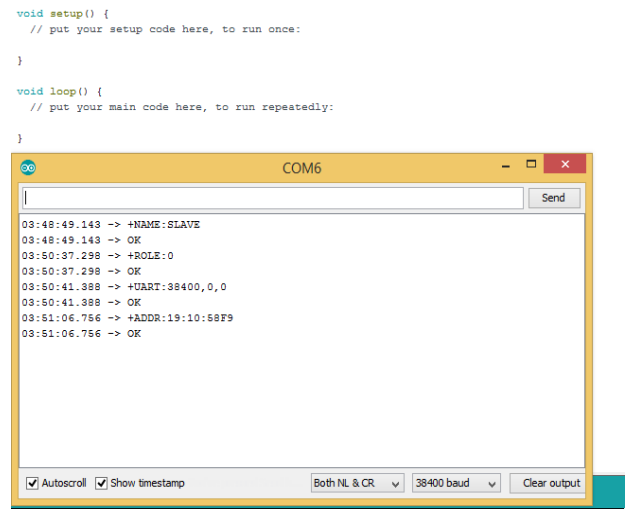
Modul *bluetooth* HC-05 merupakan modul *bluetooth* SPP (*Serial Port Protocol*) yang mudah digunakan untuk komunikasi serial *wireless* (nirkabel) yang mengonversi port serial ke *bluetooth*. HC-05 menggunakan modulasi *bluetooth* V2.0 + EDR (*Enhanced Data Rate*) 3 Mbps dengan memanfaatkan gelombang radio berfrekuensi 2,4 GHz.

E. DC-DC Converter

Penggunaan konverter DC-DC sebagai regulator tegangan memiliki kelebihan dimana DC-DC *converter* memiliki efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan regulator tegangan *monolithic* seperti IC LM78 Series. Hal ini dikarenakan pada DC-DC *converter*, pengaturan tegangan menggunakan prinsip *charge* dan *discharge* pada kapasitor dan induktor, hal ini berbeda dengan kebanyakan regulator tegangan yang merubah kelebihan tegangan menjadi panas.



Gambar 10. Pengaturan modul pada mode *master*.



Gambar 11. Pengaturan modul pada mode *slave*.

III. PERANCANGAN SISTEM

Sistem transfer daya nirkabel merupakan salah satu bagian dari sebuah sistem monitoring kebocoran gas yang melibatkan *mobile robot* pendeteksi kebocoran gas dan *ground station* sebagai tempat pengisian daya. Pada *ground station* terdapat sistem *tracking* sinar matahari untuk mengoptimalkan panel surya dan sistem transfer daya nirkabel untuk pengisian daya *mobile robot* itu sendiri. Pada penelitian ini, sistem transfer daya nirkabel merupakan sistem utama yang akan diuji.

Secara umum sistem terbagi menjadi tiga sub-sistem utama yaitu sub-sistem *transmitter*, sub-sistem *receiver*, dan sub-sistem pengisian daya. Ketiga sub-sistem ini akan bekerja bersama untuk mentransfer daya secara nirkabel untuk mengisi baterai. Cara kerja dari keseluruhan sistem secara umum adalah sub-sistem *transmitter* akan membangkitkan gelombang elektromagnetik pada spektrum VLF yang kemudian akan ditangkap oleh *receiver* dan diubah kembali menjadi energi listrik. Energi listrik yang sampai pada *receiver* kemudian akan digunakan untuk mengisi baterai pada *mobile robot*. Pada percobaan ini, daya berasal dari power suplai DC dengan tegangan keluaran sebesar 48 V dan arus maksimum 10 Ampere. Diagram blok sistem bisa dilihat pada gambar 1 antara lain: (1) *Mikrokontroler*. Terdapat dua mikrokontroler pada sistem ini, pertama pada bagian

Tabel 1.  
Hasil pengujian efisiensi dengan parameter jarak.

Jarak (cm)	Efisiensi (%)
20	52
25	25
30	14
35	4,3
40	3

Tabel 2.  
Hasil pengujian efisiensi dengan parameter pergeseran dengan jarak 20 cm.

Pergeseran (cm)	Vin (V)	Ain (mA)	Vout (V)	Aout (mA)	Pin (Watt)	Pout (Watt)	Efisiensi (%)
0	12	140	10,1	84	1,68	0,85	51
3	12	140	9,6	79	1,68	0,76	44
6	12	140	9,0	74	1,68	0,67	39
9	12	140	8,4	70	1,68	0,59	35
12	12	140	7,8	65	1,68	0,51	30
15	12	140	7,2	59	1,68	0,43	25

Tabel 3.  
Hasil pengujian efisiensi dengan parameter pergeseran dengan jarak 15 cm.

Pergeseran (cm)	Vin (V)	Ain (mA)	Vout (V)	Aout (mA)	Pin (Watt)	Pout (Watt)	Efisiensi (%)
0	12	140	11,6	90	1,68	1,05	63
3	12	140	10,9	87	1,68	0,95	57
6	12	140	10	82	1,68	0,82	48
9	12	140	9,4	77	1,68	0,72	42
12	12	140	8,7	71	1,68	0,62	37
15	12	140	7,9	67	1,68	0,53	32

Tabel 4.  
Hasil pengujian kontrol duty cycle pada buck converter dengan jarak 15cm.

Duty cycle (%)	Vin (V)	Ain (mA)	Vout (V)	Aout (mA)	Pin (Watt)	Pout (Watt)	Efisiensi (%)
100	23,6	173	22,4	121	4,08	2,71	66
90	23,1	162	21,9	115	3,74	2,52	67
75	18,7	147	17,1	108	2,74	1,85	67
50	12,1	132	10,7	101	1,6	1,08	67
35	9,8	118	7,9	95	1,17	0,75	64
25	8,1	106	6,3	90	0,86	0,57	66

*transmitter* yang berfungsi untuk mengontrol *inverter* dan sumber DC pada saat menyala dan pada saat mendapat umpan balik dari *receiver* melalui *bluetooth*. Mikrokontroler kedua pada *receiver* berfungsi untuk mendeteksi tegangan pada *receiver* untuk dikirimkan ke mikrokontroler pada *transmitter* melalui *bluetooth*; (2)*Inverter* berfungsi untuk mengubah sumber listrik dari DC menjadi AC dengan frekuensi antara 1-300 kHz. Daya berupa listrik AC ini akan ditransfer secara nirkabel menuju sub-sistem *receiver*; (3)*Rectifier*. Pada sub-sistem *receiver*, daya berupa listrik AC yang ditangkap dari *transmitter* akan diubah kembali menjadi listrik DC dan digunakan untuk mengisi daya baterai; (4)Charger. Charger berfungsi sebagai pengisi daya bagi *lead-acid battery*.

A. Perancangan Mekanik

Mekanik utama yang dibuat pada penelitian ini merupakan rangka antenna yang berupa kumparan. Rangka antenna didesain menggunakan software dan diwujudkan dengan bahan akrilik yang dipotong menggunakan mesin CNC berdasarkan desain tersebut. Untuk memperbesar induktansi dilakukan dengan menambah jumlah lilitan dan memperbesar

luas penampang. Dikarenakan penambahan jumlah lilitan meningkatkan nilai induktansi secara eksponensial maka penambahan jumlah lilitan dijadikan sebagai prioritas utama.

B. Perancangan Elektronik Sistem transfer Daya Nirkabel

Pada perancangan rangkaian elektronik terdapat 3 komponen utama berupa Teensy sebagai PWM generator, IR210 MOSFET driver, dan full H-Bridge *inverter*. PWM signal generator digunakan untuk mengontrol H-Bridge *inverter*. Sinyal inverting dan non-inverting yang dihasilkan kemudian akan dijadikan masukan IC IR2110 untuk menjalankan H-Bridge *Inverter*. H-Bridge *inverter* akan membangkitkan listrik AC dengan frekuensi 91 kHz.

C. Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak digunakan untuk memprogram mikrokontroler yaitu Teensy 3.5. Teensy di sini bertugas untuk membangkitkan sinyal PWM untuk menjalankan H-Bridge *Inverter*. Frekuensi PWM Teensy secara otomatis bernilai 1 kHz yang dinyatakan sebagai:

```
pinMode(PWMPin, OUTPUT);
pinMode(PWMPin2, OUTPUT);
analogWriteFrequency(2, n); //Set frekuensi PWM ke nilai n kHz
--> Pin yang ikut berubah frekuensinya 2, 7, 8, 35, 36, 37, 38
analogWriteResolution(7); //Nilai 0-127
```

D. Perancangan Kontrol Sumber dan Pengisian Daya

Pada penelitian ini terdapat dua kontrol yang digunakan untuk mengisi daya baterai. Kontrol yang pertama adalah kontrol sumber yang bertujuan untuk mengontrol daya yang dikirimkan oleh *transmitter* menuju *receiver*. Kontrol yang kedua berada pada *receiver* dan digunakan untuk mengontrol daya yang diberikan pada baterai dimana komponen kontrol utamanya berupa IC regulator tegangan dan arus L200C. Pada *transmitter* terdapat kontrol sumber yang menggunakan *buck converter*. *Buck converter* yang digunakan menggunakan IC LM2596. Untuk mengatur keluaran dari LM2596 digunakan PWM dari Teensy yang telah dilewatkan *low pass filter* pasif dengan frekuensi *cut-off* 100 Hz.

E. Perancangan Sistem Pengukuran Jarak

Pada penelitian ini menggunakan modul ultrasonik HC-SR04 yang dihubungkan ke mikrokontroler Arduino Uno untuk membangkitkan sinyal *trigger* yang akan masuk ke modul ultrasonik sehingga akan dipancarkan sinyal dengan frekuensi tertentu. Sinyal yang terpancar akan terpantul pada benda yang ada dalam jarak jangkauan dari pancaran modul. Pantulan dari sinyal *trigger* yang disebut sinyal *echo* akan diterima kembali oleh modul.

F. Perancangan Sistem Pengiriman Umpan Balik

Pada penelitian ini menggunakan modul *bluetooth* HC-05 yang dihubungkan ke mikrokontroler Arduino Uno yang terdapat pada pemancar dan penerima daya. Pada sistem pemancar, modul *bluetooth* akan berperan sebagai penerima data yang dikirim oleh sistem penerima daya. Pada sistem penerima daya, modul *bluetooth* akan mengirimkan data tegangan yang diterima oleh sistem penerima daya sehingga sistem pemancar dapat mengetahui apakah posisi dan daya yang dikirim sudah efisien.

#### IV. PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

Bab ini merupakan pembahasan dari pengujian sistem yang telah dirancang beserta analisis data yang diperoleh pada saat pengujian. Pengujian tersebut meliputi pengujian sistem transfer daya nirkabel, pengujian pengukuran jarak, pengujian pengiriman data dan pengujian kontrol pengisian daya.

##### A. Pengujian Sistem Transfer Daya Nirkabel

Pada pengujian ini dilakukan percobaan fungsi alat sistem transfer daya nirkabel dengan kontrol. Pengujian tersebut bertujuan untuk mengetahui apakah sistem transfer daya nirkabel tersebut bekerja sesuai dengan apa yang telah dirancang. Peralatan dan modul yang digunakan dalam percobaan ini ditunjukkan pada gambar 2, 3, 4, 5 dan 6 dimana semua alat pada sistem transfer daya nirkabel tersedia dan telah diuji fungsinya sehingga penelitian ini dapat berlanjut pada tahap selanjutnya. Pada pengujian ini didapat data pengujian efisiensi dengan parameter jarak seperti pada tabel 1 dan grafik pada gambar 7. Dapat dilihat nilai efisiensi tertinggi ada pada jarak 20 cm. Semakin dekat jarak antar kumparan maka akan semakin tinggi efisiensi. Pada penelitian ini, jarak terdekat yang diamati yaitu 20 cm dengan efisiensi 52% dan itu menjadi jarak dan efisiensi minimal yang akan digunakan pada langkah selanjutnya.

##### B. Pengujian Sistem Pengisian Daya Otomatis

Kelebihan beban pada transfer daya nirkabel akan terbuang yang menjadikannya kurang efisien. Maka diperlukan sistem otomatis untuk mengontrol pengaturan daya terbangkit pada *inverter* yang akan digunakan untuk membangkitkan medan elektromagnetik pada kumparan pemancar. Kontrol ini dibutuhkan agar daya yang ditransfer berada pada nilai yang dibutuhkan berdasarkan kondisi beban. Pengujian ini terdiri dari pengujian deteksi posisi dengan modul ultrasonik dan pengujian umpan balik dengan modul *bluetooth*.

Pengujian pertama yaitu pada pengujian pengukuran jarak yang dibantu oleh modul ultrasonik HC-SR04. Pengukuran jarak dengan modul ini didapat dengan menanamkan program pada mikrokontroler Arduino Uno. Untuk percobaan pengukuran jarak pada batas efisien dari penelitian sebelum yaitu 20 cm. Hasil yang diperoleh yaitu adanya transfer daya pada jarak kurang dari 20 cm dan sebaliknya tidak adanya transfer daya pada jarak lebih dari 20 cm seperti pada gambar 8 dan 9. Dengan adanya kontrol ini, transfer daya nirkabel menjadi lebih optimal karena tidak ada transfer daya pada saat nilai efisiensi di bawah standar minimal yang telah ditetapkan.

Pada tabel 2 dan 3 bisa diamati pengaruh efisiensi terhadap pergeseran dari kumparan *transmitter* dan *receiver* dengan jarak 20 cm dan 15 cm. Ketika kumparan tidak sejajar maka sistem akan menjadi tidak efisien, sehingga penentuan posisi dengan dua modul ultrasonik untuk kontrol pergeseran sama pentingnya dengan kontrol berdasarkan jarak. Pada gambar 5 dan 6 dapat kita lihat posisi dari modul ultrasonik dan penampang agar bisa mendeteksi posisi sejajar dan jarak minimal agar bisa mencapai efisiensi yang diinginkan.

Kemudian pada pengujian sistem pengiriman umpan balik dengan modul *bluetooth* HC-05, yaitu dengan menggunakan dua modul *bluetooth* untuk ditempatkan masing-masing pada sistem pemancar dan sistem penerima. Modul *bluetooth* pada

sistem penerima akan mengirimkan data yang dibaca dari sensor tegangan pada sistem penerima. Pengiriman data dengan modul *bluetooth* pada penelitian ini digunakan sistem kunci 1 perangkat saja sehingga modul *bluetooth* pada sistem penerima hanya akan mengirim data ke modul *bluetooth* pada sistem pemancar. Untuk mengunci 1 perangkat saja yang terhubung pada modul *bluetooth* diperlukan pengaturan dari awal untuk modul *bluetooth* pada sistem pemancar maupun sistem penerima.

Modul *bluetooth* pada sistem penerima akan diatur untuk memiliki peran sebagai *Master* dan modul *bluetooth* pemancar akan mendapat peran sebagai *Slave*. Pengaturan peran tersebut dengan menggunakan AT-MODE dengan perantara mikrokontroler arduino yang ditanamkan program kosong. Pada gambar 10 dan 11 bisa dilihat proses pengaturan modul *bluetooth*.

Dari tabel 4 bisa disimpulkan efisiensi dengan jarak yang sama tidak jauh berbeda dalam persentase. Akan tetapi jika diukur berdasarkan *loss* daya maka bisa dilihat untuk sumber daya DC pada *buck converter* dengan *duty cycle* 100% terdapat 1,37 Watt yang terbuang, sedangkan dengan *duty cycle* 25% hanya ada 0,29 Watt. Sehingga kontrol daya yang dikirim sesuai kebutuhan akan mengurangi *loss* pada transmisi nirkabel.

##### C. Analisa Keseluruhan Sistem

Secara keseluruhan, sistem mampu bekerja dengan baik sesuai tujuan pembuatan. Sistem transfer daya yang telah bekerja dengan baik ditambah dengan adanya pengiriman data umpan balik untuk kontrol daya yang dikirimkan dan pendeteksian posisi yang membuat efisiensi selalu berada pada batas minimum yang diinginkan.

#### V. KESIMPULAN/RINGKASAN

Pada penelitian ini telah dikembangkan sebuah stasiun pengisian daya nirkabel otomatis yang terdiri dari Arduino Uno sebagai bagian pemrosesan data, modul *bluetooth* untuk komunikasi umpan balik nirkabel dan modul ultrasonik untuk pemindaian posisi. Berdasarkan hasil pengujian dimana nilai efisiensi transfer daya minimal yang didapatkan adalah 51% dan transfer daya dihentikan ketika jarak melebihi 20 cm. Penyesuaian daya yang ditransfer sesuai kebutuhan penerima juga membuat daya yang terbuang pada transfer daya nirkabel menjadi lebih sedikit dengan 0.29 Watt pada sumber daya DC dengan *duty cycle* 25% yang lebih sedikit dari pada terus-menerus mentransfer daya dengan *duty cycle* 100% yang membuang daya sebesar 1.37 Watt.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] X. Lu, D. Niyato, P. Wang, D. I. Kim, and H. Zhu, "Wireless charger networking for mobile devices: Fundamentals, standards, and applications," *IEEE Wirel. Commun.*, vol. 22, no. 2, pp. 126–135, 2015, doi: 10.1109/MWC.2015.7096295.
- [2] S. Krishnan, S. Bhuyan, V. P. Kumar, W. Wang, J. Al Afif, and K. S. Lim, "Frequency agile resonance-based wireless charging system for electric vehicles," in *2012 IEEE International Electric Vehicle Conference, IEVC 2012*, 2012, doi: 10.1109/IEVC.2012.6183212.
- [3] A. Sultanbek, A. Khassenov, Y. Kanapyanov, M. Kenzhagaliyeva, and M. Bagheri, "Intelligent wireless charging station for electric vehicles," *2017 Int. Sib. Conf. Control Commun. SIBCON 2017 - Proc.*, pp. 1–6, 2017, doi: 10.1109/SIBCON.2017.7998497.
- [4] D. Hutabarat, M. Rivai, D. Purwanto, and H. Hutomo, "Lidar-based obstacle avoidance for the autonomous mobile robot," *Proc. 2019 Int.*

- Conf. Inf. Commun. Technol. Syst. ICTS 2019*, no. October, pp. 197–202, 2019, doi: 10.1109/ICTS.2019.8850952.
- [5] S. Hadi, M. Rivai, and D. Purwanto, “Leader-follower formation system of multi-mobile robots for gas source searching,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1201, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1201/1/012002.
- [6] A. P. Susanto, M. Rivai, and T. Tasripan, “Autonomous docking system untuk mobile robot berbasis citra pada stasiun pengisian daya nirkabel,” *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 2, 2019, doi: 10.12962/j23373539.v7i2.31180.
- [7] M. Amirul Haq, M. Rivai, and T. Tasripan, “Rancang bangun sistem pengisian baterai nirkabel menggunakan mikrokontroler teensy,” *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 2, 2019, doi: 10.12962/j23373539.v7i2.31323.
- [8] M. S. Ramadhan and M. Rivai, “Sistem kontrol tingkat kekeruhan pada aquarium menggunakan arduino uno,” *J. Tek. ITS*, vol. 7, no. 1, pp. 87–91, 2018, doi: 10.12962/j23373539.v7i1.28499.