Saklar Nirkabel Daya Mandiri

Nourman Aditya Agista[1], Rini Handayani[2], Marlinda Ike Sari[3]
[1,2,3] Program Studi D3 Teknologi Komputer, Fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom
[1]nourmanagista@gmail.com 1, [2]rinihandayani@tass.telkomuniversity.ac.id, [3]marlindia@staff.telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Antena Penyearah adalah suatu antenna yang diintegrasikan dengan sebuah rangkaian *rectifier* yang memiliki kemampuan untuk mengkonversi gelombang RF menjadi tegangan DC. Antena mikrostrip pada *rectifier antenna* dapat berfungsi untuk menangkap gelombang AC yang nantinya oleh rangkaian *rectifier* akan dikonversi menjadi gelombang DC. Konsep *electromagnetic harvesting* ini diaplikasikan pada rangkaian *wireless swtich* yang didalamnya terdapat baterai sebagai penyimpan tegangan keluaran dari rangkaian *electromagnetic harvesting.* Perancangan komponen rangkaian *electromagnetic harvesting* diperoleh melalui simulasi rangkaian dan untuk perancangan komponen rangkaian *wireless switch* diperoleh dari matakuliah Interface, Pheriperal, dan Komunikasi.

Kata Kunci—Pemanenan Sinyal Elektromagnetik; Rangkaian Penyearah; Antena; Saklar Nirkalbel

Abstract— Rectifier antenna is an antenna that is integrated with a rectifier circuit that has the ability to convert RF waves into DC voltage. Microstrip antenna in the rectifier antenna can function to capture AC waves which will later be converted into DC waves. the electromagnetic harvesting concept is applied to the wireless switch circuit in which there is a battery to store the output voltage of the rectifier circuit. The design of electromagnetic harvesting circuit components is obtained through circuit simulation and for the design of wireless switch circuit components obtained from the Interface, Pheriperal, and Communication courses.

Keywords— Electroagnetic Harvesting; Rectifier Circuit; Antenna; Wireless Switch

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi semakin meningkat dan berkembang terutama yang lingkupnya ada di dalam rumah dengan tujuan di dalam rumah menjadi lebih praktis dan optimal. Sebagai contohnya perancangan dan pembuatan alat dengan berbagai fitur yang menarik.

Dalam hal penggunaan sumber daya listrik dikehidupan sehari-hari saat ini memang tak bisa dihindari, tetapi masih banyak yang belum dapat mengoptimalkan sumber daya. Bagaimana caranya untuk memanfaatkan sumber energi yang ada di lingkungan sekitar dapat diambil dan diubah menjadi salah satu bentuk sumber energi seperti energi listrik yang tentunya bisa sangat berpengaruh dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu bentuk energi yang ada di lingkungan sekitar adalah sinyal elektromagnetik yang saat ini sinyal tersebut bisa terpancar dimana saja. *Energy harvesting* adalah proses dimana energi yang berasal dari eksternal ditangkap kemudian digunakan sebagai sumber tenaga.

Oleh karena itu dirancanglah salah satu alat yang dapat menangkap sinyal elektromagnetik dan mengubahnya menjadi tegangan dan ditampung maka dibuatlah saklar nirkabel daya mandiri yang merupakan salah satu bentuk dari implementasi zdalam memanfaatkan sinyal elektromagnetik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa masalah yang terjadi adalah sebagai berikut:

a. Bagamana merancang dan membangun rangkaian yang dapat mengkonversi sinyal elektromagnetik menjadi tegangan DC?
b. Bagaimana merancang dan membangun sistem komunikasi nirkabel antara dua node?

1.3 Tujuan

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa masalah yang terjadi adalah sebagai berikut:

a. Mendapatkan sumber tegangan dari sinyal elektromagnetik dengan menggunakan rangkaian penyearah.
b. Dapat melakukan komunikasi antara dua node dengan menggunakan modul komunikasi NRF24L01.

1.4 Batasan Masalah

Permasalahan dalam membangun sistem saklar nirkabel daya mandiri dibatasi pada hal-hal berikut ini:

1. Rangkaian yang digunakan untuk *electromagnetic harvesting* merupakan rangkaian penyearah.
2. Rentang frekuensi yang di ambil dalam pengujian *electromagnetic harvesting* pada ±1800Mhz.
3. Rangkaian e*lectromagnetic harvesting* hanya terdapat dibagian transmitter.
4. Menggunakan nRF24L01 sebagai modul komunikasi *wireless satu arah*.
5. Dalam Pengujian Jarak maksimum untuk *wireless switch* dilakukan pada ruangan tertutup.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Sebelumnya

Pada penelitian sebelumnya, Dirton Parubak (2014), merancang rengkaian pemanenan energi yang terkandung dalam gelombang eketromagnetik. Tinjauan tentang teknik pemanenan energi yang telah dibahas. Pada saat ini cukup banyak perangkat telekomunikasi yang bermunculan terutama dari perangkat wireless yang menggunakan teknik pencatuan dengan daya yang rendah[1]. Dengan mendapatkan sumber tegangan dari perangkat telekomunikasi dapat menjadikan sumber energi yang menutup sebagian kekurangan dari pemanenan sumber energi lainnya.

2.2 Teori

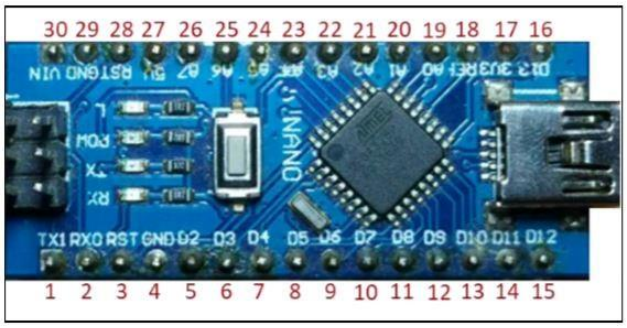
2.2.1 *Electromagnetic Harvesting*

Electromagnetic harvesting atau *RF energy harvesting* merupakan sumber energy alternative yang menjanjikan untuk penyediakan daya bagi perangkat elektronik *low voltage* di udara. Teknologi *RF energy harvesting* digunakan dalam banyak bidang aplikasi seperti otomatisasi bangunan, pemantauan industry, pusat data, keamanan dan pertahanan[2].

Pada rangkaian *electromagnetic harvesting*, ada beberapa hal yang harus diperhatikan pada nilai komponen yang digunakan terutama rangkaian *electromagnetic harvesting* yang menggunakan rangkaian penyearah. Selain itu antena juga memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap sinyal yang ditangkap, diperlukan antena dengan gain yang besar sehingga dapat menangkap gelombang elektromagnetik dengan maksimal.

2.2.2 Arduino Nano

Arduino merupakan mikrokontroler yang bersifat open-source artinya pengguna dapat dengan bebas membuat suatu alat elektronik menggunakan arduino. Arduino Nano merupakan salah satu tipe dari mikrokontroler Arduino yang menggunakan ATmega 328 berukuran 4.3 cm x 1.8 cm, Arduino Nano dapat dilihat pada Gambar 2.1[3].



Gambar 2. 1 Arduino Nano

Spesifikasi arduino nano bisa dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Spesifikasi Arduino Nano

Nomor Pin	Nama	Tipe	Deskrips0069
1-2, 5-6	D0-D13	Digital I/O	Digital I/O Port 0-13
3,28	Reset	Masukan	Reset (active LOW)
4,29	GND	PWR	Supply Ground
17	3.3 V	Keluaran	Tegangan keluaran 3.3 V
18	AREF	Masukan	ADC reference
19-26	A7-A0	Masukan	Analog I/O port 0-7
27	5 V	Keluaran atau Masukan	Tegangan keluaran 5 V dari regulator
30	PWR	PWR	Supply tegangan

Untuk pin komunikasi yang digunakan bisa dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Pin Komunikasi Pada Arduino Nano

Nomor Pin	Nama	Deskripsi
14	D11	MOSI
15	D12	MISO
16	D13	SCK

2.2.3 nRF24L01

Modul komunikasi *wireless* nRF24L01 adalah *transceiver* radio *chip* tunggal untuk pita ISM dunia 2,4 - 2,5 GHz. Transceiver terdiri dari *synthesizer* frekuensi yang sepenuhnya terintegrasi, penguat daya, osilator kristal, demodulator, modulator, dan mesin protokol *Enhanced* ShockBurst.

Daya keluaran, saluran frekuensi, dan pengaturan protokol mudah diprogram melalui antarmuka SPI. Konsumsi saat ini sangat rendah, hanya 9.0mA pada daya output -6dBm dan 12.3mA dalam mode RX. Mode Daya Mati dan Siaga bawaan membuat penghematan daya mudah disadari[4].
Modul komunikasi nRF24L01 dapat dilihat pada gambar 2.2.

Gambar 2. 2 nRF24L01

Untuk spesifikasi dari nRF24L01 bisa dilihat pada tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Spesifikasi nRF24L01

Nomor Pin	Nama	Deskripsi
1	GND	Power supply 0 V
2	VCC	Power supply 1.9 – 3.6 V
3	CE	Pin untuk mengaktifkan komunikasi SPI
4	CSN	Pin untuk mengaktifkan SPI
5	SCK	Menyediakan Clock Pulse saat komunikasi SPI berjalan
6	MOSI	Pin untuk menerima data dari mikrokontroler
7	MISO	Pin untuk mengirim data dari mikrokontroler
8	IRQ	Pin active low dan digunakan jika intrupsi diperlukan

2.2.4 *Relay 2 Channel*

Relay merupakan saklar atau *switch* yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen elektromekanikal yang terdiri dari 2 bagian yaitu electromagnet atau coil dan mekanikal. Dengan menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakan kontak saklar sehingga dengan arus listrik kecil dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.

Relay 2 channel ini dilengkapi dengan relay arus tinggi yang dapat berfungsi dibawah 250 V 10 A untuk arus AC dan 30 V 10 A untuk arus DC. Relay ini memiliki interface standar sehingga dapat di control langsung oleh mikrokontroler. *Relay 2 channel* dapat dilihat pada gambar 2.3[5].

Gambar 2. 3 *Relay 2 Channel*

Spesifikasi dari *Relay 2 channel* dapat dilihat pada tabel 2.4

Tegangan maksimum arus AC	250 V, 10 A
Tegangan maksimum arus DC	30 V, 10 A
Tegangan masukan	5 V, 15-20 mA

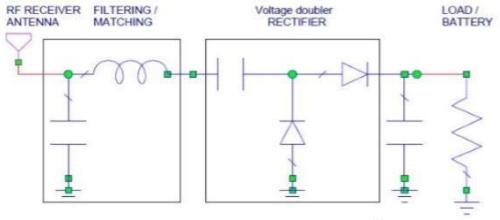
III ANALISIS KEBUTUHAN SISTEM

3.1 Analisis

3.1.1 Gambaran Sistem Saat Ini

Rangkaian pemanenan sinyal elktromagnetik saat ini yaitu rangkaian yang dapat menangkap sinyal elektromagnetik dengan keluaran tegangan DC yang disimpan sementara pada kapasitor. Rangkaian ini terdiri dari tiga bagian yaitu antena, rangkaian *filtering dan* rangkaian *rectifier*[6].

3.1.2 Cara Kerja Sistem



Gambar 3. 1 Skematik Rangkaian Rectenna

Berdasarkan Gambar 3.1 gambaran saat ini memiliki cara kerja sistem sebelumnya sebagai berikut :

a. Antena menangkap sinyal elektromagnetik.

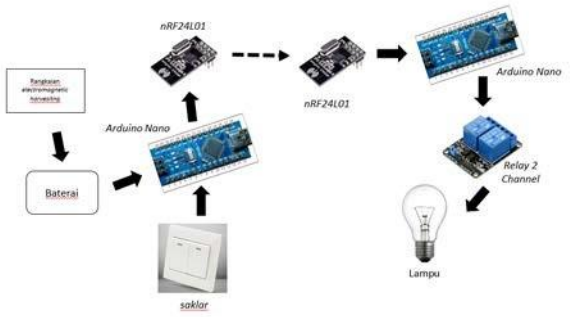
b. Sinyal masuk kedalam rangkaian *filtering*.

c. Sinyal diteruskan kedalam rangkaian *rectifier*.

d. Keluaran berupa tegangan DC.

3.2 Perancangan

3.2.1 Gambaran Sistem Usulan



Gambar 3. 2 Skematik Rangkaian *Self Powered Wireless Switch*

Berdasarkan analisis fungsional dan non fungsional maka rangkaian *Self Powered Wireless Switch* akan dirancang seperti pada gambar sistem usulan dan dirancang untuk bekerja sebagai berikut:

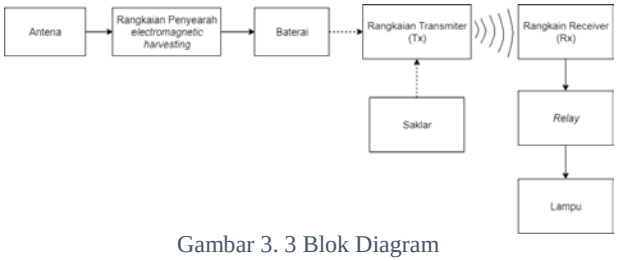
1. Antena menangkap sinyal elektromagnetik(AC) kemudian dikonversi menjadi tegangan DC pada rangkaian *electromagnetic harvesting*.

2. Baterai sebagai wadah dari tegangan keluaran rangkaian *electromagnetic harvesting* dan juga sumber tegangan untuk mikrokontroler pada *wireless switch*.

3. Arduino Nano pada bagian *transmitter* mendapatkan power dari baterai dan mendapatkan data masukan dari saklar dan mengirimkan data melalui nRF24L01 secara nirkabel.

Arduino Nano pada bagian *receiver* menerima data melalui nRF24L01 dan keluaran berupa kondisi *on* atau *off* pada *relay*.

3.2.2 Blok Diagram



Gambar 3. 3 Blok Diagram

Berdasarkan gambar Blok Diagram, sinyal AC atau sinyal elektromagnetik ditangkap oleh rangkaian penyearah menggunakan antena lalu dikonversi oleh rangkaian penyearah menjadi tegangan DC, kemudian tegangan keluaran tersebut disimpan dibaterai. Keluaran baterai terhubung dengan Aarduino Nano pada *wireless switch* sebagai sumber tegangan. Saklar yang terhubung dengan Arduino Nano sebagai masukan untuk data yang dikirim ke *receiver*. Arduino Nano menerima data masukan berupa 0 dan 1 dan mengeluarkan keluaran *on* dan *off* untuk Relay.

3.2.3 Cara Kerja Sistem

Berikut merupakan cara kerja sistem yang akan dibangun dalam Proyek Akhir ini.

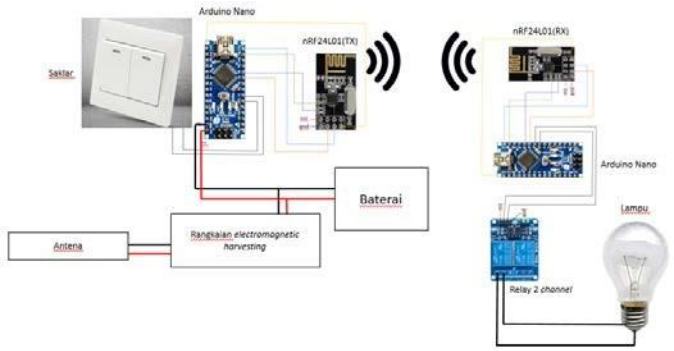
1. Antena menangkap sinyal elektromagnetik dengan frekuensi 800-1800MHz
2. Sinyal dikonversi oleh rangakain *electromagnetic harvesting* dengan keluaran tegangan DC.
3. Baterai menyimpan tegangan DC dari rangkaian *electromagnetic harvesting* dan juga sebagai sumber tegangan dari *wireless switch* dibagian *transmitter.*
4. *Wireless switch* bagian *transmitter* terdiri dari Arduino Nano, saklar dan nRF24L01.
5. *Wireless switch* bagian receiver terdiri dari Arduino Nano, nRF24L01 dan *relay 2 channel*.
6. *Transmitter* mingirimkan data kondisi dari saklar melalui NRF24L01.

Receiver menerima data lalu memberikan keluaran pada *relay* yang sudah terhubung dengan lampu.

IV. IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN

4.1 Implementasi

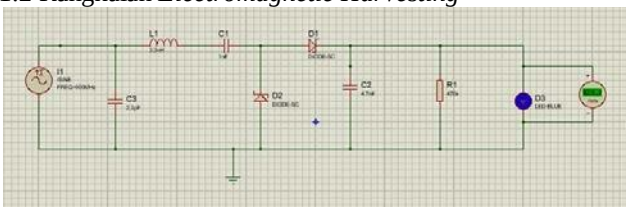
4.1.1 Rangakaian Skematik Self Powered Wireless Switch



Gambar 4. 1 *Rangkaian Skematik Self-Powered Wireless Switch*

Berdasarkan Gambar 4.1, rangkaian skematik *self-powered wireless switch* terdapat komponen yaitu rangkaian *electromagnetic harvesting*, antenna gms, dua buah Arduino Nano, dua buah modul *wireless* nRF24L01, baterai, *relay 2 channel*, saklar, lampu. Rangkaian skematik ini dibuat dengan menghubungkan pin-pin dari semua komponen ke pin Arduino.

4.1.2 Rangkaian *Electromagnetic Harvesting*



Gambar 4. 2 Skematik Rangkaian *Electromagnetic Harvesting*

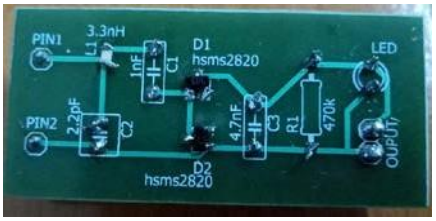
Berdasarkan Gambar 4.2, Rangkaian *electromagnetic harvesting* terdiri dari beberapa komponen elektronika seperti kapasitor 2.2 pF, kapasitor 1 nF, induktor 3.3 nH, dioda hsms 2820, resistor 470 KOhm dan kapasitor 4.7 nF. Rangkaian tersebut merupakan rangkaian penyearah dengan menggunakan dua buah dioda dan pada bagian depan terdapat antena untuk menangkap sinyal GSM.

4.2 Pengujain

Pengujian sistem dilakukan dengan mencoba sistem yang telah dibuat dengan pengujian terhadap rangkaian *electromagnetic harvesting* dan *wireless switch* yang dapat menyalakan/mematikan lampu secara nirkabel.

4.2.1 Pengujian Rangkaian *Electromagnetic Harvesting*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah rangkaian dari *electromagnetic harvesting* dapat melakukan pemanenan energi dari sinyal elektromagnetik dan mengeluarkan tegangan output berupa tegangan DC.



Gambar 4. 3 Rangkaian *Electromagnetic Harvesting*

Pengujian *electromagnetic harvesting* yang pertama dilakukan dengan mendekatkan antena *electromagnetic harvesting* pada *smartphone* dengan tujuan menguji tegangan yang didapatkan dari *smartphone* pada jarak tertentu.

Tabel 4. 1 Tabel Pengukuran Tegangan *Electromagnetic Harvesting* Pada *Smartphone*

No.	Jarak antena terhadap sumber sinyal	Tegangan yang dihasilkan	Tegangan yang dihasilkan ketika di-*charge*
1	0 cm	1.5 mV	4.1 mV
2	1 cm	1.3 mV	3.7 mV
3	2 cm	0.9 mV	1.9 mV
4	4 cm	0.3 mV	1.2 mV
5	5 cm	0 mV	0.3 mV
6	10 cm	0 mV	0 mV
7	20 cm	0 mV	0 mV
8	30 cm	0 mV	0 mV

Pengujian rangkaian *electromagnetic harvesting* yang dilakukan terhadap *Access Point* didapatkan kesimpulan, bahwa pada jarak tertentu tegangan keluaran dari *electromagnetic harvesting* dapat kosntan meskipun belum stabil.

Pengujian *electromagnetic harvesting* yang kedua dilakukan terhadap *Access Point* dengan mendekatkan antena *electromagnetic harvesting* pada *Access Point* dengan tujuan menguji tegangan yang didapatkan dari *Access Point* pada jarak tertentu.

Tabel 4. 2 Tabel Pengukuran Tegangan *Electromagnetic Harvesting* Pada *Access Point*

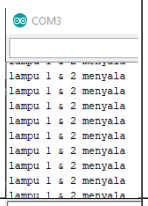
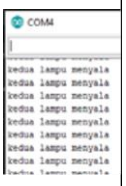
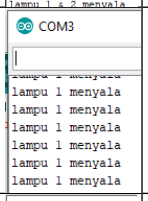
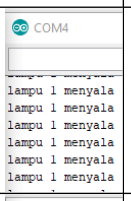
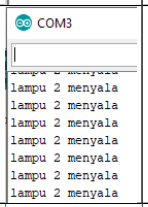
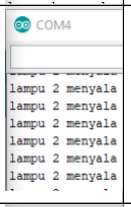
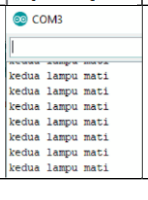
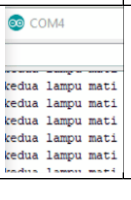
No.	Jarak 5ntenna terhadap sumber sinyal	Tegangan yang dihasilkan	Daya sinyal elektromagnetik
1	0 cm	4.7 mV	-6 dBm
2	1 cm	4.8 mV	-9 dBm
3	2 cm	4.9 mV	-11 dBm
4	3 cm	5.2 mV	-15 dBm
5	4 cm	5.4 mV	-16 dBm
6	5 cm	5.6 mV	-18 dBm
7	±10 cm	5.2 mV	-21 dBm
8	±20 cm	5.0 mV	-30 dBm
9	±30 cm	4.8 mV	-33 dBm

pengujian rangkaian *electromagnetic harvesting* yang dilakukan terhadap *Access Point* didapatkan kesimpulan, bahwa pada jarak tertentu tegangan keluaran dari *electromagnetic harvesting* dapat kosntan meskipun belum stabil.

4.2.2 Pengujian *Wireless Switch*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah saklar dari arduino *transmitter* dapat mengontrol lampu yang terhubung dengan arduino *receiver*.

Tabel 4. 3 Pengujian Kondisi *Wireless Switch*

No.	Kondisi saklar		Kondisi lampu		Ket
	Saklar 1	Saklar 2	*transmitter*	*Receiver*	
1	*ON*	*ON*			Berhasil
2	*ON*	*OFF*			Berhasil
3	*OFF*	*ON*			Berhasil
4	*OFF*	*OFF*			Berhasil

V. KESIMPULAN

Rangkaian *electromagnetic harvesting* belum dapat melakukan proses *charging* terhadap baterai karena tegangan keluaran dari rangkaian *electromagnetic harvesting* masih dalam satuan millivolt(mV). Meskipun begitu, rangkaian *electromagnetic harvesting* dapat menangkap dan mengkonversi sinyal AC menjadi tegangan DC.

Wireless Swtich dapat berjalan sebagaimana mestinya, namun pada pengujian yang dilakukan terdapat perbedaan kecepatan respon pada jarak tertentu. Pada jarak sekitar 10 meter dengan *obstacle* berupa pintu kaca dan tanpa *obstacle* mendapatkan respon selama 300ms. Pada jarak sekitar 30 meter tanpa *obstacle* mendapatkan delay sekitar 300-5000ms. Pada jarak sekitar 5 meter dengan *obstacle* berupa dinding atau di ruangan yang berbeda, *wireless switch* tidak merespon sama sekali.

REFERENSI

[1] D. PARUBAK, "RANCANG BANGUN ANTENA PENYEARAH (RECTIFIER ANTENNA) UNTUK PEMANEN ENERGI ELEKTROMAGNETIK PADA FREKUENSI GSM 1800 MHz," p. 8, 2014.

[2] M. CANSIZ, "Radio Frequency Energy Harvesting with Frequency Shift Keying Modulation Technique," *DÜMF Mühendislik Derg.*, vol. 10, no. 2, pp. 531–536, 2019, doi: 10.24012/dumf.561336.

[3] Arduino, "Arduino - ArduinoBoardNano," *Arduino*. 2009.

[4] Nodric, "PRELIMINARY PRODUCT SPECIFICATION nRF24L01 Single Chip 2.4 GHz Radio Transceiver," no. March, pp. 1–39, 2006.

[5] Handson Technology, "2 Channel 5V Optical Isolated Relay Module," *Datasheet*, vol. 74, no. 2, p. 24, 2005.

[6] A. Chandrakasan, T. Supervisor, and A. C. Smith, "A Low Power Controller for a MEMS Based Energy Converter by Scott Meninger Master of Science Massachusetts Institute of Technology June 1999," 1999.