

## **BAB 2**

### **LANDASAN TEORI**

#### **2.1 KAJIAN PUSTAKA**

Berdasarkan penelitian yang sudah dilaksanakan sebelumnya dengan judul "Sistem Pengusir Hama Burung dan Hama Tikus Pada Tanaman Padi Berbasis *Raspberry Pi*" mengembangkan sistem pengusir hama burung dan hama tikus pada tanaman padi dengan menggunakan *Raspberry Pi*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan penggunaan sensor PIR dan kamera untuk mendeteksi pergerakan di sekitar sensor. Selain itu, untuk dapat memantau keberadaan hama tanpa harus pergi ke sawah maka alat tersebut dihubungkan dengan aplikasi *smartphone* yang memebrikan informasi secara *real-time*, dan speaker digunakan sebagai *output* suara untuk mengusir hama. Untuk hasil pengujian dari penelitian tersebut menunjukkan bahwa hama tikus terganggu oleh frekuensi gelombang ultrasonik 34-45 kHz yang dihasilkan oleh speaker, sedangkan hama burung terpengaruh oleh frekuensi 20-25 kHz [4].

Selanjutnya berdasarakan studi yang telah dilakukan dengan judul "Studi Literatur: Pemanfaatan Gelombang Ultrasonik Sebagai Perangkat Pengusir Tikus" membahas tentang kemampuan tikus dalam mendengar gelombang ultrasonik. Diakui secara luas bahwa tikus memiliki kemampuan untuk mendeteksi gelombang suara yang berada dalam rentang frekuensi ultrasonik 5-60 kHz. Selain itu, ada kasus di mana tikus telah menunjukkan kemampuan untuk merasakan suara setinggi 100 kHz. Penelitian ini menggunakan modul IC NE555 untuk menghasilkan gelombang ultrasonik, sedangkan suara yang dihasilkan disampaikan melalui buzzer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa frekuensi 30 kHz merupakan frekuensi yang paling efektif dalam mengusir tikus [5]

Kajian yang dilakukan dengan judul "Perancangan *Pulse Width Modulation* (PWM) Sebagai Pengatur Kecepatan Motor DC Berbasis Mikrokontroler *Arduino*" menitikberatkan pada pendalaman pemanfaatan *Pulse Width Modulation* (PWM) untuk pengaturan kecepatan motor DC dengan bantuan mikrokontroler *arduino*. Pada penelitian ini pemanfaatan fitur PWM digunakan

untuk mengatur kecepatan putar kontrol yang kemudian dihubungkan dengan arduino. Keluaran yang dihasilkan oleh PWM dihubungkan ke arduino melalui pin keluaran analog. Osiloskop menampilkan rekaman pengamatan Ton dan Toff, yang kemudian dianalisis untuk menghitung *duty cycle*. Siklus tugas ini kemudian dibandingkan dengan pengukuran PWM dan RPM [6].

Penelitian yang berjudul "*Determination of The Effective Frequency and Sound Pressure Level to Repel Birds at Ahmad Yani Airport Semarang*" yang bertujuan untuk menetapkan frekuensi dan intensitas suara yang optimal yang dapat digunakan untuk menangkal burung dari Bandara Ahmad Yani yang terletak di Semarang. Studi ini menemukan bahwa burung biasanya menggunakan frekuensi antara 800 Hz dan 5000 Hz, yang tidak tumpang tindih dengan frekuensi pesawat terbang (63 Hz hingga 250 Hz). Untuk menguji efektivitas pengusiran burung, dua percobaan dilakukan di daerah sarang burung dan lapangan terbang. Generator sinyal digunakan untuk menyapu frekuensi secara otomatis dari 800 Hz hingga 5 kHz, menghasilkan tingkat tekanan suara 85 dB pada jarak 1 m dari speaker selama minimal 2 detik. Burung-burung tersebut diamati terbang menjauhi sumber bunyi dan tidak kembali ke lokasi semula[7].

Penelitian dengan judul "*Design of Power Optimization Module in A Network of Arduino-Based Wireless Sensor Nodes*" yang bertujuan untuk memaksimalkan masa pemakaian suatu komponen secara efisien dalam sistem jaringan. Pada penelitian tersebut optimalisasi daya yang tersedia sangatlah dipertimbangkan. Dikenalkan tiga metode yang berbeda dengan tujuan untuk menjamin pengurangan daya dalam suatu jaringan. Hasil penelitian tersebut menunjukkan dengan pengurangan daya sebesar 10% memperpanjang masa pakai dari 26 jam menjadi 132 hari. Hasil pada penelitian tersebut disajikan secara grafis[8].

Penelitian yang terakhir dengan judul "*Microcontroller-based Bird Pest Repellent in Rice Plants*", dirancang sebuah alat yang difungsikan untuk mengusir hama burung dengan menggunakan panel surya sebagai sumber tegangan dengan output suara menggunakan frekuensi 1.5 KHz –3 KHz. Pada penelitian tersebut Speaker yang digunakan dalam sistem yang dibuat adalah speaker ES-46R yang mempunyai kapasitas tegangan maksimal 12 Volt. Kemudian menggunakan

modul IC NE555 yang digunakan untuk mengatur frekuensi sesuai yang dibutuhkan, frekuensi yang dibutuhkan dapat di atur pada modul IC NE555 ini yang diputar secara manual [9].

Dari beberapa jurnal yang telah dibahas sebelumnya, dari jurnal-jurnal tersebut membahas mengenai pemanfaatan gelombang ultrasonik untuk mengusir hama burung dan tikus. Kemudian dari jurnal tersebut memanfaatkan fitur PWM (*Pulse Width Modulation*) pada alat yang dibuat sebagai alat mengatur motor DC pada mikrokontroller. Dan dari jurnal tersebut dapat diketahui bahwa burung dapat menangkap gelombang bunyi dengan rentan frekuensi 20-25 KHz. Dari data yang diperoleh dari beberapa jurnal tersebut, akan digunakan sebagai acuan pada penelitian ini dimana akan memanfaatkan fitur *duty cycle* pada PWM (*Pulse Width Modulation*) serta frekuensi yang digunakan sebagai acuan pengujian sistem yaitu 20-25 KHz. Untuk menjadikannya berbeda dengan penelitian sebelumnya, pada penelitian ini yaitu akan menggunakan fitur arduino *Sleep Mode* yang berfungsi sebagai sistem penghemat daya pada arduino.

## **2.2 DASAR TEORI**

Pada bagian ini akan membahas mengenai teori yang mendukung terkait penelitian yang dilaksanakan, yaitu antara lain:

### **2.2.1 Hama**

Produksi beras dapat dipengaruhi pada berbagai faktor lingkungan, termasuk curah hujan, suhu, dan musim, yang semuanya dapat berdampak pada hasil. Selain itu, hama dan penyakit menjadi perhatian yang signifikan untuk budidaya padi karena banyaknya ancaman yang dapat ditimbulkan pada tanaman padi. Ada beberapa hama yang biasa ditemukan menyerang tanaman padi, antara lain:

#### *a. Scirpophaga innotata Walker (Pyralidae)*

*Scirpophaga innotata Walker*, yang juga dikenal sebagai hama wereng padi, memiliki beberapa ciri-ciri khas. Hewan ini termasuk dalam kelompok serangga yang memiliki ukuran tubuh kecil, berwarna putih dan menempel pada bagian daun tanaman padi [10].

b. Hama Keong Emas (*Pomacea canaliculata Lamarck*)

Keong Emas (*Pomacea canaliculata Lamarck*) ialah salah satu hewan yang dapat menjadi masalah serius bagi para petani padi. Jenis keong ini kerap kali menyerang tanaman padi, dan terutama dapat ditemukan di daerah persawahan yang memiliki banyak air [10].

c. Hama Tikus

Tikus merupakan hewan pengerat yang dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman padi, rumput, dan tanaman perkebunan lainnya. Tikus sering ditemukan di area persawahan, perkebunan, dan padang rumput, tempat mereka mencari makan dan mendapatkan tempat tinggal. Tikus biasanya hidup di lokasi tersembunyi seperti lubang di tanah, bawah batu, atau dalam sarang di pohon yang roboh [11].

d. Hama Wereng Coklat (*Nilaparvata lugens*)

Hama wereng coklat dikenal karena kebiasaannya menghisap cairan dan air dari batang padi yang masih muda atau butiran beras yang masih lunak. Hama ini memiliki kemampuan luar biasa untuk melompat ke tempat yang sangat tinggi dan ke arah yang acak [12].

### 2.2.2 Burung Pipit (*Lonchura leucogastroides*)

Burung pipit, yang secara ilmiah dikenal sebagai *Lonchura Leucogastroides*, adalah hama terkenal yang menjadi ancaman signifikan bagi tanaman padi, biasanya menyerang sawah. Burung pipit lebih menyukai tanaman padi yang sedang memasuki fase pematangan, yaitu pada umur 88-112 hari setelah masa tanam. Jumlah burung pipit di alam liar yang sangat banyak dan kerap kali menyerang tanaman padi dalam koloni yang besar, sehingga sulit untuk dikendalikan oleh para petani. Kondisi tersebut yang menjadikan alasan mengapa burung pipit menjadi salah satu hama yang sulit diatasi [13].



**Gambar 2.1 Burung pipit (*Lonchura leucogastroides*) [14]**

Burung Pipit mempunyai kemampuan pendengaran yang sangat sensitif, terutama pada frekuensi tinggi yang tidak dapat didengar oleh pendengaran manusia. Namun, burung Pipit juga dapat terganggu oleh frekuensi ultrasonik dengan nilai frekuensi diatas 20 kHz. Burung Pipit menjadi salah satu hama tanaman padi yang dapat menyebabkan penurunan hasil panen sebesar 30-50%. Hasil pengamatan yang telah dilaksanakan di sawah padi hitam organik menunjukkan bahwa serangan hama ini kerap kali dilakukan pada waktu pagi antara jam 07.00-11.00 dan sore hari antara jam 14.00-16.00 [15].

### **2.2.3 Gelombang Ultrasonik**

Gelombang ultrasonik, menjadi salah satu dari jenis gelombang mekanik yang memiliki rentan frekuensi sekitar 20 kHz atrau 20.000 Hz. Gelombang suara ini memiliki karakteristik yang unik pada kemampuannya untuk melintasi berbagai medium, termasuk padat, cair, dan gas, karena kemampuannya untuk mengirimkan energi mekanik dan momentum. Saat gelombang ini berjalan melalui media tertentu, mereka terlibat dalam interaksi yang rumit dengan molekul dan sifat energi dari media tersebut, yang pada akhirnya berkontribusi pada sifatnya yang berbeda. Gelombang ini memiliki kemampuan untuk memengaruhi objek yang mereka temui, seperti pengukuran jarak, pemotongan material, dan bahkan pemeriksaan kesehatan manusia. Karena kemampuannya untuk melakukan perjalanan melalui media yang beragam, gelombang ultrasonik

sering ditemukan pada aplikasi di dunia industri termasuk pengolahan makanan, produksi bahan kimia, obat-obatan, dan teknologi pemrosesan bahan[16].

Gelombang ultrasonik yang melewati suatu medium memiliki ciri khas yang menghasilkan getaran partikel dalam medium sepanjang arah perambatan, yang bersifat longitudinal. Akibatnya, partikel-partikel tersebut mengalami kerapatan (*strain*) dan tekanan (*stress*) karena getarannya yang terus menerus. Proses ini terjadi berulang kali saat gelombang ultrasonik berjalan melalui medium, menyebabkan partikel mengalami kepadatan dan regangan[17].

**Tabel 2.1 Daerah Frekuensi Gelombang Suara**

Jenis Gelombang	Frekuensi
Infrasonik	< 20 Hz
Audiosonik	20 Hz-20 kHz
Utrasonik	20 kHz -25 kHz

Secara matematis, gelombang ultrasonik dapat diekspresikan dengan cara berikut:

$$S = \frac{v \cdot t}{2} \quad (2.1)$$

Keterangan:

S = Jarak (m)

V= Kecepatan Suara (344 m/s)

t = waktu (s)

Dari susunan rumus diatas, memiliki keterangan dimana S menyatakan jarak dalam satuan meter, kemudian v digunakan untuk menyatakan kecepatan suara (344 m/s) serta t merupakan waktu yang ditempuh dalam satuan *secon*. Apabila gelombang ultrasonik mengenai suatu pembatas maka beberapa dari gelombang tersebut akan dikembalikan atau dipantulkan, dan untuk gelombang yang lainnya akan diserap serta diteruskan. Dan untuk gelombang yang terserap

akan dikalkulasikan oleh komparator dan diteruskan ke tahapan selanjutnya menjadi bilangan binari [17].

#### 2.2.4 Mikrokontroler Arduino UNO

Arduino UNO merupakan sebuah board yang berbasis mikrokontroler pada ATmega328. Perangkat ini dilengkapi dengan 14 *input/output* digital, di antaranya terdapat 6 pin yang dapat digunakan untuk menghasilkan sinyal PWM. Selain itu, Arduino UNO juga dilengkapi dengan konektor USB, port adaptor, pin header ICSP, dan tombol reset.



**Gambar 2.2 Board Arduino UNO R3 [18].**

Arduino ialah kit elektronik atau sirkuit elektronik yang sangat serbaguna yang beroperasi pada platform sumber terbuka dan menggabungkan chip mikrokontroler dari varietas AVR, diproduksi oleh perusahaan Atmel terkemuka [19]. Salah satu jenis *board minimum system* yang tersedia adalah Arduino Uno. *Board minimum system* merupakan rangkaian mikrokontroler yang telah dilengkapi dengan komponen-komponen dasar yang dibutuhkan agar mikrokontroler dapat berfungsi dengan baik dan siap digunakan dalam berbagai aplikasi [20].





tambahan. Dengan fitur ini, pengguna dapat mengembangkan dan mengunggah kode program yang sesuai dengan kebutuhan aplikasi yang diinginkan [21].

Arduino Uno R3 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang sangat populer dan ideal untuk pemula maupun pengembang berpengalaman. Papan ini menggunakan mikrokontroler ATmega328P dengan kecepatan clock 16 MHz. Arduino Uno R3 memiliki 14 pin input/output digital, di mana 6 pin dapat diatur sebagai output PWM. Selain itu, terdapat 6 pin input analog dengan resolusi 10-bit. Arduino Uno R3 dilengkapi dengan 32 KB memori flash untuk menyimpan program, di mana 0.5 KB digunakan untuk bootloader. Papan ini memiliki 2 KB memori SRAM dan 1 KB memori EEPROM. Arduino Uno R3 memiliki soket USB tipe B yang mendukung komunikasi serial dengan komputer dan digunakan untuk pemrograman. Papan ini juga dilengkapi dengan soket daya DC untuk pasokan listrik eksternal dan soket ICSP (*In-Circuit Serial Programming*) yang memungkinkan pemrograman langsung melalui programmer eksternal. Arduino Uno R3 dapat dioperasikan dengan tegangan 5V melalui kabel USB atau dengan tegangan eksternal 7-12V melalui soket daya. Fitur-fitur ini menjadikan Arduino Uno R3 sebagai platform yang fleksibel dan andal untuk mengembangkan berbagai proyek elektronik, mulai dari proyek sederhana hingga proyek yang lebih kompleks [21].

### 2.2.5 IC NE555

IC NE555 memiliki beberapa fungsi penting dalam rangkaian elektronik. Salah satunya adalah sebagai pengubah tegangan sinyal input menjadi pulsa output dengan frekuensi yang ditentukan. IC ini juga dapat berperan sebagai *timer*, *oscillator*, dan *flip-flop*. Fungsi utama dari IC NE555 adalah sebagai *astable multivibrator*, yang menghasilkan sinyal frekuensi tetap dan berulang secara teratur. Dalam *astable multivibrator*, IC NE555 mengubah tegangan sinyal input menjadi pulsa *output* dengan frekuensi yang sesuai dengan komponen elektronik yang digunakan dalam rangkaian tersebut. Berikut adalah gambar 2.5 yang menunjukkan bentuk IC NE555 [22].



**Gambar 2.5 IC NE555 [26]**

IC timer 555 adalah chip elektronik kecil yang banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti timer, generator pulsa, dan osilator. Ia dikenal karena keserbagunaannya dan dapat digunakan untuk membuat penundaan waktu, menghasilkan sinyal berosilasi, dan bertindak sebagai komponen flip-flop. Apa yang membuat IC 555 lebih nyaman adalah dapat menampung hingga empat sirkuit timer dalam satu paket, menjadikannya pilihan yang ringkas dan efisien untuk berbagai proyek elektronik [23]

Perangkat ini adalah rangkaian waktu presisi yang mampu menghasilkan penundaan atau osilasi waktu yang akurat. Dalam mode operasi *time-delay* atau *mono-stable*, interval waktu dikendalikan oleh satu resistor eksternal dan jaringan kapasitor. Dalam mode operasi a-stabil, frekuensi dan siklus kerja dapat dikontrol secara independen dengan dua resistor eksternal dan satu kapasitor eksternal. Dalam pemanfaatannya IC NE555 sering digunakan untuk *Fingerprint Biometrics*, *Iris Biometrics*, dan *RFID Reader*. IC NE555 memiliki beberapa fitur yang sering digunakan sebagai berikut[24] :

1. Pengaturan waktu dapat dioperasikan dari mikrodetik ke jam.
2. Pengaturan fitur *duty-cycle* yang lebih fleksibel.
3. Output yang kompatibel dengan TTL.
4. Dapat digunakan dengan sumber tegangan hingga 200 mA.

### 2.2.6 Buzzer

*Buzzer* merupakan komponen elektronik yang dapat mengubah getaran aliran listrik menjadi getaran suara. Secara prinsipil, sistem kerja pada *buzzer* hampir mirip seperti *loudspeaker*. Komponen penyusunan pada *buzzer* terdiri dari kumpulan kumparan yang terpasang pada suatu diafragma. Apabila arus kumparan dilalui oleh arus listrik, akan terbentuk suatu medan magnet sehingga dapat menyebabkan diafragma bergetar. Getaran pada diafragma inilah yang menghasilkan suara yang terdengar. *Buzzer* umumnya digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti alarm, peringatan, dan indikator suara pada perangkat elektronik [25].



**Gambar 2.6 Buzzer** [26]

*Buzzer* sering digunakan sebagai sinyal untuk menunjukkan selesainya suatu proses atau terjadinya kesalahan pada suatu perangkat. Ini berfungsi sebagai peringatan yang dapat didengar yang menarik perhatian pengguna ke status perangkat dan meminta mereka untuk mengambil tindakan yang sesuai. Bel adalah fitur umum di banyak perangkat, termasuk jam alarm, peralatan dapur, dan mesin industri, yang memainkan peran penting dalam memastikan operasi berjalan lancar dan efisien. *Buzzer piezoelektrik* merupakan salah satu jenis *buzzer* yang kerap kali digunakan pada suatu perangkat, karena memiliki beberapa kelebihan seperti harga yang lebih terjangkau, bobot yang relatif ringan, dan kemudahan dalam mengintegrasikannya ke dalam rangkaian elektronik yang lain [25].

### 2.2.7 Arduino IDE

Arduino *Integrated Development Environment* (IDE) adalah aplikasi perangkat lunak yang tersedia secara bebas bagi siapa saja untuk digunakan dan dimodifikasi. Ini terutama digunakan untuk tujuan membuat dan menyusun kode untuk Modul Arduino. Perangkat ini adalah perangkat lunak Arduino resmi, dibuat dengan kodingan yang mudah dipahami sehingga orang biasa yang tidak memiliki pengetahuan teknis sebelumnya pun dapat mengikuti proses pembelajaran. Dengan antarmuka pengguna yang intuitif, Arduino IDE memungkinkan pengguna untuk dengan mudah menulis program, mengunggahnya ke Modul Arduino, dan melihat hasilnya dalam waktu nyata. Selain itu, Arduino IDE juga dilengkapi dengan banyak contoh program dan dokumentasi yang membantu pengguna memahami dan mengembangkan proyek-proyek Arduino mereka sendiri. Dengan Arduino IDE, belajar pemrograman dan elektronika menjadi lebih terjangkau dan mudah bagi semua orang[27]. Tampilan antar muka dari Arduino IDE ditampilkan pada gambar 2.7 berikut.



```
// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000); // wait for a second
}
```

**Gambar 2.7 Tampilan antar muka Arduino IDE [28]**

Arduino IDE memiliki beberapa fitur yang terdiri dari:

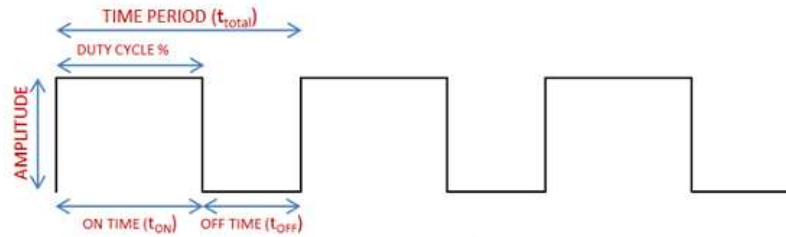
1. *Editor program*, suatu tampilan pada Arduino IDE dimana fungsinya dapat digunakan oleh pengguna untuk menyusun dan mengedit suatu program dalam bentuk bahasa C, C++, atau *Python*.

2. *Compiler*, suatu sistem yang digunakan untuk mengkonversi bahasa pemrograman menjadi kode biner. Semua jenis mikrokontroler tidak memiliki kemampuan untuk mengerti bahasa pemrograman. Mikrokontroler hanya bisa memahami perintah dalam bentuk kode biner.
3. *Uploader*, digunakan untuk memproses kode biner dari komputer ke dalam memori yang ada di board arduino sehingga dapat menjalankan perintah yang dimasukkan [29].

### 2.2.8 *Pulse Width Modulation (PWM)*

*Pulse Width Modulation (PWM)* merupakan sebuah sistem yang kerap kali dimanfaatkan pada suatu sistem kendali. Sistem ini melibatkan manipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu periode. Dalam sistem kendali, PWM dapat dilakukan dengan mengubah perbandingan antara lebar pulsa positif terhadap lebar pulsa negatif pada frekuensi sinyal yang tetap. Dalam penggunaannya, teknik ini sangat efektif dalam mengatur daya listrik, mengontrol kecepatan motor, serta mengatur intensitas cahaya pada layar LED. PWM juga sering digunakan dalam aplikasi elektronik yang membutuhkan kontrol presisi, seperti pengaturan suhu pada alat listrik, serta kontrol kecepatan pada drone dan mobil robotik [30]

Pada umumnya PWM digunakan pada sistem telekomunikasi (modulasi data), sebagai penguat (*amplifier*), atau digunakan sebagai pengatur daya dan juga sebagai regulator tegangan. Pada PWM mengacu pada sinyal analog yang ditandai dengan amplitudo yang konsisten dan frekuensi dasar. Namun, variasi sinyal ini hanya terletak pada lebar pulsa, sedangkan siklus kerja dapat berkisar dari 0% hingga 100% [31]. Pada bidang IoT, *Pulse Width Modulation (PWM)* merupakan salah satu inti untuk kontrol dan telah terbukti efektif dalam menggerakkan perangkat elektronik semikonduktor modern. Mayoritas rangkaian elektronika daya dikendalikan menggunakan sinyal PWM dalam berbagai jenis. Pada gambar 2.8 berikut menggambarkan bagaimana sinyal PWM bekerja dengan menggunakan *duty cycle* sebesar 60%. Dengan mengacu pada seluruh periode waktu (ON time + OFF time), sinyal PWM hanya ON untuk 60% dari suatu periode waktu [31].



**Gambar 2.8 PWM dengan siklus kerja 60% [31].**

Teknik PWM diklasifikasikan sebagai PWM Terkendali Arus dan PWM Terkendali Tegangan. Teknik PWM ini juga dikategorikan sebagai skema PWM berbasis pembawa atau tanpa pembawa. Untuk skema PWM berbasis pembawa, spektrum harmonik tipikal menunjukkan harmonik yang menonjol di sekitar frekuensi pembawa. Ini menghasilkan kebisingan akustik pada frekuensi ini oleh mesin yang dikendalikan oleh skema tersebut. Juga, lebih baik memiliki distribusi energi harmonik pada spektrum frekuensi yang luas dibandingkan dengan energi yang terkonsentrasi pada beberapa frekuensi. Ini dicapai dengan skema PWM tanpa pembawa [32].