

## Rancang Bangun Sistem Kontrol *Shuttle Racking Pallet* Berkas Mikrokontroler ATmega 2560. (Studi Kasus PT. Mitra Raya Setiakawan)

Nicky Yongkimandalan<sup>1</sup> dan Anggi Yustrand<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Akademi Teknologi Bogor. Bogor  
E-mail: nickyyongkimandalan@gmail.com

### Abstrak

*Drive-in racking merupakan salah satu jenis konfigurasi sistem penyimpanan barang di gudang. Sistem drive-in racking menggunakan shuttle sebagai alat penjemput keluar/masuk barang atau produk yang dikendalikan oleh seorang operator. Pada bagian sistem elektrikal shuttle yaitu CPU (Central Processor Unit) ketika harus dilakukan penggantian suku cadang membutuhkan waktu lama yang disebabkan suku cadang tersebut masih import, sehingga mengganggu operasional gudang dan arus keluar masuk barang/produk. Penelitian bertujuan untuk mengganti CPU (Central Processor Unit) tersebut dengan mikrokontroler Atmega 2560 sebagai sistem kontrol shuttle racking menggunakan arduino Mega 2560 dan juga menggunakan radio kendali jarak jauh tipe turnigy 6X FHSS 2,4 GHz dan transmitter sebagai pengelola untuk melanjutkan perintah ke mikrokontroler. Alat ini bekerja berdasarkan perintah dari operator melalui kendali jarak jauh dan sensor sebagai bantuan pengendali jalannya sistem yang telah diciptakan. Melalui sirkuit sensor, mikrokontroler dapat mendeteksi posisi dan mengontrol pekerjaan antar-jemput. Pemancar yang menghubungkan perintah dari remote menuju mikrokontroler. Setelah itu diolah sesuai dengan perintah yang ada didalamnya sebagai keluaran. Dengan menggunakan mikrokontroler Atmega 2560 telah memudahkan penggantian suku cadang shuttle yang rusak. Menggunakan modul driver (driver smartdrive duo-channel 60 Amp) kecepatan motor DC penggerak roda shuttle bisa dikontrol dengan selisih perbedaan rata-rata sebesar 3% dari semula baik beroperasi kosong ataupun membawa beban maksimum. Jarak deteksi sensor mempengaruhi kinerja sensor dalam mendeteksi objek, dimana semakin jauh jarak deteksi sensor semakin tidak fokus sensor dalam mendeteksi objek. Hasil pengukuran V dan I (input) serta V dan I (output) didapati hasil yang berbeda untuk setiap jenis sensor, hal ini dipengaruhi juga oleh jarak deteksi sensor. Radio kendali jarak jauh tipe turnigy 6X FHSS 2,4 GHz memudahkan pengguna dalam mengendalikan kerja shuttle.*

**Kata kunci :** Shuttle, Mikrokontroller atmega 2560, Kendali jarak jauh Turnigy 6x FHSS 2,4GHz dan Sensor.

### Abstract

*Drive-in racking is one type of configuration of the storage system in the warehouse. Drive-in racking system uses a shuttle as a pick-up device for the exit/entry of goods or products controlled by an operator. In the shuttle electrical system, namely the CPU (Central Processor Unit) when it has to be replaced, it takes a long time because the spare parts are still imported, thus disrupting warehouse operations and the flow in-out of products. The study aims to replace the CPU (Central Processor Unit) with an ATmega 2560 microcontroller as a shuttle racking control system using Arduino Mega 2560 and also use a 6X FHSS 2.4 GHz turnigy type remote control radio and a transmitter as a manager to continue commands to the microcontroller. This tool works based on commands from the operator through remote control and sensors as an aid to control the running of the system that has been created. Through the sensor circuit, the microcontroller can detect the position and control the shuttle work. A transmitter that connects commands from the remote to the microcontroller. After that, it is processed according to the commands in its as output. By using the Atmega 2560 microcontroller, it has made it easier to replace damaged shuttle parts. Using a driver module (60 Amp duo-channel smartdrive driver), the speed of the DC motor can be controlled with an average difference of 3% from the original either operating empty or carrying a load. The sensor detection distance affects the sensor's performance in detecting objects, where the farther the sensor detection distance, the less focused the sensor is in detecting objects. The measurement results of V and I (input) and V and I (output) were found to have different results for each type of sensor, this is also influenced by the sensor detection distance. The 2.4 GHz turnigy type 6X FHSS remote control radio makes it easy for users to control the work of the shuttle.*

**Keywords:** Shuttle, Microcontroller atmega 2560, Remote Control Turnigy 6x FHSS 2,4GHZ and Sensor.

### 1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan tempat penyimpanan muncul baik untuk bahan baku maupun produk jadi. Penyimpanan melibatkan pengaturan yang tepat untuk mengawetkan barang dari saat produksi atau pembelian sampai penggunaan yang sebenarnya. Ketika penyimpanan ini dilakukan dalam skala besar dan dengan cara tertentu disebut pergudangan. Pergudangan mengacu pada kegiatan yang melibatkan penyimpanan barang dalam skala besar dengan cara yang sistematis dan teratur dan membuatnya tersedia dengan nyaman saat dibutuhkan. Dengan kata lain, pergudangan berarti menyimpan atau mengawetkan barang dalam jumlah besar sejak pembelian atau produksinya hingga penggunaan atau penjualan yang sebenarnya [1]. Penyimpanan barang di palet adalah metode paling umum untuk mengelola stok gudang. Rak palet adalah metode penyimpanan palet yang paling efektif. Apa pun industrinya, ada berbagai sistem penyimpanan yang dapat memberikan penghematan penyimpanan yang optimal. Dari *Drive-in Racking* atau *Mobile Racking (MOVO)* untuk barang beku dan penyimpanan dingin; ke Sistem aliran palet Masuk Pertama, Keluar Pertama (FIFO) untuk barang curah [2]. Sistem antar-jemput palet (*Pallet Shuttle System*) dapat kita gunakan sebagai pilihan dalam pengelolaan stok gudang karena beberapa keunggulan yaitu investasi yang rendah, dapat digunakan pada konstruksi rak yang bersusunan tinggi, volume penyimpanan yang tinggi, serta penerapan sistem FIFO (*First In, First Out*) [2]. Perbandingan beberapa sistem dan karakteristik dari jenis pengelolaan rak palet selengkapnya dapat dilihat pada gambar 1.

Description	Best Option	A Good Option
Wide aisle (standard) pallet racking	Low investment Easy to adjust and adapt Good for individual pallet access FIFO can be obtained Good for handling large product range	-
Narrow aisle	Good for individual pallet access FIFO can be obtained Good for handling large product range	Low investment Easy to adjust and adapt
Deepstore/Drive-in	High floor utilisation High volume utilisation	Low investment
Pallet shuttle system	High floor utilisation High volume utilisation FIFO can be obtained	Low investment
Pallet flow FIFO	High floor utilisation FIFO can be obtained	High volume utilisation
Push back	-	High floor utilisation High volume utilisation Good for handling large product range
Mobile pallet racking (MOVO)	High floor utilisation High volume utilisation Good for individual pallet access FIFO can be obtained Good for handling large product range	Low investment Easy to adjust and adapt
Crane racking	-	High volume utilisation Good for individual pallet access FIFO can be obtained Good for handling large product range

**Gambar 1.** Perbandingan Sistem dan Karakteristik dari berbagai jenis rak palet. [2]

PT. Mitra Raya Setiakawan memiliki gudang dengan spesifikasi panjang 98 meter, lebar 14 meter, tinggi 14 meter, jumlah lorong penyim-

panan 552 lorong dengan jumlah kapasitas palet sebanyak 7728 buah [13]. *Shuttle racking pallet* yang digunakan memiliki spesifikasi tonase beban angkut sebesar satu ton, kecepatan jalan tanpa beban 60m/min, selengkapnya dapat dilihat pada tabel 1 [13]. Sistem kelola rak yaitu *drive-in racking* menggunakan *pallet shuttle* sebagai perangkat *self-powered* yang berjalan di rel jalur lorong penyimpanan untuk memuat dan menurunkan *pallet* [2].

**Tabel 1.** Data spesifikasi *pallet shuttle*.

Keterangan	Spesifikasi
Daya angkut maksimal	1,5 Ton
Model jalan atau bergerak	Didalam 2 rel
Kecepatan jalan tanpa beban	60 m/min
Kecepatan jalan beban maksimal	30 m/min
Jarak angkat	22 mm
Drive motor untuk jalan	24V 250W
Drive motor untuk angkat	24V 370W
Roda shuttle pallet	Ø 100 mm
Baterai	Li-iron 24V 80Ah
Waktu pengisian baterai	4 - 5 jam
Lamanya waktu operasional	8 - 12 jam
Suhu kerja lingkungan normal	15 - 40°C

*Pallet shuttle* bergerak hanya arah horisontal saja dalam satu lantai satu Lorong dengan jalur berjalan diantara rel kanan kirinya. Posisi atau keadaan *pallet shuttle* yang sedang berada pada salah satu lorong pada rak ketiga dari bawah penyimpanan dapat dilihat pada gambar 2.



**Gambar 2.** Posisi *Pallet Shuttle* ketika berada pada salah satu lorong rak penyimpanan. [2]

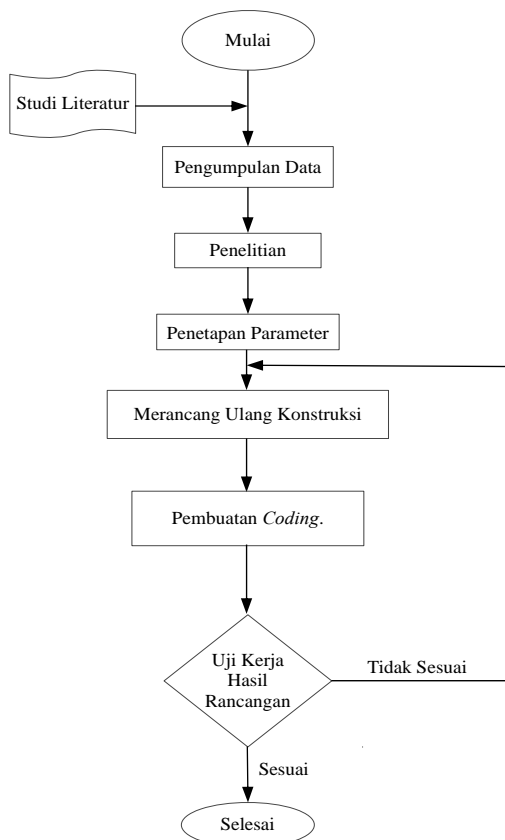
Kendala yang dihadapi pada *Pallet shuttle* ini adalah pernah atau beberapa kali terjatuh dari rel jalur di raknya kebawah, sehingga menyebabkan

kerusakan komponen *Central Processor Unit* (CPU) didalamnya. Dimana komponen CPU *pallet shuttle* ini masih *import* yang harganya cukup mahal dan waktu tibanya cukup lama, sehingga dilakukan penelitian untuk mengganti CPU tersebut dengan mikrokontroler ATmega 2560 dan pergantian *remote shuttle* dengan *remote radio control* tipe turnigy 6X FHSS 2.4 GHz. Mikrokontroler ATmega2560 menjadi salah satu pilihan pengontrol rangkaian elektronik pada sistem penyimpanan dan pengambilan otomatis (AS/RS) [4,5], motor DC serta motor stepper [3,4,6,7,11]. Tujuan penelitian ini adalah agar *shuttle racking pallet* dapat bekerja lebih optimal lagi dibandingkan sebelumnya dan tidak mengganggu aktivitas aliran gudang.

**2. METODOLOGI**

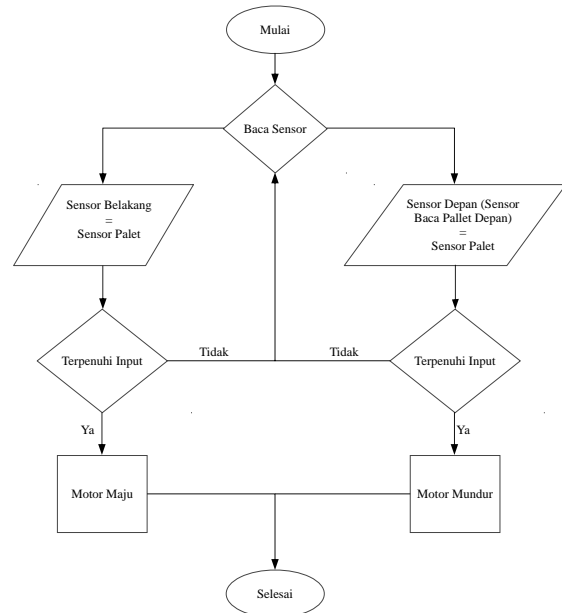
**2.1. DIAGRAM ALIR PENELITIAN**

Penelitian ini mempelajari langsung obyek *pallet shuttle* pada PT. Mitra Raya Setiakawan, dimulai dari pengamatan dan pengambilan data, penelitian, penentuan parameter, merancang ulang konstruksi *shuttle* dan seterusnya. Berikut diagram alir penelitian secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 3.



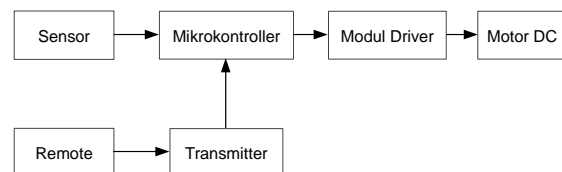
Gambar 3. Diagram alir penelitian.

Diagram alir perancangan perangkat lunak (*software*) meliputi deklarasi *variable*, program utama dan pendukung *reader* dan perangkat keras sebagai *output*, untuk membaca masukan dari sensor dan *transmitter* serta memproses pengaktifan modul *driver* dan motor DC. Diagram alir perancangan *software* dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram alir software.

Diagram blok perangkat keras (*hardware*) dapat dijelaskan sensor dan *remote* adalah *control manual* yang dipadukan. Sensor berfungsi sebagai aktul posisi *shuttle* berada dan kondisi membawa barang atau tidak. *Remote* berfungsi sebagai pemberi sinyal yang dikontrol oleh pengguna sehingga memberikan sinyal *input* ke *transmitter* kemudian data sinyal akan diolah oleh *mikrokontroler* yang telah diisi program oleh peneliti. *Output* dari *mikro-controller* akan memberikan sinyal perintah ke modul *driver* kemudian modul *driver* meng-kontrol kecepatan motor DC sesuai dengan PWM (*Pulse Width Modulation*) yang diberikan oleh *mikrokontroler*. Diagram blok *hardware* dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Diagram blok hardware.

**2.2. PERANCANGAN SISTEM.**

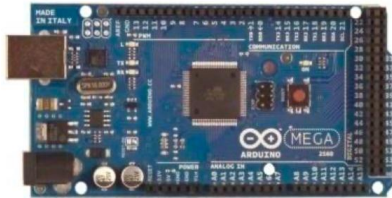
Perancangan ini terdiri dari dua bagian besar yaitu perancangan perangkat lunak (*software*) dan

perancangan perangkat keras (*hardware*). Perangkat lunak yang digunakan yaitu:

- a) Perangkat lunak *transmitter*
- b) Perangkat lunak modul *driver*
- c) Perangkat lunak sensor

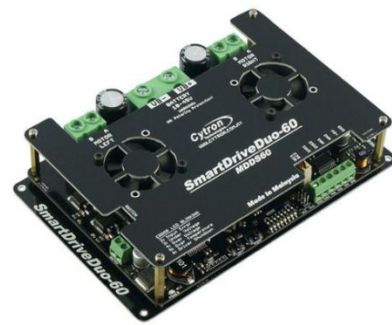
Beberapa perangkat keras yang dibutuhkan pada perancangan ini antara lain:

- a) Arduino Mega 2560 [3].



Gambar 6. Arduino Mega 2560. [3]

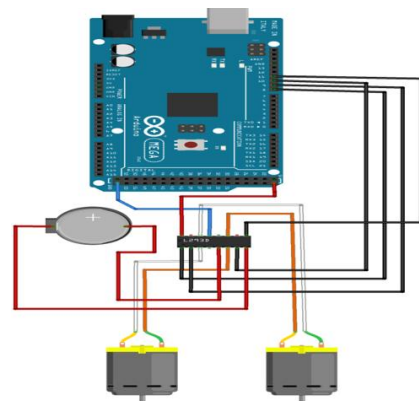
- b) *Power Supply* / Baterai.  
Alat ini membutuhkan *power supply* 48 VDC, 24 VDC, dan 5 VDC. *Power supply* digunakan untuk mensuplai daya pada modul *driver*, motor DC, Relay, sensor dan Arduino Mega 2560.
- c) Sensor.  
Sensor yang digunakan pada perancangan ini ada tiga jenis. Pertama adalah sensor jarak (tipe Keyence LR-TB2000CL) bekerja sesuai dengan kondisi pada titik dimana *shuttle* berada. Kedua adalah sensor *proximity* (tipe Autonics PR08-2DP) bekerja sesuai dengan kondisi pada titik dimana putaran motor itu diam atau sensor yang mendeteksi mekanik naik turun *pallet*. Ketiga adalah sensor *infrared* (tipe Leuze HT25CI / 4P-M8) bekerja mendeteksi posisi *pallet*.
- d) *Transmitter* dan *Receiver*.  
Pengendali jarak jauh (*remote control*) yang digunakan adalah turnigy 6X FHSS 2.4 GHz. *Remote control* ini berfungsi sebagai komponen *transmitter* (pengirim sinyal). Turnigy 6X transmitter menggunakan daya sebesar 4 x 1,5 VDC (AA / NiMH) dan memiliki enam *channels*. *Receiver* yang digunakan adalah turnigy XR7000, memiliki tujuh *channels*. *Transmitter* dan *receiver* ini bekerja pada rentang frekuensi 2,40 - 2,48 GHz.
- e) Modul *Driver*.  
Jenisnya adalah *smart drive duo channel* 60 Amp (MDDS60) sebagai pengontrolan motor DC. *Driver* ini memiliki dua *input* dan dua *output*. Bentuk *driver smart drive duo channel* 60 Amp dapat dilihat pada gambar 8.



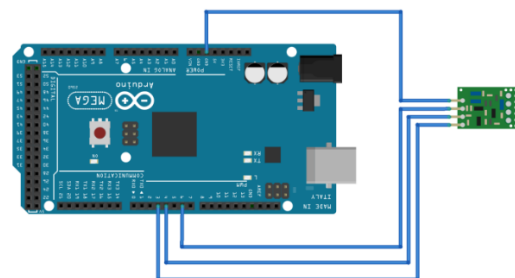
Gambar 7. Smart Drive Duo-60. MDDS60 [13]

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertama-pertama pembuatan rangkaian mikro-kontroler yaitu modul *driver* ke motor DC. Rangkaian ini merupakan rangkaian kontrol PWM yang telah diprogram di mikrokontroler kemudian *output* dari modul *driver* akan mengeluarkan *output* ke motor DC dengan cara perubahan tegangan. Hasil rangkaian lengkap modul *driver* dapat dilihat pada gambar 8. Dilanjutkan membuat rangkaian *remote* yang menghubungkan perintah dari *remote* melalui *transmitter* menuju mikrokontroler. Kemudian diolah sesuai dengan program yang ada didalamnya untuk keluaran *output*. Hasil rangkaian *remote* ke mikrokontroler dapat dilihat pada gambar 9.

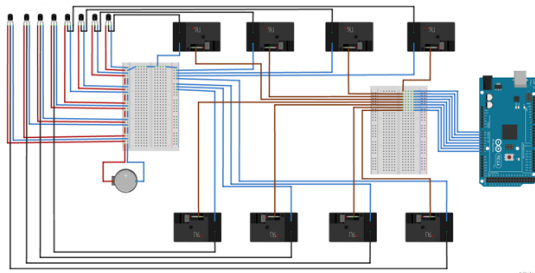


Gambar 8. Rangkaian modul *driver* ke motor DC.



Gambar 9. Rangkaian *remote* ke mikrokontroler. Rangkaian terakhir yang dibuat adalah rangkaian sensor-sensor. Rangkaian ini merupakan rangkaian kontrol secara langsung dimana mikrokontroler dapat mendeteksi posisi *shuttle* dengan sinyal sensor. Hasil penggabungan

rangkaian sensor-sensor ke mikrokontroler dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Rangkaian sensor ke mikrokontroler.

Setelah perancangan dan pembuatan sistem pada *shuttle* selesai, maka langkah selanjutnya yaitu melakukan pengujian alat dan analisa. Pengujian ini dilaksanakan untuk mengetahui apakah perangkat *shuttle* sudah bekerja sesuai dengan perancangan yang telah direncanakan. Pengujian perangkat keras antara lain terdiri dari: Pengujian baterai (*power supply*), pe-ngujian *input/output* mikrokontroler, pengujian modul *driver*, pengujian *remote* serta *trans-mitter* dan pengujian rangkaian sensor.

Pengujian *power supply* bertujuan untuk mengetahui dan memastikan besarnya tegangan keluar ( $V_{Out}$ ) sesuai dengan yang diinginkan sehingga rangkaian elektronika pada *shuttle* dapat bekerja dengan baik. Posisi tegangan 48 VDC didapat hasil pengukuran 47,87 VDC dengan beban dan 48,04 VDC tanpa beban. Hasil pengukuran  $V_{Out}$  pada *power supply* selengkapny dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian  $V_{Out}$  pada Power Supply.

Kondisi Tegangan	Dengan Beban	Tanpa Beban
48 VDC	47,87 VDC	48,04 VDC
24 VDC	23,96 VDC	24,05 VDC
5 VDC	4,98 VDC	5,09 VDC

Pengujian sensor tegangan dilakukan dengan alat multimeter [8] yang dihubungkan dengan *output* sensor. Cara pengujian ketiga jenis sensor adalah sama, yaitu dengan beban dan tanpa beban serta diberikan penghalang (seolah-olah ada benda didepannya) dan tanpa penghalang. Hasil pengujian ketiga sensor pada kondisi dengan tidak ada penghalang dan dengan beban menunjukkan sekitar 23,97 volt. Sedangkan hasil pada kondisi tidak ada penghalang dan tanpa beban menunjukkan sekitar 24,03 volt. Hasil pengujian ketiga sensor selengkapny dapat dilihat pada gambar 11 dan gambar 12.

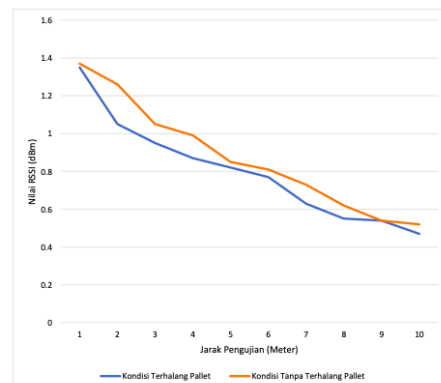
Jenis Sensor	Kondisi Rangkaian Sensor	
	Ada Penghalang	Tanpa Penghalang
Sensor Jarak (Keyence LR-TB2000CL)	0,16 VDC	23,96 VDC
Sensor Proximity (Autonics PR08-2DP)	0,11 VDC	23,95 VDC
Sensor Infrared (Leuze HT25CI/4P-M8)	0,18 VDC	23,99 VDC

Gambar 11. Hasil pengujian sensor dengan beban.

Jenis Sensor	Kondisi Rangkaian Sensor	
	Ada Penghalang	Tanpa Penghalang
Sensor Jarak (Keyence LR-TB2000CL)	0,06 VDC	24,03 VDC
Sensor Proximity (Autonics PR08-2DP)	0,11 VDC	24,05 VDC
Sensor Infrared (Leuze HT25CI/4P-M8)	0,18 VDC	24,02 VDC

Gambar 12. Hasil pengujian sensor tanpa beban.

Pengujian rangkaian radio control (*remote*) dilakukan untuk mengetahui kekuatan sinyal *transmitter* dengan *receiver* pada jarak tertentu dengan kondisi terhalang dan tanpa halangan. Benda penghalangnya adalah menggunakan *pallet* produk. Kondisi jarak jangkauan sinyal yang diuji mulai dari satu meter hingga sepuluh meter, dengan perbedaan jarak yang tetap yaitu per satu meter. RSSI (*Receiver Strenght Signal Indicator*) adalah indikator seberapa besar sinyal dapat ditangkap. Hasil pengujian menunjukkan pada jarak terjauh yaitu sepuluh meter dengan kondisi terhalang *pallet* produk antara *receiver* dan *transmitter* kekuatan sinyal sekitar 3%. Kemudian kekuatan sinyalnya dibawah 50% mulai terjadi pada jarak empat meter. Hasil pengujian menunjukkan pada jarak terjauh yaitu sepuluh meter dengan kondisi tanpa terhalang *pallet* produk antara *receiver* dan *transmitter* kekuatan sinyal sekitar 10%. Kemudian kekuatan sinyalnya dibawah 50% mulai terjadi pada jarak lima meter. Perbandingan nilai RSSI untuk kondisi ter-halang *pallet* produk dan tanpa terhalang *pallet* produk dapat dilihat pada gambar 13.



Gambar 13. Grafik Pengujian RSSI antara *receiver* dengan *transmitter* pada kondisi terhalang dan tanpa *pallet* produk.

Pengujian terhadap kecepatan motor DC dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggantian komponen CPU ke

mikrokontroler ini. Kecepatan motor DC yang diuji adalah motor penggerak roda *shuttle*. Uji motor penggerak roda *shuttle* dilakukan tanpa membawa beban dan membawa beban maksimal 1,5 ton. Pengujian dilakukan se-banyak sepuluh kali. Hasil Kecepatan motor penggerak roda *shuttle* dari 10 kali uji dengan tanpa beban rata-rata adalah 57,70 m/min dan beban maksimum rata-rata adalah 27,80 m/min. Hasil lengkap pengujian kecepatan motor penggerak roda *shuttle* dapat dilihat pada tabel 3. Bila dibandingkan dari spesifikasi kecepatan jalan *shuttle pallet* pada tabel 1 didapat selisih 3,83% untuk tanpa beban dan 7,33%.

**Tabel 3.** Hasil pengujian motor penggerak roda *shuttle pallet*.

Uji Coba ke	Kecepatan (m/min)	
	Tanpa beban	Beban 1,5 T
1	58	26
2	57	28
3	57	29
4	56	27
5	58	27
6	57	28
7	59	27
8	58	29
9	58	28
10	59	29

#### 4. KESIMPULAN

Mikrokontroler ATmega 2560 sebagai kompo-nen pengganti pengontrol rangkaian elektronik, mampu menjalankan motor DC *pallet shuttle* untuk bergerak dan mengangkat beban. Kecepatan motor penggerak roda *pallet shuttle* bisa berjalan dengan selisih 3% dari sebelum dilakukan penggantian. Penggunaan kendali radio kontrol baru yaitu turnigy 6X nyaman dan mudah dioperasikan oleh operator. Kelemahan dari rekayasa *engineering shuttle* ini adalah komponen baterai yang terpakai memiliki kapasitas ampere kurang besar yaitu menjadi 60 Ah sehingga waktu total operasional *shuttle* menjadi 8 - 10 jam.

#### DAFTAR PUSTAKA

[1]. Jaipur, JNU. (2013). *Warehousing and Supply Chain Management*. First Edition. Jaipur National University.

[2]. Dexion. (2020). *Pallet Racking and Other Racking Systems*. Katalog. (Di Unduh dari [www.dexion.com](http://www.dexion.com) pada tanggal 02 Desember 2021).

[3]. Herdiana B, Mutaqin Z. (2017). *Perancangan Prototype Robot Forklift Penyusun Barang Otomatis 3 Lantai Berbasis Mikrokontroler*. Telekontran, Vol. 5, No. 2, Oktober 2017, Hal. 131 - 144.

[4]. Rashid AT, Fatima RA, Osama TR. (2018). *Design and Construction Objects Store System using Line Follower Robot*. International Journal of Computer Applications, Vol. 181, No. 15, September 2018.

[5]. Theopilus Y, Tjandra SS, Sagara B. (2020). *Development of Low-Cost Multi-Input Automated Storage and Retrieval System (AS/RS) for Educational Purposes*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 847. 012072.

[6]. Kurnia Y, Sie Jeksen Li. (2019). *Prototype of Warehouse Automation System Using Arduino Mega 2560 Microcontroller Based on Internet of Things*. Bit-Tech, Vol. 1, No. 3, April 2019, Hal. 124 - 130.

[7]. Majid M. (2016). *Implementasi Arduino Mega 2560 untuk Kontrol Miniatur Elevator Barang Otomatis*. Skripsi (tidak diterbitkan). Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang. Semarang.

[8]. Kansy D. (2020). *Pick Up Plan In The Case Of A Shuttle Racks Warehouse - An Optimization Approach*. Business Informatics 1(55). 2020. Hal. 38 - 59.

[9]. Aziz H, Choiri M, Rahman A. (2013). *Perancangan Tata Letak dan Pallet Racking System sebagai Pendukung Pengendalian Barang Di Gudang Produk Jadi (Studi Kasus PT. Tiara Kurnia Malang)*. Jurnal. Jurusan Teknik Industri. Fakultas Teknik. Universitas Brawijaya. Hal. 348 - 359.

[10]. Widiyanto ED, Ufan A, Isnanto RR. (2017). *Robot Beroda Perambat Dinding Berbasis Mikrokontroler ATmega 2560 Dilengkapi Kendali Nirkabel dan Penghindar Rintangan*. Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer. 5(2). April 2017. Hal 49 - 56.

[11]. Widhiada IW, Widiyarta M, Utama KPA. (2020). *Performansi Sistem Pengendali Kecepatan Motor BLDC Menggunakan*

*Logika Fuzzy Logic*. Jurnal METTEK. Vol. 6. No. 1. Hal. 11 - 19.

- [12]. Cheng W, Zhuan W, Yu W. (2020). *Techniques of Automatic Modeling for Four-Way-Shuttle Based Storage and Retrieval System Based on Flexsim*. MATEC Web of Conferences 325, 05003. ICTLE 2020.
- [13]. Wawancara dengan Bapak Rafi (*Head Maintenance*) dari PT. Mitra Raya Setiakawan.
- [14]. [www.cytron.io/p-60amp-7v-45v-smartdrive-dc-motor-driver-2-channels](http://www.cytron.io/p-60amp-7v-45v-smartdrive-dc-motor-driver-2-channels). Diakses dan diunduh pada tanggal 06 Desember 2021.