

# Implementasi Pengaturan Kecepatan Motor DC dengan Memanfaatkan Sensor Jarak pada *Harbour Mobile Crane*

## Author:

Novita Anjarsari<sup>1</sup>  
Hendro Agus Widodo<sup>2</sup>  
Anggara Trisna  
Nugraha<sup>3</sup>

## Afiliation:

Politeknik Perkapalan  
Negeri Surabaya<sup>1,2,3</sup>

## Corresponding email:

[novitaanjarsari@student.tppns.ac.id](mailto:novitaanjarsari@student.tppns.ac.id)<sup>1</sup>  
[hendro.aw@ppns.ac.id](mailto:hendro.aw@ppns.ac.id)<sup>2</sup>  
[anggaranugraha@ppns.ac.id](mailto:anggaranugraha@ppns.ac.id)<sup>3</sup>

## Histori Naskah:

Submit: 2026-10-16  
Accepted: 2026-10-20  
Published: 2026-10-20



This is an Creative Commons  
License This work is licensed  
under a Creative Commons  
Attribution-NonCommercial 4.0  
International License

## Abstrak:

Aktivitas bongkar muat di pelabuhan menggunakan bantuan *crane* untuk memindahkan *container*. Salah satu jenis *crane* yang digunakan yaitu *Harbour Mobile Crane* (HMC). Bagian HMC yang berfungsi mencapit *container* yaitu *spreader*. Pada keempat sudut *spreader* terdapat *flipper* untuk menepatkan *spreader* pada *container*. Berdasarkan pengamatan, sering dijumpai *flipper* yang patah karena kecepatan yang dikendalikan operator melalui *joystick* terlalu tinggi sehingga *spreader* menabrak *container* dan membuat *flipper* patah. Untuk mengatasi hal tersebut, diberikan pengaturan kecepatan *spreader* melalui sensor jarak. Tujuan tugas akhir ini yaitu mengetahui perancangan dan cara kerja *prototype* HMC. Metode yang digunakan pertama mengidentifikasi permasalahan *flipper* yang telah diganti sebanyak 857 kali pada tahun 2021. Kemudian, mencari studi literatur terkait permasalahan, dilanjutkan pembuatan konsep dan desain perancangan berupa *prototype* HMC dengan percobaan tanpa beban dan *anti sway*. Setelah alat selesai dibuat, dilakukan pengujian berulang untuk mendapatkan hasil maksimal. Hasil pengujian sesuai dengan konsep, yaitu ketika *joystick* didorong ke belakang, motor akan *reverse* dan *spreader* naik dengan kecepatan stabil. Saat *joystick* didorong ke depan, motor akan *forward* dan *spreader* turun dengan kecepatan semakin pelan hingga mencapai jarak 2 cm. Motor tidak bisa berputar *forward* lagi, tetapi hanya bisa berputar *reverse* ketika *joystick* didorong ke belakang. Pada *spreader* terdapat sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mendeteksi jarak. Alat yang dibuat berjalan sesuai konsep, dengan prinsip kerja saat *spreader* turun, motor berputar semakin pelan hingga berhenti, sedangkan ketika *spreader* naik, motor berputar stabil. Jarak dan kecepatan dimonitor melalui LCD 16x2.

**Kata kunci:** HMC (*Harbour Mobile Crane*); Kecepatan; *Prototype*; Sensor Ultrasonik HC-SR04; *Spreader*

## Pendahuluan

Pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari perairan dan daratan yang dimanfaatkan untuk kapal bersandar, menaikturunkan penumpang dan bongkar muat barang. Dalam kegiatan bongkar muat menggunakan *crane* untuk memindahkan barang baik dari kapal ke pelabuhan maupun dari pelabuhan ke kapal (Wikipedia, 2021). *Crane* adalah alat berat yang berfungsi memindahkan barang/*container* yang tidak mungkin dipindahkan dengan tenaga manusia (Ishak & Aminudin, 2018). *Crane* dipelabuhan ada beberapa jenis diantaranya *Container Crane* (CC), *Harbour Mobile Crane* (HMC), *Rubber Tyred Gantry* (RTG), *Automatic Stacking crane* (ASC) dan lain-lain. Bagian *crane* yang berfungsi membawa *container* yang akan

dipindahkan adalah *spreader*. *Spreader* digerakkan dengan motor dc penguat terpisah dengan kapasitas daya 234Kw dan kecepatan 1.080 RPM hingga 2.500 RPM.

Pada *spreader* terdapat empat buah *flipper* yang berfungsi membantu mengarahkan dan menempatkan *spreader* pada posisi yang sesuai dengan sudut *container*. Berdasarkan pengamatan penulis, *flipper* pada HMC di Pelabuhan Tanjung Perak banyak ditemukan dalam kondisi tidak lengkap karena mengalami kerusakan. Kondisi tersebut diduga berkaitan dengan kecepatan *spreader* yang dikendalikan operator terlalu tinggi sehingga menabrak bagian atas *container* dan menyebabkan *flipper* patah. Kerusakan ini dapat menghambat proses bongkar muat karena operator mengalami kesulitan dalam menempatkan *spreader* pada setiap sudut *container*. Ngo et al. (2011) menjelaskan bahwa pergerakan dan perubahan orientasi beban yang tergantung pada *spreader* dapat menyulitkan penempatan *container* secara akurat. Oleh karena itu, pengendalian gerakan *spreader* menjadi salah satu aspek penting dalam meningkatkan ketepatan dan efisiensi kegiatan bongkar muat.

Kerusakan *flipper* dapat menimbulkan kerugian waktu dan biaya bagi perusahaan karena proses bongkar muat menjadi lebih lama serta diperlukan penggantian komponen yang rusak. Berdasarkan data yang diperoleh dari PT BIMA di Pelabuhan Tanjung Perak, penggantian *flipper* mencapai 857 buah selama tahun 2021. Permasalahan tersebut menunjukkan perlunya sistem pengendalian kecepatan *spreader* yang dapat mengurangi risiko benturan dengan *container*. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah penggunaan sensor jarak untuk mendeteksi posisi *spreader* terhadap objek di bawahnya. Penelitian Kim et al. (2014) menunjukkan bahwa sistem *crane* yang dilengkapi teknologi pengindraan dan pengendalian dapat mendukung pemindahan muatan secara lebih presisi dan aman. Selain itu, penelitian mengenai sistem pencegahan tabrakan pada proses pengangkatan menggunakan sensor ultrasonik menunjukkan bahwa pengukuran jarak dapat dimanfaatkan untuk mendeteksi objek penghalang dan membantu mencegah benturan selama pengoperasian *crane* (Kim et al., 2023).

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun *prototype* HMC dengan sistem pengaturan kecepatan motor berdasarkan jarak antara *spreader* dan objek di bawahnya. Sistem dirancang agar motor bergerak dengan kecepatan normal ketika *spreader* berada pada jarak yang relatif jauh dan secara otomatis memperlambat gerakannya ketika mendekati *container*. Dengan demikian, sistem ini diharapkan dapat mengurangi risiko benturan dan kerusakan *flipper*, menekan biaya penggantian komponen, serta meningkatkan efisiensi kegiatan bongkar muat. Selain itu, penggunaan sensor jarak diharapkan dapat mendukung keselamatan operasional dengan mendeteksi objek yang berada di bawah *spreader*, meskipun efektivitasnya tetap bergantung pada jangkauan, posisi pemasangan, dan kemampuan sensor dalam mendeteksi objek.

## Studi Literatur

### *Harbour Mobile Crane (HMC)*

*Harbour Mobile Crane (HMC)* merupakan alat berat yang digunakan untuk mendukung kegiatan bongkar muat *container* di pelabuhan. Salah satu komponen utamanya adalah *spreader*, yaitu perangkat untuk mengangkat dan memindahkan *container*. Pada keempat sudut *spreader* terdapat *flipper* yang membantu mengarahkan posisi *spreader* agar sesuai dengan sudut *container*. Pergerakan *spreader* yang terlalu cepat dapat menyebabkan benturan dan kerusakan *flipper*. Oleh karena itu, diperlukan sistem pengaturan kecepatan untuk meningkatkan ketepatan pergerakan dan mengurangi risiko benturan.

## Motor DC dan Sensor Jarak

Motor *Direct Current* (DC) merupakan mesin listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa gerakan putar. Kecepatan motor DC dapat diatur melalui pengendalian tegangan atau menggunakan metode *Pulse Width Modulation* (PWM). Dalam penelitian ini, motor DC digunakan untuk menggerakkan *spreader* dengan kecepatan yang disesuaikan berdasarkan jarak terhadap objek.

Sensor jarak ultrasonik HC-SR04 digunakan untuk mengukur jarak antara *spreader* dan objek di bawahnya dengan memanfaatkan pantulan gelombang ultrasonik. Hasil pengukuran diproses oleh mikrokontroler untuk mengatur kecepatan motor. Ketika *spreader* berada jauh dari objek, motor bergerak dengan kecepatan normal. Ketika jarak semakin dekat, kecepatan motor dikurangi secara bertahap untuk meminimalkan risiko benturan.

## Penelitian Relevan

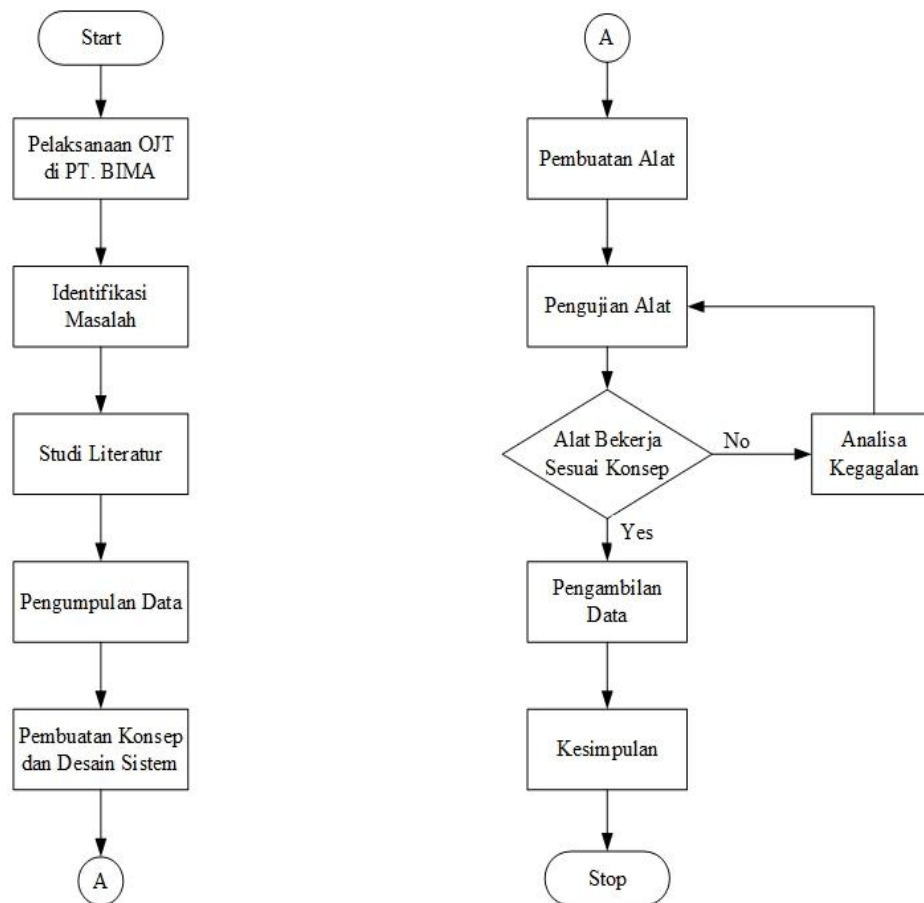
Suharbi (2018) melalui penelitian berjudul *Analisa Kinerja Spreader pada Automation Stacking Crane (ASC)* membahas prinsip kerja *spreader* dalam proses pemindahan *container*. Penelitian tersebut menjadi dasar pemahaman mengenai fungsi dan mekanisme kerja *spreader*, tetapi belum berfokus pada penerapan sistem pengaturan kecepatan berbasis sensor jarak.

Sementara itu, Abdurahman dan Kamelia (2016) melalui penelitian *Rancang Bangun Pengendali Hoist pada Miniatur Rubber Tyred Gantry Crane* mengembangkan prototipe RTG menggunakan dua motor stepper dengan sistem pengendalian gerak berdasarkan jarak. Sistem tersebut membatasi pergerakan motor ketika mencapai jarak tertentu. Berbeda dengan penelitian tersebut, penelitian ini menggunakan motor DC yang kecepatannya dapat dikurangi secara bertahap berdasarkan hasil pengukuran sensor jarak.

Berdasarkan penelitian terdahulu, penelitian ini berfokus pada implementasi pengaturan kecepatan motor DC menggunakan sensor ultrasonik HC-SR04 pada *Harbour Mobile Crane*. Sistem dirancang untuk memperlambat gerakan *spreader* ketika mendekati *container* sehingga diharapkan dapat mengurangi risiko benturan, mencegah kerusakan *flipper*, dan mendukung kelancaran kegiatan bongkar muat di pelabuhan.

## Metode Penelitian

Untuk menyelesaikan permasalahan pada penelitian ini, penulis terinspirasi oleh penelitian yang berjudul *Sistem Kontrol Kecepatan Motor DC Pada Kapal Remote Control Berbasis Mikrokontroler Atmega8535* (Tambunan, 2017). Penelitian ini mengatur kecepatan motor dc dengan menggunakan PWM (*Pulse Width Modulation*). Pemanfaatan konsep PWM dapat meningkatkan dan menurunkan kecepatan motor dc hingga motor berhenti berdasarkan jarak yang diterima oleh mikrokontroler. Oleh karena itu penulis menerapkan prinsip kerja penelitian Tambunan untuk memecahkan masalah dalam tugas akhir ini.



**Gambar 1 Flowchart Penelitian**

Permasalahan tugas akhir ini diawali dari pelaksanaan OJT di PT BIMA, dimana setiap berkunjung ke lapangan yaitu Pelabuhan Tanjung Perak penulis selalu menjumpai *flipper* pada *spreader* HMC berjumlah kurang dari 4 buah disetiap sudutnya. Kemudian penulis mengidentifikasi permasalahan tersebut disebabkan oleh kecepatan *spreader* yang dikendalikan oleh operator terlalu kencang sehingga menabrak *container* dan membuat *flipper* patah. Selanjutnya yaitu mengumpulkan data dari studi letiratur yang telah ada dan membuat konsep serta desain sistem. Konsep dan sistem yang digunakan yaitu dengan mengatur kecepatan dengan memanfaatkan sensor ultrasonik. Jika *spreader* berada pada jarak tertentu dan semakin rendah jaraknya maka motor juga akan semakin rendah kecepatannya. Motor dc dalam peneltiian ini dikontrol dengan *joystick*. Setelah pembuatan alat selesai maka dilakukan pengujian jika alat sudah sesuai dengan konsep maka dapat dilakukan pengambilan data akan tetapi apabila belum sesuai konsep alat dianalisa keagalannya an dilakukan kembali pengujian alat.

Data yang diambil dalam tugas akhir ini yaitu arah *joystick*, besar jarak yang ditempuh *spreader* dan kecepatan *spreader*. Pengujian dilakukan mulai dari pengujian *power supply*, LCD 16x2, sensor Optocoupler, sensor HC-SR04, motor dc dan *joystick* serta pengujian alat dan sistem. Pada tahap pengujian tersebut tidak menutup kemungkinan pembacaan sensor terdapat eror akibat dari faktor tertentu. Perhitungan eror dapat dihitung dengan rumus seperti persamaan (1).

$$\text{Error} = \frac{\text{Pengukuran penggaris} - \text{Pengukuran Sensor}}{\text{Pengukuran penggaris}} \times 100\% \quad (1)$$

Setelah dilakukan pengujian alat berjalan sesuai dengan konsep yaitu semakin *spreader* turun atau semakin rendah jaraknya motor juga akan semakin pelan dan jika *spreader* telah menyentuh benda yang dibawahnya motor akan mati dan *spreader* hanya bisa dinaikkan.

## Hasil

Setelah pembuatan konsep hingga pembuatan alat dan pengujian alat selesai selanjutnya yaitu melakukan pencatatan dari hasil pengujian. Pelaksanaan pengujian dilakukan berulang untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

Pengujian yang pertama yaitu pengujian *power supply* yang dilakukan untuk mengetahui output *power supply* apakah sesuai dengan spesifikasi pada *name plat power supply*. Pengujian dilakukan dengan multimeter dengan hasil 12,20 V. Pengujian yang kedua yaitu pengujain LCD 16x2 untuk memastikan LCD berfungsi dengan baik. Pengujian yang ketiga yaitu pengujian sensor Ultrasonik HC-SR04 untuk membandingkan hasil pengukuran sensor dengan penggaris dengan hasil sebagai berikut.

**Tabel 1 Hasil Pengukuran Sensor 1**

| No              | Alat Ukur      |                                | Selisih (cm) | Error (%)   |
|-----------------|----------------|--------------------------------|--------------|-------------|
|                 | Penggaris (cm) | Sensor Ultrasonik HC-SR04 (cm) |              |             |
| 1               | 1              | Tidak terbaca                  | -            | -           |
| 2               | 2              | 2                              | 0            | 0           |
| 3               | 3              | 3                              | 0            | 0           |
| 4               | 5              | 5                              | 0            | 0           |
| 5               | 7              | 7                              | 0            | 0           |
| 6               | 10             | 10                             | 0            | 0           |
| 7               | 15             | 15                             | 0            | 0           |
| 8               | 20             | 20                             | 0            | 0           |
| 9               | 25             | 24                             | 1            | 0,04        |
| 10              | 50             | 49                             | 1            | 0,02        |
| 11              | 60             | 57                             | 3            | 0,05        |
| Rata-rata error |                |                                |              | <b>0,01</b> |

**Tabel 2 Hasil Pengukuran Sensor 2**

| No | Alat Ukur      |                                | Selisih (cm) | Error (%) |
|----|----------------|--------------------------------|--------------|-----------|
|    | Penggaris (cm) | Sensor Ultrasonik HC-SR04 (cm) |              |           |
| 1  | 1              | Tidak terbaca                  | -            | -         |

|                 |    |    |   |             |
|-----------------|----|----|---|-------------|
| 2               | 2  | 2  | 0 | 0           |
| 3               | 3  | 3  | 0 | 0           |
| 4               | 5  | 5  | 0 | 0           |
| 5               | 7  | 7  | 0 | 0           |
| 6               | 10 | 10 | 0 | 0           |
| 7               | 15 | 14 | 1 | 0,07        |
| 8               | 20 | 19 | 1 | 0,05        |
| 9               | 25 | 24 | 1 | 0,04        |
| 10              | 50 | 48 | 2 | 0,04        |
| 11              | 60 | 57 | 3 | 0,05        |
| Rata-rata error |    |    |   | <b>0,02</b> |

**Tabel 3 Hasil Pengukuran Sensor 3**

| No              | Alat Ukur      |                                | Selisih (cm) | Error (%)   |
|-----------------|----------------|--------------------------------|--------------|-------------|
|                 | Penggaris (cm) | Sensor Ultrasonik HC-SR04 (cm) |              |             |
| 1               | 1              | Tidak terbaca                  | -            | -           |
| 2               | 2              | 2                              | 0            | 0           |
| 3               | 3              | 3                              | 0            | 0           |
| 4               | 5              | 5                              | 0            | 0           |
| 5               | 7              | 7                              | 0            | 0           |
| 6               | 10             | 10                             | 0            | 0           |
| 7               | 15             | 15                             | 0            | 0           |
| 8               | 20             | 20                             | 0            | 0           |
| 9               | 25             | 25                             | 0            | 0           |
| 10              | 50             | 48                             | 2            | 0,04        |
| 11              | 60             | 57                             | 3            | 0,05        |
| Rata-rata error |                |                                |              | <b>0,01</b> |

**Tabel 4 Hasil Pengukuran Sensor 4**

| No | Alat Ukur      |                                | Selisih (cm) | Error (%) |
|----|----------------|--------------------------------|--------------|-----------|
|    | Penggaris (cm) | Sensor Ultrasonik HC-SR04 (cm) |              |           |
| 1  | 1              | Tidak terbaca                  | -            | -         |

|                        |    |    |   |             |
|------------------------|----|----|---|-------------|
| 2                      | 2  | 2  | 0 | 0           |
| 3                      | 3  | 3  | 0 | 0           |
| 4                      | 5  | 5  | 0 | 0           |
| 5                      | 7  | 7  | 0 | 0           |
| 6                      | 10 | 10 | 0 | 0           |
| 7                      | 15 | 15 | 0 | 0           |
| 8                      | 20 | 20 | 0 | 0           |
| 9                      | 25 | 24 | 1 | 0,04        |
| 10                     | 50 | 49 | 1 | 0,02        |
| 11                     | 60 | 57 | 3 | 0,05        |
| <b>Rata-rata error</b> |    |    |   | <b>0,01</b> |

Pengujian yang keempat yaitu pengujian sensor Optocoupler yang bertujuan untuk mengetahui keakuratan sensor dengan membandingkan dengan alat ukur tachometer dan hasil sebagai berikut.

**Tabel 5 Hasil Pengukuran Sensor Optocoupler**

| No | Setting PWM 0-255 | Pengukuran               |                  | Error (%) |
|----|-------------------|--------------------------|------------------|-----------|
|    |                   | Sensor Optocoupler (rpm) | Tachometer (rpm) |           |
| 1  | 0                 | 0                        | 0                | 0         |
| 2  | 5                 | 0                        | 0                | 0         |
| 3  | 20                | 0                        | 0                | 0         |
| 4  | 40                | 0                        | 0                | 0         |
| 5  | 45                | 0                        | 0                | 0         |
| 6  | 50                | 42                       | 48               | 12,5      |
| 7  | 60                | 53                       | 64               | 17,2      |
| 8  | 100               | 94                       | 108              | 12,9      |
| 9  | 150               | 100                      | 130              | 23        |
| 10 | 180               | 106                      | 147              | 27,8      |
| 11 | 210               | 112                      | 142              | 21,1      |
| 12 | 230               | 114                      | 145              | 21,3      |
| 13 | 255               | 120                      | 147              | 18,3      |

Pengujian yang kelima yaitu pengujian arah motor dc dengan menggunakan *joystick* yaitu apabila *joystick* digerakkan kedepan maka motor akan forward dan jika *joystick* digerakkan kebelakang maka motor akan reverse. Pengujian yang terakhir yaitu pengujian keseluruhan alat yang dilakukan untuk mengetahui respon motor terhadap sensor ultrasonik dan *joystick*. Jika apabila *joystick* digerakkan kedepan maka motor akan forward dan pada jarak tertentu motor akan berkecepatan semakin rendah, jika *joystick* digerakkan kebelakang maka motor akan reverse dengan kecepatan konstan. Tabel 6 merupakan hasil dari pengujian alat secara keseluruhan.



**Gambar 2 Prototype HMC**

**Tabel 6 Pengujian Alat**

| No | Joystick | Sensor Ultrasonik 1 (cm) | Sensor Ultrasonik 2 (cm) | Sensor Ultrasonik 3 (cm) | Sensor Ultrasonik 4 (cm) | Kecepatan (rpm) | Kondisi Spreader |
|----|----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|------------------|
| 1  | Belakang | 2                        | 2                        | 2                        | 2                        | 0               | Naik             |
|    |          | 3                        | 3                        | 2                        | 3                        | 0               |                  |
|    |          | 7                        | 6                        | 6                        | 6                        | 32              |                  |
|    |          | 11                       | 10                       | 11                       | 11                       | 32              |                  |
|    |          | 15                       | 15                       | 16                       | 16                       | 32              |                  |
|    |          | 20                       | 19                       | 19                       | 20                       | 58              |                  |
|    |          | 24                       | 23                       | 23                       | 24                       | 58              |                  |
|    |          | 29                       | 21                       | 28                       | 28                       | 58              |                  |
|    |          | 31                       | 31                       | 32                       | 32                       | 60              |                  |
|    |          | 35                       | 35                       | 37                       | 38                       | 60              |                  |
|    |          | 39                       | 41                       | 42                       | 42                       | 60              |                  |
|    |          | 40                       | 43                       | 43                       | 41                       | 30              |                  |
|    |          | 40                       | 43                       | 43                       | 41                       | 0               |                  |
| 2  | Depan    | 41                       | 43                       | 44                       | 42                       | 0               | Turun            |
|    |          | 39                       | 41                       | 42                       | 40                       | 10              |                  |
|    |          | 29                       | 27                       | 29                       | 29                       | 54              |                  |
|    |          | 24                       | 22                       | 23                       | 24                       | 54              |                  |
|    |          | 21                       | 19                       | 19                       | 21                       | 54              |                  |
|    |          | 19                       | 17                       | 17                       | 18                       | 48              |                  |

|  |  |    |    |    |    |    |  |
|--|--|----|----|----|----|----|--|
|  |  | 15 | 13 | 13 | 13 | 48 |  |
|  |  | 13 | 12 | 12 | 12 | 28 |  |
|  |  | 10 | 9  | 8  | 9  | 28 |  |
|  |  | 8  | 6  | 6  | 6  | 22 |  |
|  |  | 7  | 4  | 4  | 5  | 22 |  |
|  |  | 3  | 2  | 2  | 2  | 6  |  |
|  |  | 2  | 2  | 2  | 2  | 0  |  |

## Pembahasan

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, alat dan sistem bekerja sesuai dengan konsep perancangan. Pengujian *power supply* menunjukkan tegangan keluaran sebesar 12,20 V sesuai dengan nilai yang tertera pada *nameplate*, sedangkan LCD berfungsi dengan baik dalam menampilkan informasi. Pengujian sensor ultrasonik menunjukkan nilai kesalahan (*error*) pada sensor 1 sebesar 0,01%, sensor 2 sebesar 0,02%, sensor 3 sebesar 0,01%, dan sensor 4 sebesar 0,01%. Kesalahan pengukuran tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya karakteristik permukaan objek yang memengaruhi pantulan gelombang ultrasonik yang diterima sensor.

Pengujian sensor *optocoupler* dilakukan untuk mengetahui akurasi pembacaan kecepatan motor dengan menggunakan *driver* sebagai pengendali PWM. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar nilai PWM yang diberikan, semakin tinggi kecepatan putaran motor DC. Pengujian *joystick* juga menunjukkan bahwa sistem bekerja sesuai dengan konsep yang dirancang. Ketika *joystick* didorong ke belakang, motor berputar secara stabil sehingga *spreader* bergerak naik. Sebaliknya, ketika *joystick* didorong ke depan, motor memperlambat putarannya secara bertahap berdasarkan jarak yang terdeteksi sensor melalui pengaturan nilai PWM pada *driver* L298N. Semakin kecil nilai PWM yang diberikan pada jarak tertentu, semakin rendah kecepatan motor. Ketika *spreader* mencapai jarak 2 cm dari objek, motor tidak dapat berputar ke arah *forward* dan hanya dapat berputar ke arah *reverse*.

Hasil penelitian ini memiliki persamaan dengan penelitian (Tambunan, 2017) yaitu penggunaan metode *Pulse Width Modulation* (PWM) untuk mengatur kecepatan motor DC. Kedua penelitian menunjukkan bahwa peningkatan nilai PWM menyebabkan peningkatan kecepatan putaran motor DC. Namun, terdapat perbedaan pada sistem pengendalian yang digunakan. Penelitian (Tambunan, 2017) menggunakan *remote control* untuk mengatur arah putaran motor DC, sedangkan penelitian ini menerapkan sensor jarak untuk mengatur kecepatan motor secara otomatis berdasarkan jarak antara *spreader* dan objek.

Dengan demikian, penelitian ini menghasilkan sistem pengaturan kecepatan motor DC yang mampu memperlambat pergerakan *spreader* ketika mendekati objek. Namun, pengujian masih dilakukan dalam bentuk *prototype* dan belum diterapkan secara langsung pada HMC. Penelitian ini juga berfokus pada sistem *hoist* untuk pergerakan naik dan turun tanpa dilengkapi sistem *anti-sway* serta tanpa pengujian pengangkatan beban. Oleh karena itu, penerapan sistem pada HMC sebenarnya masih memerlukan pengujian lebih lanjut untuk mengetahui kinerja dan keandalannya dalam kondisi operasional.

## Kesimpulan

Pembuatan *prototype* dimulai dari perancangan konsep dan desain *hardware*, pengadaan komponen, pembuatan program, perakitan komponen pada *hardware*, penyusunan *wiring*, hingga tahap pengujian. Hasil pengujian menunjukkan bahwa *prototype* bekerja sesuai dengan konsep yang telah dirancang. Ketika *spreader* bergerak naik, motor berputar ke arah *reverse* dengan kecepatan stabil. Sebaliknya, ketika

*spreader* bergerak turun, motor berputar ke arah *forward* dengan kecepatan yang semakin menurun seiring berkurangnya jarak antara *spreader* dan objek. Pengaturan arah putaran dan kecepatan motor dilakukan melalui *driver* L298N dengan mengatur nilai *Pulse Width Modulation* (PWM). Semakin kecil nilai PWM yang diberikan, semakin rendah kecepatan putaran motor DC sehingga pergerakan *spreader* dapat dikendalikan sesuai dengan jarak yang terdeteksi.

## Referensi

- Abdurahman, E., & Kamelia, R. (2016). *Rancang bangun pengendali hoist pada miniatur Rubber Tyred Gantry Crane* [Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember].
- Clinton, A., Syauqy, D., & Utaminingrum, F. (2018). Sistem monitoring RPM roda smart wheelchair pada halaman web berbasis Ajax menggunakan sensor optocoupler. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3065–3072.
- CodePolitan. (2016). *Analog output pada Arduino menggunakan PWM (Pulse Width Modulation)*. <https://www.codepolitan.com/analog-output-arduino-menggunakan-pwm-pulse-width-modulation/>
- Ishak, L. F., & Aminudin, T. (2018). Perancangan sistem gantry crane dengan wireless control berbasis Arduino. *Jurnal LITEK: Jurnal Listrik Telekomunikasi Elektronika*, 9.
- Mahardika, E., Subiyanto, R. A., & Panggayudi, D. S. (2018). Rancang bangun electric container crane sebagai sarana bongkar muat di terminal petikemas berbasis PLC Omron CP1E. *Jurnal Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang*, 1–14.
- Pelabuhan. (2021, Mei). Dalam *Wikipedia*. <https://id.wikipedia.org/wiki/Pelabuhan>
- Psycho Techno. (2017). *Sensor ultrasonik HC-SR04 dengan Arduino Uno*.
- Ramadhan, M. F., Shiddiq, M. J., & Nugraha, A. T. (2021). Perencanaan pembangkit listrik energi surya untuk kebutuhan listrik Jembatan Suramadu guna mewujudkan tujuan pembangunan berkelanjutan. Dalam *Seminar MASTER PPNS* (Vol. 6, No. 1).
- Realdo, A. M., Widiarti, Y., & Nugraha, A. T. (2021). Rancang bangun sistem management penggunaan daya listrik Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Dalam *Seminar MASTER PPNS* (Vol. 6, No. 1).
- Reading & Learning Tempat Kita Berbagi Ilmu. (2020). *Rumus menghitung torsi, kecepatan dan daya motor listrik serta hubungannya*.
- Shiddiq, M. J., Ramadhan, M. F., & Nugraha, A. T. (2021). Perencanaan pembangkit listrik energi bayu kincir Savonius guna mewujudkan pemanfaatan renewable energy pada Jembatan Suramadu. Dalam *Seminar MASTER PPNS* (Vol. 6, No. 1).
- Suharbi, M. A. (2018). *Analisa kinerja spreader pada Automation Stacking Crane (ASC)*. Institut Bisnis dan Informatika STIKOM Surabaya.
- Surya, H. H., & Kartadinata, B. (2017). Kendali kecepatan motor crane terhadap sumbu vertical menggunakan Distributed Control System (DCS). *Jurnal Elektro*, 10(1), 15–28.
- Tambunan, E. S. (2017). *Sistem kontrol kecepatan motor DC pada kapal remote control berbasis mikrokontroler ATmega8535*. Politeknik Negeri Sriwijaya.

- Teknik Elektronika. (2020). *Pengertian optocoupler dan prinsip kerjanya*.  
<https://teknikelektronika.com/pengertian-optocoupler-fungsi-prinsip-kerja-optocoupler/>
- Tiwana, M. Z. A., Adianto, A., & Nugraha, A. T. (2021). Perancangan sistem monitoring dan alarm berbasis logic panel dan komunikasi Modbus. Dalam *Seminar MASTER PPNS* (Vol. 6, No. 1).
- Wikipedia. (2021, Mei). *Pelabuhan*. <https://id.wikipedia.org/wiki/Pelabuhan>
- Zakariz, N. P., Poetro, J. E., & Nugraha, A. T. (2021). Pengaruh variasi inlet notch terhadap kecepatan dan daya yang dapat terbangkitkan dari generator pada pembangkit listrik tenaga pikohidro. Dalam *Seminar MASTER PPNS* (Vol. 6, No. 1).