



Rancang Bangun *Overhead Crane Automatic* Berbasis Arduino

Panji Bintang Pratama¹, Intan Sianturi²

^{1,2}Politeknik Pelayaran Surabaya, Indonesia

Abstract. *Overhead cranes are an important device in the manufacturing and construction industry that functions to move heavy loads efficiently and safely. However, human error often occurs which can cause work accidents, equipment damage, and decreased productivity. Therefore, this research aims to design and build an Arduino-based automatic overhead crane system that can increase work efficiency and safety. This system is designed using an Arduino microcontroller as a control center, equipped with an ultrasonic sensor to detect the position and distance of the load, as well as a servo motor to regulate crane movement automatically. The system also features a wireless communication module to monitor and control the crane remotely. The research method used is Research and Development (R&D), which includes the stages of needs analysis, system design, hardware and software implementation, and performance testing. Test results show that this automatic overhead crane is capable of moving loads with high accuracy and a speed that can be adjusted according to needs. The system also succeeded in reducing manual intervention, thereby increasing work safety and reducing the risk of accidents by up to 30% compared to manual systems. The Arduino-based automatic overhead crane design succeeded in meeting the research objectives, increasing work efficiency and safety. Routine maintenance and periodic checks on mechanical and electronic components need to be carried out to ensure the system continues to function optimally and reduces the risk of damage.*

Keywords: *Arduino, Automation, Overhead Crane, Ultrasonic Sensor, Work Safety.*

Abstrak. Overhead crane merupakan salah satu perangkat penting dalam industri manufaktur dan konstruksi yang berfungsi memindahkan beban berat secara efisien dan aman. Namun, seringkali terjadi kesalahan manusia yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja, kerusakan alat, dan penurunan produktivitas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem overhead crane otomatis berbasis Arduino yang dapat meningkatkan efisiensi dan keselamatan kerja. Sistem ini dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino sebagai pusat pengendalian, dilengkapi dengan sensor ultrasonik untuk mendeteksi posisi dan jarak beban, serta motor servo untuk mengatur pergerakan crane secara otomatis. Sistem juga dilengkapi modul komunikasi nirkabel untuk memantau dan mengontrol crane dari jarak jauh. Metode penelitian yang digunakan Research and Development (R&D), yang meliputi tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta pengujian kinerja. Hasil pengujian menunjukkan bahwa overhead crane otomatis ini mampu memindahkan beban dengan akurasi tinggi dan kecepatan yang dapat diatur sesuai kebutuhan. Sistem juga berhasil mengurangi intervensi manual, sehingga meningkatkan keselamatan kerja dan mengurangi risiko kecelakaan hingga 30% dibandingkan sistem manual. Rancang bangun overhead crane otomatis berbasis Arduino ini berhasil memenuhi tujuan penelitian, meningkatkan efisiensi dan keselamatan kerja. Pemeliharaan rutin dan pemeriksaan berkala pada komponen mekanik dan elektronik perlu dilakukan untuk memastikan sistem tetap berfungsi dengan optimal dan mengurangi risiko kerusakan.

Kata Kunci: Arduino, Keselamatan Kerja, Overhead Crane, Sensor Ultrasonik.

1. PENDAHULUAN

Overhead crane merupakan alat bantu yang di gunakan hampir oleh semua industri, Pelabuhan, Gudang dan lain-lain. Pada umumnya system kendali *overhead crane* masih dirasa kurang efektif dikarenakan control yang membuat operator masih harus mengikuti arah laju dari crane. Dalam hal ini masih sering ada masalah karena *pendant switch* yang berfungsi sebagai pengendali masih menggunakan kabel sebagai penghubung ke panel *overhead crane* tersebut. Berbagai masalah sering terjadi diantaranya kabel yang putus karena tertabrak oleh

beban yang di angkat *hoist*, operator yang kesulitan untuk menentukan arah barang yang akan dipindah dan juga banyak terjadi kecelakaan kerja di alami operator karena tertimpa barang yang akan dipindahkan tersebut.

Berdasarkan analisis yang dilakukan oleh WR Kurniawan (2023) dalam artikel yang berjudul analisis kecelakaan pekerjaan *lifting* dengan *overhead crane* menyimpulkan bahwa ada beberapa factor yang membuat kejadian tersebut terjadi. Menurut data yang menyimpulkan kecelakaan terjadi disebabkan oleh operator *overhead crane* yang tidak pernah mengikuti pelatihan *lifting* dan *rigging* sehingga tidak memiliki surat izin operator *overhead crane*. Untuk data yang dihimpun menyimpulkan ada 8 kategori penyebab kecelakaan. Terdapat 3 kategori penyebab kecelakaan tersebut adalah, manusia, metode, dan manajemen. Sedangkan 5 kategori yang lain yaitu lingkungan, mesin, pengukuran, pemeliharaan, dan material tidak menjadi faktor penyebab terjadinya kecelakaan. Sedangkan metode yang di himpun dengan metode pareto analysis 80% dari masalah ditimbulkan 20% terjadinya penyebab kecelakaan Sebagian besar disebabkan oleh manusia.

Berdasarkan masalah tersebut maka dibuatlah sebuah sistem kendali *overhead crane* yang bisa control tanpa menggunakan kabel dan bisa di control dengan jarak jauh sehingga bisa lebih efektif dan efisien tetapi menggunakan *smartphone android*. nantinya fungsi dari *smartphone android* sebagai pusat kontrol saat menjalankan proses pemindahan barang yang sudah menggunakan *nirkabel* dan diproses oleh *Arduino*. Pada umumnya pengontrolan *overhead crane* di operasikan dengan menggunakan *push button* yang di gantung Bersama kabel pada kerangka. Sehingga operator masih mengikuti kemana arah *overhead crane* bergerak, karena pengontrolan *overhead crane* masih banyak menggunakan *push button* yang di hubungkan ke sistem kontrol menggunakan kabel.

Dalam hal ini maka dibuatlah suatu alat control *overhead crane* menggunakan *smartphone android* dengan koneksi *nirkabel* menggunakan *Arduino uno R3*, Dimana fungsi smartpone ini sebagai pengontrol untuk memindahkan barang dari suatu tempat ke tempat lain dengan mudah, cepat, dan tentunya yang paling utama bisa mengurangi angka kecelakaan kerja bagi operator yang mengerjakanya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Engine room

Engine room merupakan suatu ruangan khusus di kapal yang didalamnya terdapat mesin-mesin, serta muatannya (muat fan bongkar), termasuk untuk penunjang kehidupan awak kapal dan orang-orang lain di atas kapal (www.marineworld.com,2011). Di dalam *engine room* juga

terdapat berbagai pompa dan instalasi lain pendukung termasuk adanya penggunaan *crane* terutama *overhead crane*.

Crane

Crane adalah salah satu pesawat perangkat dan pemindah material yang bekerja dengan prinsip kerja tali, crane digunakan untuk angkat muatan secara vertikal dan gerak kearah horizontal bergerak secara bersama dan menurunkan muatan ke tempat yang telah ditentukan dengan mekanisme pergerakan crane secara dua derajat kebebasan.

Arduino Nano

Arduino Nano adalah papan kecil papan mikrokontroler *open source* dan papan tunggal berbasis teknologi Microchip ATmega328P yang dirilis pada tahun 2008. Ini menawarkan konektivitas dan spesifikasi papan *Arduino uno* yang sama dalam faktor bentuk yang lebih kecil.

Arduino Nano dilengkapi dengan 30 header I/O jantan, dalam konfigurasi seperti DIP-30, yang dapat diprogram menggunakan lingkungan pengembangan terintegrasi Perangkat Lunak *Arduino* (IDE), yang umum untuk semua papan *Arduino* dan berjalan baik online maupun luring. Papan dapat ditenagai melalui kabel mini-USB tipe-B atau dari 9 baterai V.

Bluetooth HC-05

Modul bluetooth HC-05 merupakan modul *serial port protocol* (SSP) yang digunakan sebagai komunikasi nirkabel tanpa kabel yang dikonversikan ke mikrokontrol *Arduino*, *modul Bluetooth HC-05* menggunakan modulasi v 2.0 + EDR (*Enhanced Data Rate*) mempunyai kecepatan 3 Mbps dan memanfaatkan gelombang radio 2,4 Ghz. *Modul bluetooth HC-05* dapat berfungsi sebagai *slave* atau *master* karena memiliki 2 sistem mode konfigurasi yaitu AT mode dan *Communication modul bluetooth* berfungsi untuk melakukan komunikasi *bluetooth* dengan perangkat lainnya jarak komunikasi modul *bluetooth HC-05* mampu mencapai ± 30 meter dengan kondisi tanpa sekat.

Power supply 10 volt

Power supply adalah sebuah komponen yang digunakan untuk memasok atau menyediakan daya listrik ke sebuah atau lebih perangkat. *Power supply* saat ini dirancang sedemikian rupa untuk mampu mengubah bahan dasar energi semisal energi matahari, angin, himgga kimia menjadi energi Listrik

Driver Motor L2923D

L293D merupakan module *driver* motor DC yang paling banyak digunakan atau dipakai di dunia elektronika yang difungsikan untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran motor DC. IC L293D merupakan sebuah IC tipe *H-bridge* yang mampu mengendalikan bebanbeban induktif seperti *relay*, *solenoid*, motor DC dan motor *stepper*. Pada IC L293D terdiri dari Transistor-Transistor Logik (TTL) dengan gerbang nand yang berfungsi untuk memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu motor dc maupun motor *stepper*.

Driver stepperA4899

Driver stepper adalah sebuah *driver* motor *steper* yang dirancang untuk mengontrol motor *stepper* bipolar dengan menggunakan Teknik *chopping konstan off*. IC ini memungkinkan pengendalian arah putaran dan kecepatan motor *stepper* dengan efisien dan mudah diintegrasikan ke dalam system *mickrocontroler*.

Step down LM2596 5V

Module Regulator LM 2596 adalah rangkaian *modul konverter* DC / DC dengan frekuensi tetap 150 kHz *fixed-voltage* (PWM *step-down*) menggunakan IC Regulator LM2596, yang mampu menggerakkan beban 5A dengan efisiensi tinggi, derek rendah dan regulasi garis dan beban yang sangat baik. Jumlah minimum komponen *eksternal*, regulator mudah digunakan dan termasuk kompensasi frekuensi *internal* dan osilator frekuensi tetap. Modul regulator LM2596 dapat bekerja dengan *supply* tegangan 4V-32V dan suhu operasinya -40 - +85 degrees. Pada module regulator LM2596 menggunakan ic SMD (*Surface Mount Device*) dan terdapat sebuah potensio untuk mengatur tegangan masukannya dari 4V – 24V DC pada frekuensi kerja 150 kHz.

Motor Direct Current (DC)

Motor DC adalah salah alat yang dapat mengubah energi listrik menja energi gerak berupa putaran. Pada motor DC, energi listrik yangdigunakan adalah energi listrik dengan arus searah atau yang juga biasadikenal dengan nama listrik DC. Oleh karena itu motor DC juga kerap disebut dengan nama motor arus searah. Agar dapat bekerja, motor DCmemerlukan *supply* tegangan searah alias tegangan DC yang disambungkan melalui dua terminalnya. Motor DC bekerja dengan menghasilkan putaran per menit atau yang juga biasa dikenal dengan istilah *Revolutions Per Minute* (RPM). Motor DC dapat berputar searahmaupun berlawanan arah jarum jam. Untuk membalikan arah putaran, cukup dengan membalikan polaritas listriknya.

Stepper nema 17

Stepper nema 17 adalah suatu motor Listrik yang dapat mengubah pulsa listrik yang diberikan menjadi gerakan motor diskrit (terputus) yang disebut step (Langkah). Satu putaran motor memerlukan 360° dengan jumlah Langkah yang tertentu perderajatnya. Ukuran kerja dari motor stepper biasanya diberikan dalam jumlah Langkah per-putaran per-detik. Motor stepper bekerja berdasarkan pulsa-pulsa yang diberikan pada lilitan fasenya dalam urutan yang tepat. Selain itu, pulsa-pulsa itu harus juga menyediakan arus yang cukup besar pada lilitan fase tersebut.

Kodular

Kodular adalah sebuah situs web, yang menyediakan tools untuk membuat aplikasi android dengan konsep drag-drop block programming sehingga mudah digunakan dan aplikasi ini bisa di akses secara gratis tidak *berbayar*.

Android

Pengertian *Android* adalah sistem operasi yang dirancang oleh *Google* dengan basis kernel Linux untuk mendukung kinerja perangkat elektronik layarsentuh, seperti tablet atau *smartphone*. Jadi, *android* digunakan dengan sentuhan, gesekan ataupun ketukan pada layar *gadget* anda.

3. METODE PENELITIAN

Rancang pengujian pada penelitian ini diterapkan pada rancang *prototype overhead crane* yang diberikan perintah dengan menggunakan kontrol lewat *android*. Pada awalnya *android* memberikan instruksi untuk dikirim lewat *bluetooth* dan diterima oleh *modul bluetooth* dilanjutkan ke mikrokontroler *arduino* untuk dieksekusi oleh motor stepper 1 pada *overhead crane* berupa pergerakan langkah maju/mundur dan motor stepper 2 untuk pergerakan kiri/kanan. selanjutnya *android* mengirimkan perintah ke motor dc untuk melakukan pergerakan Langkah naik/turun bertujuan untuk pengangkatan beban (*hoist*)

Pengujian pada alat kontrol *prototype overhead crane* terdapat pada *smartphone* android dengan melakukan pengujian pada *stepper* motor bertujuan untuk mengetahui kecepatan dan keakuratan saat melakukan pergerakan maju, mundur, kiri, dan kanan (*transversal universal*) dan juga melakukan pengujian terhadap motor DC yang bertujuan untuk mengetahui seberapa efektifitas pada saat melakukan pergerakan pengangkatan beban. Beban yang digunakan dalam pengujian ini dijelaskan akan menggunakan beban dengan berat minimal 0

gram dan maksimal berat 400 gram dengan rincian berat beban yang akan di gunakan dalam pengujian yaitu 40 gram, 50 gram, 100 gram, 150 gram, 200 gram, 250 gram, 300 gram dan 400 gram dengan menggunakan bok miniatur berbahan akrilik berukuran 10x10 cm dilakukan pengujian sebanyak 10x pergerakan maju-mundur, kiri-kanan dan naik-turun pada masing-masing beban yang akan di berikan. Pengujian ini akan dilaksanakan menggunakan alat rancang bangun *overhead crane* menggunakan android berbasis arduino dengan memanfaatkan *propotype overhead crane* dengan struktur berukuran panjang 100 cm dan lebar 60 cm dengan tinggi 70 cm. Pengujian akan dilakukan sebagai mana melihat sistem kendali melalui jarak 0-30 meter.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji coba komponen

Pengujian *bluetooth HC 05*

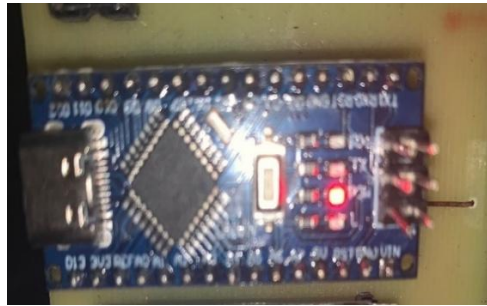


Sumber: Dokumentasi Pribadi

Gambar 1. *Bluetooth HC 05*

Pada gambar menunjukan bahwa *Bluetooth* berfungsi dengan baik dan dapat terhubung dengan perangkat android dengan di tandai lampu indikator menyala berwarna biru.

Pengujian arduino nano



Sumber: dokumentasi pribadi

Gambar 2. pengujian *Arduino nano*

Pada gambar 2 arduino nano mampu menjalankan perintah pengontrolan dari perangkat android dapat di lihat dengan menyalaanya lampu indikator dan apabila operator mengirimkan perintah pergerakan melalui android maka lampu indikator akan berkedip. Ini bertanda bahwa komponen arduino nano bekerja dengan benar sesuai dengan kebutuhan.

Pengujian motor *stteper* dan motor DC

Tabel 1. Hasil Uji Semua Motor

no	nama	hasil
1	motor stteper 1	dapat bekerja dengan baik
2	motor stteper 2	dapat bekerja dengan baik
3	motor stteper 3	dapat bekerja dengan baik

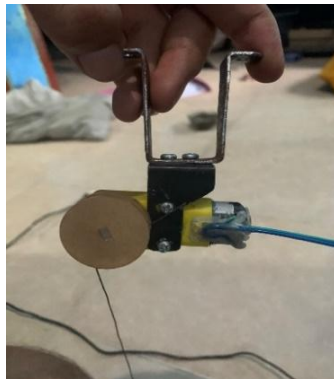
Sumber: dokumentasi pribadi



(A)



(B)



(C)

Sumber: dokumentasi pribadi

Gambar 3. (a) motor stepper 1, (b) motor stteper, (c) motor dc

Pada gambar 3, menunjukan bahwa motor stepper 1, motor stepper 2 dan motor DC dapat bekerja dengan baik.

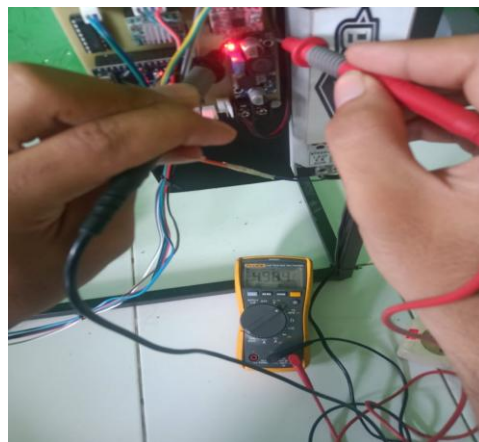
Pengujian arus pada komponen



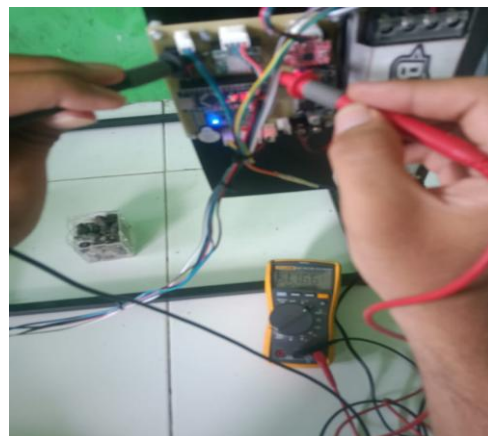
(A)



(B)



(C)



(D)

Sumber: dokumentasi pribadi

Gambar 4. (a) pengukuran arus pada input 220 v, (b) pengukuran arus *output power supply*, (c) pengukuran *output step down*, (d) pengukuran arus pada *stepper motor*

Bisa di lihat pada gambar 4 arus tengangan yang di beri sesuai dengan kebutuhan masing-masing komponen. Dengan rincian 220V Pada input power supply, 12V pada output power suply kemudian masuk ke *stepdown* menjadi 5V untuk memberi arus tengangan pada arduino dan *bluetooth*. Untuk semua motor tetap memakai arus tengangan sebesar 12V.

Penyajian Data

Pengontrolan crane

Tabel 1. Pengujian Jangkauan Jarak Pengontrolan Crane

no	Tx-rx	jarak	status	Time delay
1	0-10 meter	1 meter	Tersambung	0,96 dtk
		2 meter	Tersambung	0,89 dtk
		3 meter	Tersambung	0,95 dtk
		4 meter	Tersambung	0,79, dtk
		5 meter	Tersambung	1,224 dtk
		6 meter	Tersambung	1,238 dtk
		7 meter	Tersambung	1,127 dtk
		8 meter	Tersambung	3,669 dtk
		9 meter	Tersambung	1,55 dtk
		10 meter	Tersambung	1,333 dtk

Sumber: dokumentasi pribadi



Sumber: dokumentasi pribadi

Gambar 5. pengontrolan jarak 0-10 meter

Pengujian pada gambar 5 menunjukkan bahwa crane mampu di kontrol secara berurutan pada jarak 0-10 meter dengan melakukan pergerakan maju kemudian pindah dengan pergerakan mundur.

Tabel 3. Pengujian Jangkauan Jarak Pengontrolan Crane 11-20 meter

no	Tx-rx	Jarak	status	Time delay
1	11-20 meter	11 meter	Tersambung	2,275 dtk
		12 meter	Tersambung	1,233 dtk
		13 meter	Tersambung	1,549 dtk
		14 meter	Tersambung	2,198 dtk
		15 meter	Tersambung	1,381 dtk
		16 meter	Tersambung	1,321 dtk
		17 meter	Tersambung	1,588 dtk
		18 meter	Tersambung	1,979 dtk
		19 meter	Tersambung	1, 979 dtk
		20 meter	Tersambung	2,139 dtk

Sumber: dokumentasi pribadi



Sumber: dokumentasi pribadi

Gambar 6. pengujian jarak 11-20 meter

Pengujian yang bisa dilihat pada gambar 6 menunjukkan bahwa crane mampu di kontrol secara berurutan pada jarak 11-20 meter dengan melakukan pergerakan maju kemudian pindah dengan pergerakan mundur.

Tabel 4. Pengujian Jangkauan Jarak Pengontrolan Crane 20-35 meter

No	Tx-rx	jarak	status	Time delay
1	21-40 meter	21 meter	Tersambung	1,75 dtk
		22 meter	Tersambung	1,578 dtk
		23 meter	Tersambung	1,385 dtk
		24 meter	Tersambung	1,548 dtk
		25 meter	Tersambung	1,428 dtk
		26 meter	Tersambung	2,176 dtk
		27 meter	Tersambung	1,369 dtk
		28 meter	Tersambung	1,421 dtk
		29 meter	Tersambung	1,576 dtk
		30 meter	Tersambung	1,456 dtk
		31 meter	Tidak tersambung	0
		32 meter	Tidak tersambung	0
		33 meter	Tidak tersambung	0
		34 meter	Tidak tersambung	0
		35 meter	Tidak tersambung	0
		36 meter	Tidak tersambung	0
		37 meter	Tidak tersambung	0
		38 meter	Tidak tersambung	0
		39 meter	Tidak tersambung	0
		40 meter	Tidak tersambung	0

Sumber: dokumentasi pribadi



Sumber: dokumtasi pribadi

Gambar 7. Pengujian Jarak 21-30 meter

Pengujian yang bisa dilihat pada gambar 7 menunjukkan bahwa crane mampu di kontrol secara berurutan pada jarak 21-20 meter dengan melakukan pergerakan maju kemudian pindah dengan pergerakan mundur. Namun setelah jarak di perpanjang menjadi 31 meter koneksi perangkat terputus dan crane tidak bisa dikontrol sampai seterusnya hingga jarak 40 meter.

Pergerakan motor

- 1) Motor *stteper* 1 pergerakan maju/mundur

Tabel 2. Hasil Pengujian Pergerakan Motor *Stteper* 1

Jarak tx-rx	Maju (rpm)	Mundur (rpm)
10	365,5 m/min (terkoneksi)	463 m/min (terkoneksi)
20	215,5 m/min (terkoneksi)	157,5 m/min (terkoneksi)
30	134 m/min (terkoneksi)	108 m/min (terkoneksi)
40	koneksi terputus	koneksi terputus

Sumber: dokumentasi pribadi

- 2) Motor *stteper* 2 pergerakan kanan/kiri

Tabel 6. Hasil Pengujian Pergerakan Motor *Stteper* 2

Jarak tx-rx	Kanan (rpm)	Kiri (rpm)
10 meter	243,1 m/min (terkoneksi)	237,2 m/min (terkoneksi)
20 meter	134,5 m/min (terkoneksi)	113 m/min (terkoneksi)
30 meter	257,2 m/min (terkoneksi)	166,7 m/min (terkoneksi)
40 meter	konesksi terputus	koneksi terputus

Sumber: dokumentasi pribadi

- 3) Motor dc pergerakan pengangkatan beban/*hoist* naik/turun

Tabel 3. Pengujian Pergerakan Motor dc Beban 50 gram

Jarak tx-rx	Beban	Naik (rpm)	Turun (rpm)
10 meter	(50 gram)	109,6 m/min (terkoneksi)	123,3 m/min (terkoneksi)
20 meter	(50 gram)	117,4 m/min (terkoneksi)	128,6 m/min (terkoneksi)
30 meter	(50 gram)	104,5 m/min (Terkoneksi)	130,3 m/min (terkoneksi)
40 meter	(50 gram)	Koneksi terputus	Koneksi terputus

Sumber: dokumentasi pribadi

Tabel 4. Hasil Pengujian Pergerakan Motor dc Beban 100 gram

Jarak tx-rx	Beban	Naik (rpm)	Turun (rpm)
10 meter	(100 gram)	102,4 m/min (Terkoneksi)	130,7 m/min (terkoneksi)
20 meter	(100 gram)	97,4 m/min (Terkoneksi)	127 m/min (terkoneksi)
30 meter	(100 gram)	102 m/min (terkoneksi)	128 m/min (terkoneksi)
40 meter	(100 gram)	Koneksi terputus	Koneksi terputus

Sumber: dokumentasi pribadi

Tabel 5. Hasil Pengujian Pergerakan Motor dc Beban 150 gram

Jarak tx-rx	Beban	Naik (rpm)	Turun (rpm)
10 meter	(150 gram)	95/4 m/min (terkoneksi)	130,3 m/min rpm (terkoneksi)
20 meter	(150 gram)	95 m/min rpm (terkoneksi)	128,3 m/min rpm (terkoneksi)
30 meter	(150 gram)	92 m/min rpm (terkoneksi)	129,8 m/min (terkoneksi)
40 meter	(150 gram)	Koneksi terputus	Koneksi terputus

Sumber: dokumentasi pribadi

Tabel 6. Hasil Pengujian Pergerakan Motor dc Beban 200 gram

Jarak tx-rx	Beban	Naik (rpm)	Turun (rpm)
10 meter	(200 gram)	90,3 m/min (terkoneksi)	143,4 m/min (terkoneksi)
20 meter	(200 gram)	89,1 m/min (terkoneksi)	144,3 m/min (teroneksi)
30 meter	(200 gram)	89,6 m/min (terkoneksi)	145 m/min (terkoneksi)
40 meter	(200 gram)	Koneksi terputus	Koneksi terputus

Sumber: dokumentasi pribadi

Tabel 7. Hasil Pengujian Pergerakan Motor dc Beban 250 gram

Jarak tx-rx	Beban	Naik (rpm)	Turun (rpm)
10 meter	(250 gram)	80,4 m/min (terkoneksi)	154,5 m/min (terkoneksi)
20 meter	(250 gram)	80,2 m/min (terkoneksi)	153,7 m/min (terkoneksi)
30 meter	(250 gram)	79,9 m/min (terkoneksi)	154,5 m/min (terkoneksi)
40 meter	(250 gram)	Koneksi terputus	Koneksi terputus

Sumber: dokumentasi pribadi

Tabel 8. Hasil Pengujian Pergerakan Motor dc Beban 300 gram

Jarak tx-rx	Beban	Naik (rpm)	Turun (rpm)
10 meter	(300 gram)	70,3 m/min (terkoneksi)	159,4 m/min (terkoneksi)
20 meter	(300 gram)	70,1 m/min (terkoneksi)	159,3 m/min (terkoneksi)
30 meter	(300 gram)	70,6 m/min (terkoneksi)	159,7 m/min (terkoneksi)
40 meter	(300 gram)	Koneksi terputus	Koneksi terputus

Sumber: dokumentasi pribadi

Pada pengujian pergerakan motor dc pergerakan pengangkatan beban bertujuan untuk mengevaluasi performa motor dalam mengangkat beban secara efektif dan stabil. Pengujian ini mencakup analisis kecepatan putar rpm, kemampuan motor dalam berbagai kapasitas berat beban dan serta memastikan bekerja dengan optimal sesuai dengan kapasitas motor. Hasil pengujian ini bisa dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 9. Hasil Pengujian Pergerakan Motor dc Beban 350 gram

jarak tx-rx	beban	naik	turun
10 meter	(350 gram)	66,3 m/min (terkoneksi)	motor tidak mampu menahan beban
20 meter	(350 gram)	66,1 m/min (terkoneksi)	motor tidak mampu menahan beban
30 meter	(350 gram)	66,6 m/min (terkoneksi)	motor tidak mampu menahan beban
40 meter	(350 gram)	koneksi terputus	motor tidak mampu menahan beban

Sumber: dokumentasi pribadi

Tabel 10. Hasil Pengujian Pergerakan Motor dc Beban 400 gram

Jarak tx-rx	Beban	Naik	Turun
10 meter	(400 gram)	Motor tidak mampu menangkat beban	Tidak ada data
20 meter	(400 gram)	Motor tidak mampu menangkat beban	Tidak ada data
30 meter	(400 gram)	Motor tidak mampu menangkat beban	Tidak ada data
40 meter	(400 gram)	Koneksi terputus	Tidak ada data

Sumber: dokumentasi pribadi

Analisis Data

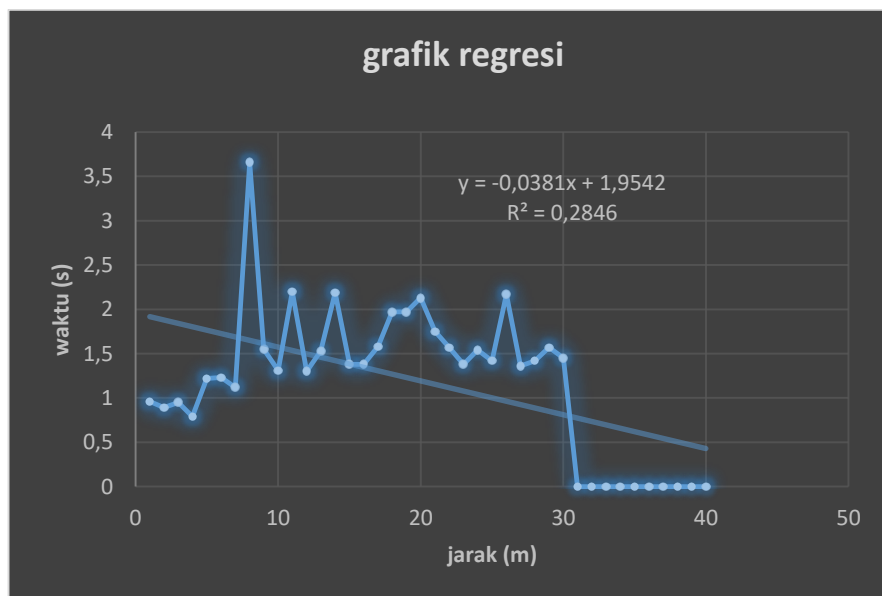
Analisis Data Pengujian Jangkauan Pengontrolan Jarak

Pada analisis data ini penulis menggunakan metode analisis regresi linier. Analisis regresi linier sendiri adalah metode statistika yang di gunakan untuk membentuk model hubungan antara variabel terkait (dependent, y) dengan satu atau lebih variabel bebas (independent, x). Apabila banyaknya variabel bebas hanya ada satu, disebut regresi linier sederhana, sedangkan apabila lebih dari satu disebut regresi linier berganda. Deny kurniawan (2008).

Analisis regresi linier memiliki tujuan yaitu mengidentifikasi hubungan antara variabel, bisa di jelaskan regresi linier di gunakan apakah terdapat hubungan antara variabel dependen (x) dan variabel independent (y). Dengan ini peneliti dapat memahami apakah perubahan satu variabel mempengaruhi variabel lainnya. Selain itu analisis ini juga memiliki kegunaan lain yaitu membuat prediksi, mengukur kekuatan hubungan, menilai signifikansi statistik, mendukung pengambilan keputusan dan menyederhanakan hubungan kompleks. Dalam analisis pengujian pengontrolan jarak ini menggunakan analisis regresi linier sederhana dimana variabel (x) adalah jarak dan variabel (y) adalah waktu, berikut analisisnya bisa dilihat pada dibawah ini:

Pada analisis ini memakai rumus regresi linier sederhana $y = a + bx$ dengan keteranganya (y) adalah variebel dependen kemudian (x) variabel indepenđen, (a) konstanta (nilai y apabila $x = 0$) dan (b) koefisien regresi (nilai peningkatan atau penurunan). Langkah selanjutnya yaitu menghitung nilai a dan b, dengan menggunakan rumus $a = \frac{(\sum Yi) (\sum Xi^2) - (\sum Xi) (\sum Xi Yi)}{n (\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}$ dan $b = \frac{n \sum Xi Yi - (\sum Xi)(\sum Yi)}{n \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}$.

Setelah semua data pengujian dimasukan ke dalam rumus regresi linier bedasarkan hasil analisis menggunakan analisis regresi linier sederhana, persamaan regresi linier antara variabel indepenđen (jarak) dan variabel dependen (delay waktu) $Y = 1.954254 + -0.0381X$.



Sumber: dokumentasi pribadi

Gambar 8. Grafik Regresi Linier

Bisa di jelaskan dari hasil analisis regresi linier diatas menunjukan bahwa nilai intercept (a) = 1.9542 yang artinya jika $X = 0$, maka nilai Y diperkirakan 1.9542 kemudian koefisien regresi (b) = -0.0381 menunjukan bahwa setiap 1 meter dalam jarak akan mengurangi nilai Y sebesar 0.03634. dari hasil analisis ini menyimpulkan bahwa hasil regresi menunjukan bahwa hubungan negatif antara jarak dan variabel yang di ukur, artinya semakin besar jaraknya, semakin kecil hasil yang di peroleh. Yang artinya semakin jauh jaraknya, waktu delay cenderung lebih kecil. Hubungan ini tidak terlalu kuat karena banyak faktor lain yang memengaruhi waktu delay, bukan hanya jarak. Ada kemungkinan faktor teknis lain yang menyebabkan pola ini, misalnya gangguan pada jarak dekat atau kestabilan sinyal pada jarak tertentu.

Analisis data pergerakan motor *stteper* 1

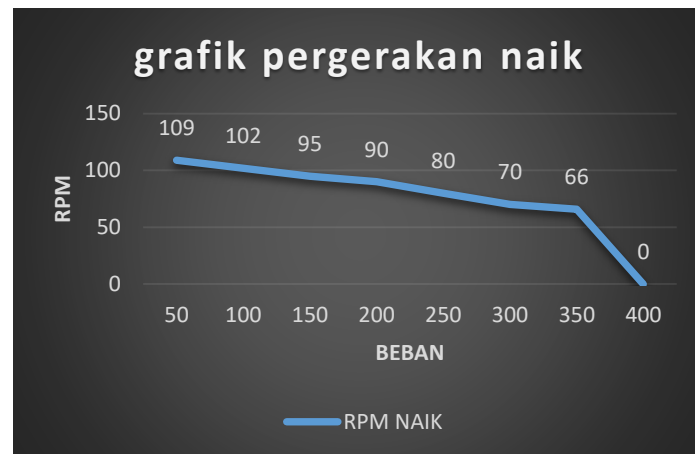
Bedasarkan hasil pengujian pergerakan motor *stteper* 1 menunjukan bahwa kecepatan motor tertinggi terjadi pada jarak 10 meter, yaitu 365,5 meter/min untuk pergerakan maju dan 463m/min untuk pergerakan mundur. Namun, kecepatan ini menurun secara signifikan seiring dengan bertambahnya jarak, di mana pada jarak 20 meter dan 30 meter terjadi penurunan bertahap hingga 134 m/min (maju) dan 108 m/min (mundur). Pada jarak 40 meter, motor tidak memberikan respons sama sekali, dikarenakan koneksi perangkat terputus yang menunjukkan adanya batas kemampuan sistem kontrol pada jarak tersebut. Kecepatan mundur cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan kecepatan maju pada semua jarak, mengindikasikan bahwa motor lebih efisien saat bergerak mundur. Secara keseluruhan, performa motor *stteper* menunjukkan efisiensi terbaik pada jarak pendek, tetapi menurun secara bertahap pada jarak yang lebih jauh hingga akhirnya tidak merespons.

Analisis data pengujian pergerakan motor *stteper*

Bedasarkan hasil pengujian pergerakan motor *stteper* 2 menunjukan bahwa Pada arah kanan, kecepatan tertinggi tercatat pada jarak 30 meter dengan nilai 257,2 m/min, sedangkan pada jarak 10 meter, kecepatan mencapai 243,1 m/min, menunjukkan performa yang masih optimal pada jarak pendek. Di jarak 20 meter, kecepatan menurun menjadi 134,5 m/min, namun kembali meningkat di jarak 30 meter. Sebaliknya, pada arah kiri, kecepatan tertinggi dicapai pada jarak 10 meter dengan nilai 237,2 m/min, kemudian menurun tajam di jarak 20 meter menjadi 113 m/min, dan sedikit meningkat di jarak 30 meter menjadi 166,7 m/min. Pada jarak 40 meter, baik untuk arah kanan maupun kiri, motor tidak merespons karena kemungkinan adanya keterbatasan sistem, dikarenakan pada jarak lebih dari 30 meter perangkat

terputus dan tidak bisa di kontrol. Secara keseluruhan, performa motor pada arah kanan cenderung lebih stabil dan lebih tinggi dibandingkan arah kiri, dengan perbedaan signifikan pada kecepatan di beberapa jarak tertentu.

Analisis Data Pengujian Motor dc Pergerakan Naik/Hoist

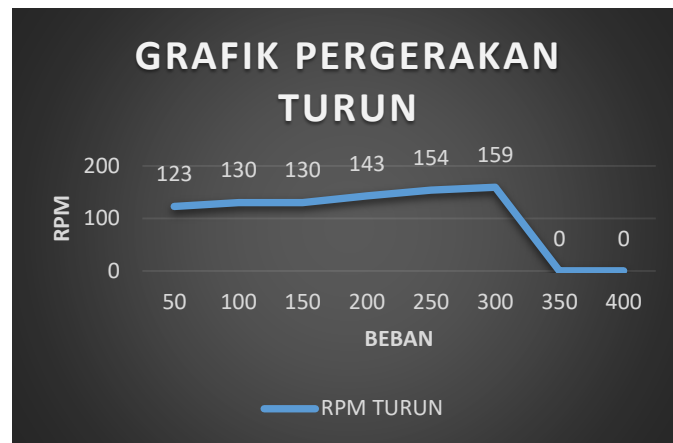


Sumber: dokumentasi pribadi

Gambar 9. Grafik Pengujian Pergerakan Motor dc Pergerakan Naik

Bedasarkan hasil analisa pengujian pergerakan motor dc naik/*hoist* menunjukan memiliki kecepatan cenderung menurun dengan seiring bertambahnya beban, di mana pada beban yang ringan seberat 50 gram, kecepatan mencapai 109-117 m/min, sedangkan pada beban seberat 350 gram, kecepatan menurun hingga 66 m/min. Motor ini mampu mengangkat beban hingga 350 gram pada jarak maksimal 30 meter, namun pada jarak 40 meter perangkat terputus di semua beban, hal ini menunjukan bahwa motor tidak dapat berfungsi pada jarak tersebut di karenakan koneksi perangkat yang terputus. Kemudian motor tidak mampu mengangkat beban di atas 350 gram, seperti pengujian pada beban 400 gram, yang menunjukan bahwa adanya keterbatasan spesifikasi mari motor dc tersebut. Dapat disimpulkan bahwa semakin berat beban yang di uji kinerja motor dc semakin menurun serta ketidakmampuan motor mengankat beban tertentu dan motor dc ini optimal bisa mengangkat beban hingga seberat 350 gram dengan jarak 30. meter.

Analisa Data Pengujian Motor dc Pergerakan Turun



Sumber: dokumentasi pribadi

Gambar 10. Grafik Pengujian Pergerakan Motor dc Pergerakan Turun

Berdasarkan hasil analisa pengujian motor dc pergerakan turun motor dapat beroperasi dengan baik pada beban hingga 300 gram dengan kecepatan maksimal 159 m/min hingga jarak 30 meter. Pada beban lebih dari 300 gram motor tidak mampu menahan beban, sehingga beban yang di angkat akan turun dengan sendirinya. Kemudian pada jarak 40 meter perangkat terputus dan perangkat tidak bisa beroperasi pada seluruh beban, hal itu menunjukkan bahwa motor tidak dapat mempertahankan kinerja pada karak tersebut. Dapat disimpulkan dari analisis yang telah dilakukan, motor hanya mampu beroperasi optimal pada pergerakan menurun maksimum pada berat 300 gram dan jarak maksimal 30 meter, lebih dari beban itu motor hanya sanggup mengangkat namun tidak bisa menahan beban sehingga mengakibatkan beban yang di angkat bergerak menurun dengan sendirinya.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut. Sistem kontrol overhead crane otomatis berbasis Arduino yang dirancang berhasil bekerja dengan baik hingga radius jarak 30 meter. Sistem ini mampu meningkatkan efisiensi dan keselamatan kerja dengan pengendalian berbasis nirkabel menggunakan Android. Pengujian pada kinerja motor menunjukkan bahwa semua motor dapat berfungsi secara optimal dalam menggerakkan crane untuk beban hingga 350 gram, namun beban di atas 350 gram menyebabkan kinerja motor menjadi tidak stabil. Hasil penelitian ini menunjukkan keberhasilan dalam mengurangi keterlibatan pengontrolan manual,

meningkatkan tingkat keamanan, serta mendukung efisiensi kerja dalam penggunaan overhead crane.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, saran untuk pengembangan lebih lanjut adalah sebagai berikut. Peneliti selanjutnya dapat menggunakan komponen mekanik yang lebih presisi, terutama pada bagian rel dan lintasan crane, guna mengurangi risiko ketidakstabilan gerakan crane selama pengoperasian. Selain itu, disarankan untuk menambah kapasitas motor DC yang lebih besar agar mampu mengangkat beban yang lebih berat sesuai dengan kebutuhan. Penambahan sensor load cell juga diperlukan untuk mengetahui berat beban yang diangkat oleh crane serta memungkinkan penghentian otomatis apabila beban yang diangkat melebihi kapasitas motor, guna mencegah kerusakan alat dan potensi kecelakaan kerja. Peneliti selanjutnya juga dapat mengembangkan aplikasi kontrol berbasis Android agar memiliki jangkauan yang lebih luas serta mampu menampilkan data secara aktual, seperti berat beban dan kondisi koneksi.

REFERENSI

- Banaina, I., Subekti, A., Anindita, G., & Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja. (2023). *Analisis kecelakaan automatic stacking crane menggunakan metode accident evolution barrier (AEB) di perusahaan jasa petikemas. 7th Conference on Safety Engineering and Its Application*. Retrieved from <https://journal.ppns.ac.id/index.php/seminarK3PPNS/article/view/1766>.
- Bastian, R. (2017). *Rancang bangun alat pengangkut barang (Crane) berbasis Bluetooth*. Universitas Jember. Retrieved from <https://repository.unej.ac.id/handle/123456789/78515> (Diakses: 24 Juli 2024).
- Febri Antika, W., & Rifwan, F. (2023). *Studi literatur: Kecelakaan kerja penggunaan tower crane pada proyek konstruksi*. Retrieved from https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=id&user=6PJThNYAAAAJ&cstart=20&pagesize=80&citation_for_view=6PJThNYAAAAJ:HDshCWvjkbEC (Diakses: 23 Juli 2024).
- Ferlianto, H., & Yuliananda, S. (n.d.). *Rancang bangun alat pemindah barang secara otomatis dengan metode mesin katrol (Crane Machine) berbasis Atmega16*. *Elsains*, 1(1). Retrieved from <https://jurnal.untag-sby.ac.id/index.php/EL-SAINS/article/view/1857> (Diakses: 17 Juli 2025).
- Harjanto, A., & Saputra, B. (2022). *Desain dan simulasi kendali otomatis crane berbasis IoT untuk efisiensi operasional*. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, 8(2), 101–112. <https://doi.org/10.1234/jtr.v8i2.1023> (Diakses: 15 Agustus 2024).
- MH, A. A. P. (2020). *Analisis pengoperasian tower crane*. *Jurnal Ilmiah Desain & Konstruksi*, 19(1), 75–83. <https://doi.org/10.35760/dk.2020.v19i1.2698> (Diakses: 1 Agustus 2024).

- Novriadi, A., & Putera Batam, U. (2019). *Perancangan pengontrolan overhead crane menggunakan kabel dan nirkabel berbasis Arduino*. *Jurnal Teknologi Terapan*, 7(2). Retrieved from <https://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/jtt/article/view/679> (Diakses: 27 Juli 2024).
- Ohnishi, E., Tsuboi, I., Egusa, T., Uesugi, M., & Kaisha, K. (n.d.). *Automatic control of an overhead crane*. *ScienceDirect*. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474667017637479> (Diakses: 2 Agustus 2024).
- Omar, M. N., Ismail, M. M., Ayob, M. N., & Arith, F. (2021). *Wireless control modelling for overhead crane*. *Journal of Physics: Conference Series*, 2107(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2107/1/012033> (Diakses: 6 Agustus 2024).
- Putri, F. A. D., Rajiman, R., Winarsih, A. L. C., & Rahadiano, D. (2023). *Perbandingan efisiensi pemakaian tower crane dan mobile crane pada gedung bertingkat*. *Insologi: Jurnal Sains dan Teknologi*, 2(3), 643–656. <https://doi.org/10.55123/insologi.v2i3.2284> (Diakses: 6 Agustus 2024).
- Ramadhan, F., & Yusman, E. (2021). *Analisis pengaruh kecepatan angkat terhadap kestabilan crane menggunakan metode simulasi FEM*. *Jurnal Mekanika Terapan*, 9(3), 150–163. <https://doi.org/10.1234/jmt.v9i3.2047> (Diakses: 18 Agustus 2024).
- Sejati, B. S., & Anshory, I. (n.d.). *Sistem kendali overhead crane dengan wireless control menggunakan smartphone Android dan tampilan LCD berbasis Arduino*. Retrieved from <http://eprints.umsida.ac.id/5646/1/SURAT%20PERNYATAAN%20DAN%20JURNAL%20141020100034%20BAYU%20SUKMA%20SEJATI.pdf> (Diakses: 10 Agustus 2024).
- Widodo, D. A., & Santoso, H. (2020). *Optimasi pergerakan overhead crane berbasis PID controller untuk meningkatkan akurasi penempatan beban*. *Jurnal Teknik Mesin dan Otomasi*, 11(1), 50–65. <https://doi.org/10.1234/jtmo.v11i1.3021> (Diakses: 20 Agustus 2024).
- Wijaya, R. G. (2020). *Pengatur gerakan crane secara nirkabel*. *Jurnal Teknik Elektro*, 1(1), 1–2. Retrieved from <http://eprints.dinus.ac.id> (Diakses: 4 Juli 2024).
- Yusuf, A., & Prasetyo, R. (2019). *Implementasi sensor accelerometer pada sistem pendeteksi getaran crane untuk mencegah kecelakaan kerja*. *Jurnal Teknologi Keamanan Industri*, 5(2), 75–88. <https://doi.org/10.1234/jtki.v5i2.4025> (Diakses: 22 Agustus 2024).