



Rancang Bangun Pengendali *Hoist Crane* Berbasis Jaringan Menggunakan Aplikasi Android

Rivo Restu Ananda Putra¹, Sri Mulyanto Herlambang², Henna Nurdiansari³

^{1,2,3}Politeknik Pelayaran Surabaya, Indonesia

Abstract. *The phenomenon that occurs in the load lifting system is the need for an efficient and reliable mechanism to move the crane hoist pulley vertically and horizontally. This study aims to design and test a crane hoist system that uses a DC motor and a stepper motor controlled by an L293D motor driver, and to develop an application based on MIT App Inventor to control the movement of the motor. The research method used is integrated hardware and software design, followed by testing the performance of the motor, driver, and the application developed. Testing was carried out under limited load conditions, to measure the motor speed, voltage, and current used at loads of 10 to 100 grams. The results of the study showed that the system can function well at varying speeds, and the motor is able to lift a maximum load of up to 100 grams with a speed that decreases according to the weight of the load. The MIT App Inventor application successfully controls the motor effectively via a WiFi connection with a maximum distance of 10 meters, and loads the operation of the crane vertically and horizontally. This study proves that the designed system is able to work optimally in lifting and moving loads, and the application developed provides easy and efficient control.*

Keywords: *DC Motor, Hoist Crane, MIT App Inventor, Stepper Motor, Wifi Control.*

Abstrak. Fenomena yang terjadi pada sistem pengangkatan beban adalah kebutuhan akan mekanisme yang efisien dan dapat diandalkan untuk menggerakkan katrol hoist crane secara vertikal dan horizontal. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji sistem hoist crane yang menggunakan motor DC dan motor stepper yang dikendalikan oleh driver motor L293D, serta mengembangkan aplikasi berbasis MIT App Inventor untuk mengontrol pergerakan motor tersebut. Metode penelitian yang digunakan adalah perancangan perangkat keras dan perangkat lunak secara terintegrasi, diikuti dengan pengujian terhadap kinerja motor, driver, serta aplikasi yang dikembangkan. Pengujian dilakukan dengan kondisi beban terbatas, untuk mengukur kecepatan motor, tegangan, dan arus yang digunakan pada beban 10 hingga 100 gram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi dengan baik pada kecepatan yang bervariasi, dan motor mampu mengangkat beban maksimal hingga 100 gram dengan kecepatan yang berkurang sesuai dengan berat beban. Aplikasi MIT App Inventor berhasil mengontrol motor secara efektif melalui koneksi WiFi dengan jarak maksimal 10 meter, dan memuat pengoperasian crane secara vertikal dan horizontal. Penelitian ini membuktikan bahwa sistem yang dirancang mampu bekerja secara optimal dalam pengangkatan dan pergerakan beban, serta aplikasi yang dikembangkan memberikan kontrol yang mudah dan efisien.

Kata Kunci: App Inventor, Hoist Crane, Motor DC, MIT Kontrol WiFi, Motor Stepper.

1. PENDAHULUAN

Di era modern sekarang perkembangan teknologi yang begitu sangat pesat kemajuannya dan pertumbuhan penduduk yang semakin tinggi serta mudahnya pengiriman barang antar wilayah regional maupun internasional menyebabkan konsumtif masyarakat tinggi. Termasuk dalam bidang transportasi laut sebagai poros perdagangan internasional yaitu biaya pengiriman yang murah dan daya angkut yang tinggi, maka beberapa alat yang berfungsi untuk proses bongkar muat yaitu *crane*. Pesawat angkat jenis *crane* yang di butuhkan adalah *Hoist Crane*. *Hoist Crane* bagian jenis pesawat angkat yang banyak di pakai dalam proses pengangkatan muatan dengan berat ringan sampai muatan dengan berat medium. Pesawat

angkat ini dilengkapi dengan roda dan lintasan rel agar dapat bergerak maju dan mundur sebagai penunjang proses kerjanya. Tetapi dalam proses kerjanya *crane* masih di kendalikan secara manual oleh operator dengan menggunakan *remote control* agar *crane* dapat berpindah tempat ke arah yang diinginkan. Penggunaan *remote control* ini memiliki keterbatasan jarak.

Penanggulangan untuk mengatasi permasalahan di atas adalah dengan merancang suatu alat pengontrol *crane* bisa juga dengan memanfaatkan teknologi *jaringan* pada *smartphone android*, dimana *smartphone android* ini sebagai pengendali *hoist crane* agar memudahkan operator *crane* untuk mengontrolnya, yang sebelumnya untuk mengontrol *crane* masih membutuhkan asisten operator *crane*, serta dapat meminimalisir terjadinya resiko kecelakaan kerja.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Crane

Crane adalah alat berat yang berfungsi sebagai alat pengangkut material, sebagai alat berat yang tidak dapat berpindah tempat dan harus dapat menjangkau seluruh proyek, sehingga penempatan *crane* perlu direncanakan dengan baik dan untuk mendapatkan waktu siklus yang minimal (Sutanto & Syyidati, 2021). Jangkauannya hingga puluhan meter *crane* biasanya digunakan dalam pekerjaan proyek, pelabuhan, perbengkelan, industri, pergudangan dll.

ESP 32

ESP32 adalah mikrokontroler berbasis sistem-on-chip (SoC) yang dikembangkan oleh Espressif Systems. Memiliki prosesor dual-core Xtensa 32-bit, ESP32 menawarkan performa yang tinggi untuk kebutuhan aplikasi IoT. Selain konektivitas WiFi, ESP32 juga mendukung *Bluetooth Low Energy* (BLE), menambah fleksibilitas dalam implementasi. (Fahlevi and Gunawan, 2021).

LM2596

LM2596 adalah sebuah regulator tegangan step-down (penurunan tegangan) yang populer dan efisien yang diproduksi oleh beberapa produsen, termasuk Texas Instruments. Modul ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi elektronik untuk mengubah tegangan DC (Tegangan Kontinyu) yang lebih tinggi menjadi tegangan yang lebih rendah.

IC A4988

IC A4988 adalah sebuah driver motor stepper 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 sistem mikrokontroler.

IC LM293D

IC LM293D adalah IC yang didesain khusus sebagai Driver Motor DC dan dapat dikendalikan dengan rangkaian TTL maupun mikrokontroler. Motor DC yang dikontrol dengan driver IC L293D dapat dihubungkan ke ground maupun ke sumber tegangan positif karena di dalam driver L293D sistem driver yang digunakan adalah totem pool. Dalam 1 unit chip IC L293D terdiri dari 4 buah driver motor DC yang berdiri sendiri sendiri dengan kemampuan mengalirkan arus 1 Ampere tiap drivernya. Sehingga dapat digunakan untuk membuat driver H-bridge untuk 2 buah motor DC (Marcheriz & Fitriani, 2023).

Driver HX711

HX711 adalah konverter analog-ke-digital (ADC) 24-bit yang dirancang khusus untuk aplikasi timbangan berat dan kontrol industri. Komponen ini memungkinkan antarmuka langsung dengan sensor jembatan, seperti *load cell*, yang umum digunakan dalam pengukuran berat.

Load Cell

Load cell adalah sensor yang mengubah gaya atau beban menjadi sinyal listrik yang dapat diukur dan dianalisis. Alat ini umumnya terdiri dari elemen elastis dengan *strain gauge* yang terpasang, yang merespons perubahan tekanan atau gaya dengan mengubah resistansinya. Saat beban diterapkan, elemen elastis mengalami deformasi, menyebabkan perubahan resistansi pada *strain gauge*, yang kemudian dikonversi menjadi sinyal listrik.

Limit switch

Limit switch adalah saklar mekanis yang digunakan untuk mendeteksi atau membatasi gerakan suatu objek. Ketika objek menyentuh tuas atau bagian dari *limit switch*, saklar ini akan berubah posisi, mengirimkan sinyal ke sistem kontrol (misal Arduino) untuk mengambil tindakan, seperti menghentikan motor atau mengubah arah gerakan.

Rotary Encoder

Rotary Encoder adalah sensor elektro-mekanis yang digunakan untuk mengukur rotasi, sudut, atau pergerakan linear suatu objek. Perangkat ini mengubah gerakan rotasi menjadi sinyal listrik yang dapat dibaca oleh mikrokontroler seperti **Arduino**. *Rotary encoder* sering digunakan dalam aplikasi seperti kontrol volume digital, robotika, dan sistem otomasi industri.

Buzzer

Buzzer Arduino adalah salah satu komponen yang biasa dipadukan dalam rangkaian elektronik. Apabila kamu pernah mendengar ada bunyi *beep-beep* pada perangkat elektronik, maka itu adalah suara buzzer. Penggunaan buzzer biasanya ditemukan pada meteran listrik yang menggunakan pulsa, oven, sepeda motor, jam alarm, bel rumah, suara input *keypad*, bel sepeda, dan sebagainya. Namun untuk buzzer yang digunakan pada Arduino bukanlah jenis yang sembarangan. Buzzer pada Arduino haruslah memiliki tegangan 5 volt ke bawah. Tetapi apabila ingin menggunakan buzzer yang tegangannya lebih dari 5 volt, maka kamu butuh penguat tegangan seperti transistor 2n2222.

Motor DC

Motor Direct Current (DC) adalah jenis motor listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dengan menggunakan prinsip elektromagnetik. Motor DC bekerja dengan memanfaatkan interaksi antara medan magnet yang dihasilkan oleh arus listrik dan medan magnet permanen pada motor.

Adaptor Power Supply

Adaptor power supply atau juga dikenal sebagai adaptor AC-DC atau adaptor daya adalah perangkat yang digunakan untuk mengonversi arus listrik bolak-balik (AC) dari sumber daya utama menjadi arus listrik searah (DC) yang dapat digunakan untuk mengoperasikan perangkat elektronik. Adaptor *power supply* biasanya terdiri dari dua komponen utama, yaitu unit catu daya AC-DC dan kabel listrik.

Arduino IDE

Arduino IDE atau yang dikenal dengan Integrated Development Environment (IDE) merupakan *software* yang bersifat open-source, *Software* ini menyediakan lingkungan pemrograman yang user-friendly bagi pengembang perangkat keras. IDE ini mendukung bahasa pemrograman berbasis Wiring, yang mempermudah penulisan kode untuk

mikrokontroler.

Aplikasi Android App Inventor

App Inventor adalah sebuah aplikasi web open source yang disediakan oleh Google untuk memudahkan dalam membuat aplikasi perangkat mobile, khususnya aplikasi Android. App Inventor dikembangkan oleh Google melalui proyek pendidikan Google *Education*. App Inventor memungkinkan pengguna, termasuk yang tidak memiliki latar belakang pemrograman, untuk membuat aplikasi perangkat mobile dengan menggunakan pendekatan visual programming.

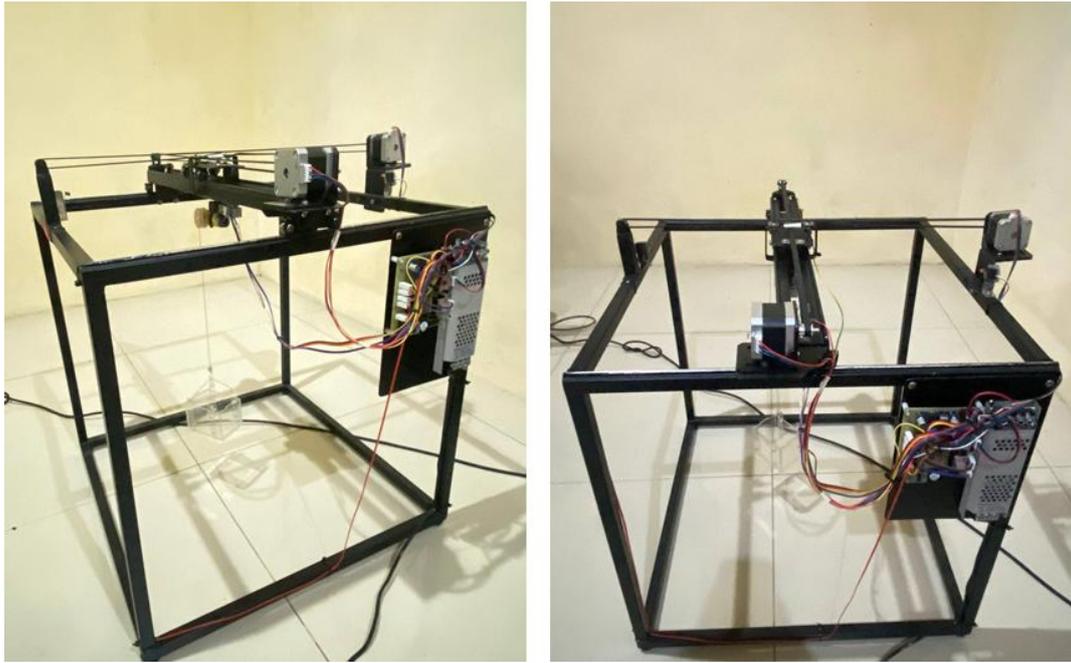
3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pengendali *Hoist Crane* berbasis jaringan menggunakan aplikasi Android. Dengan pendekatan eksperimen dan desain, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan sistem yang efektif dalam mengendalikan *Hoist Crane* dengan berbagai fitur, seperti pergerakan, pengukuran beban, dan pemberian notifikasi jika beban berlebih.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Perancangan *Hoist Crane*

Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan, peneliti berhasil merancang alat *Hoist Crane* berbasis jaringan yang dapat dikendalikan melalui aplikasi Android. Alat ini dirancang sebenarnya dipergunakan untuk mempermudah serta meningkatkan efisiensi kerja operator dalam mengendalikan *hoist crane* di lapangan. Desain *hoist crane* ini mencakup berbagai komponen yang bekerja bersama untuk mengoperasikan sistem secara keseluruhan. Komponen utama yang terlibat dalam perancangan ini antara lain adalah platform, motor, mikrokontroler, sensor, driver motor, dan sumber daya (catu daya). Adapun tampilan kerangka *hoist crane* yang telah peneliti rancang, dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. Tampilan Perancangan Kerangka Hoist Crane

Pada gambar di atas, ditampilkan hasil akhir dari alat *hoist crane* yang telah berhasil dirancang dan dibuat. Untuk seluruh komponen yang digunakan, peneliti menggunakan dua motor Stepper NEMA 17 yang terpasang pada jalur line X dan Y untuk menggerakkan crane secara horizontal. Motor ini diatur menggunakan driver A4988 yang berfungsi untuk mengontrol kecepatan dan arah pergerakan motor stepper. Pada rancangan alat tersebut juga dapat dilihat, peneliti menggunakan motor DC untuk hoistnya yang dapat menggerakkan mekanis pengangkatnya (hoist), jadi hoist inilah yang digunakan untuk mengangkat beban dari bawah ke atas, atau sebaliknya. Untuk hoist sendiri dikendalikan menggunakan pengontrol dari aplikasi, naik, turun, maju dan mundur berdasarkan arahan gerakan dari 2 Stepper tersebut. Selain itu, semua komponen yang dipergunakan dalam penelitian ini di simpan ke dalam box panel, dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini:



Gambar 2. Penggunaan Komponen Keseluruhan

Berdasarkan gambar 2 di atas, merupakan seluruh penyimpanan komponen yang digunakan, seperti mikrokontroller ESP32, Modul Driver, Stepdown, Catu Daya Adaptor *Power Supply 10 Ampere*, dan komponen *electrical* pendukung lainnya.

Pengujian *Prototype Hoist Crane*

Pengujian Driver Stepper Motor NEMA 17

Pada Tahapan ini, peneliti melakukan pengujian terhadap Driver Stepper Motor NEMA 17 untuk mengamati pergerakan saat dijalankan maju, mundur, kanan, kiri dengan tombol kontrol pada tampilan aplikasi android. Pengujian ini sendiri bertujuan untuk memastikan bahwa driver stepper motor (A4988) ini dapat mengendalikan stepper motor sesuai dengan program atau tidak. Adapun hasil pengujian dari Driver Stepper motor NEMA 17, dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Pengujian Driver Stepper Motor NEMA 17 dengan Tombol Kontrol

Tombol Kontrol	Respon	Keterangan
<i>UP</i>	Maju	✓
<i>DOWN</i>	Mundur	✓
<i>LEFT</i>	Kiri	✓
<i>RIGHT</i>	Kanan	✓

Berdasarkan tabel 1 di atas, merupakan hasil pengujian Driver Stepper NEMA 17 dengan tombol kontrol pada tampilan aplikasi android. Pada pengujian tersebut dijelaskan bahwa respon Driver Stepper Motor NEMA 17 terhadap tombol kontrol pada tampilan android telah sesuai.

Pengujian Katrol Driver Motor L293D

Tahap selanjutnya dalam pengujian adalah menguji performa driver motor L293D pada katrol *hoist crane* dengan beban yang bervariasi beratnya. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur kemampuan alat dalam mengangkat beban vertikal dari 10 gram hingga 100 gram. Motor yang digunakan adalah Motor DC 5 Volt, yang dikendalikan dengan driver L293D untuk menarik atau menurunkan tuas atau katrol *hoist crane*. Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana motor dapat bekerja dengan beban yang meningkat, serta untuk menguji batas kapasitas beban sebelum alat mengalami penurunan performa atau *overload*. Berikut adalah pengujian yang dilakukan pada beberapa level beban, mulai dari 10g hingga 100g, dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini:



Gambar 3. Pengujian Katrol dengan Limit Load 10-100 gr

Mengingat *box crane* yang kecil, sehingga pengujian ini menggunakan *range limit load* 10-100 gr saja agar box akrilik yang digunakan tidak rusak. Berdasarkan gambar 3 di atas, peneliti melakukan pengujian untuk mengangkat beban yang tercatat hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini:

Tabel 2. Pengujian Katrol dengan Limit Load 10-100 gr

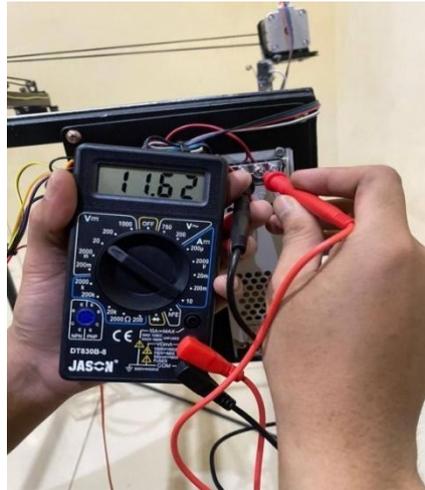
No.	Limit Load atau Beban (gr)	Putaran (RPM)	Parameter Kinerja	
			Tegangan (Volt)	Arus (Ampere)
1	10	1026	3.11	0.40
2	20	513	3.14	0.43
3	30	342	3.17	0.45
4	40	256.5	3.19	0.48
5	50	205.2	3.22	0.50
6	60	171	3.25	0.53
7	70	142	3.28	0.57
8	80	128	3.31	0.61
9	90	114	3.35	0.64
10	100 Overload	0	0	0

Berdasarkan tabel 2 di atas dapat jelaskan bahwa untuk tabel yang berwarna hijau katrol crane dapat mengangkat beban dengan normal sedangkan untuk tabel yang berwarna merah katrol crane mengalami *overload*. Adapun untuk hasil pengujian dijelaskan sebagai berikut:

- a. Pada beban 10 gram, motor mencapai 1026 RPM dengan tegangan 3.11 Volt dan arus 0.40 Ampere. Pada beban 20 gram, kecepatan putaran adalah 513 RPM dengan tegangan 3.14 Volt dan arus 0.43 *Ampere*. Pengujian dilanjutkan hingga beban 90 gram, di mana motor berputar pada 114 RPM dengan tegangan 3.35 Volt dan arus 0.64 *Ampere*. Seiring dengan meningkatnya beban, kecepatan putaran atau RPM akan semakin menurun sedangkan tegangan dan arus semakin meningkat.
- b. Ketika pada beban 100 gram sistem mencapai *overload*, motor berhenti berputar dan parameter tercatat 0. Hal ini menandakan bahwa Katrol Crane telah mencapai batas maksimal kapasitas pengangkatan dan tidak dapat dioperasikan lebih lanjut.

Pengujian Catu Daya

Tahap selanjutnya, yaitu peneliti melakukan pengujian pengukuran terhadap catu daya yang digunakan untuk *supply* komponen dan beban yang digunakan. Catu daya yang digunakan dalam penelitian ini yaitu adaptor *power supply* 12 volt 10 *ampere*. Adapun hasil pengukuran tegangan, yaitu dapat dilihat pada gambar 4 di bawah ini:



Gambar 4. Pengujian Catu Daya *Power Supply* 12 Volt 10 Ampere

Dari hasil pengukuran pada catu daya, diperoleh hasil tegangan yang terbaca yaitu 11.62 volt, yang artinya catu daya ini perlu di turunkan tegangannya hingga mencapai nilai 5 volt untuk mensupply beban mikrokontroler ESP32 yang sejatinya memerlukan tegangan operasional 5 volt. Hasil penurunan setelah di *step-down* dapat dilihat pada gambar 5 di bawah ini:

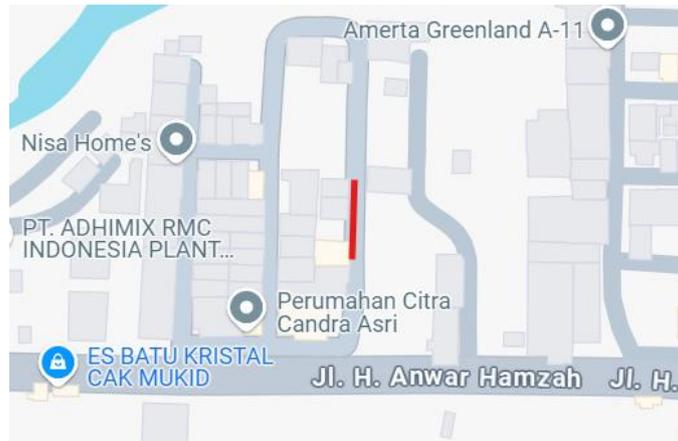


Gambar 5. Pengujian setelah Di *Step-down*

Setelah di *step-down*, tegangan output yang dihasilkan adalah 5V, yang merupakan tegangan yang dibutuhkan oleh ESP32 agar dapat beroperasi dengan stabil. Pengujian ini bertujuan untuk menguji kestabilan tegangan dan arus yang keluar dari adaptor dan konverter *step-down*, serta memverifikasi apakah catu daya ini dapat memenuhi kebutuhan daya seluruh sistem dengan aman tanpa terjadinya penurunan kualitas tegangan atau arus yang bisa mempengaruhi kinerja perangkat.

Pengujian Jarak Maksimal Koneksi WiFi

Tahap selanjutnya yaitu, peneliti menguji koneksi Wifi dengan jarak maksimal yang dapat dioperasikan. Jika pengujian jarak melebihi jarak maksimal dan banyak halangan maka *Hoist Crane* akan berhenti dan tidak dapat dioperasikan. Berikut adalah gambar jarak koneksi WiFi yang dilakukan oleh peneliti dapat dilihat pada gambar 6 di bawah ini:



Gambar 6. Jarak Pengujian

Pada gambar 6 diatas, dapat dilihat bahwa garis merah tersebut adalah tempat dan jarak pengujian. Dari tempat tersebut Peneliti telah menguji jarak koneksi sejauh 10 Meter. Berikut hasil pengujian jangkauan WiFi tanpa penghalang dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3. Tabel Uji Jangkauan Maksimal Wi-Fi Tanpa Penghalang

No.	WiFi	Jarak (Meter)	Delay Respon (s)	Fungsi
1	.Wifi ESP32	1	0	✓
		2	0	✓
		3	0	✓
		4	0	✓
		5	0	✓
		6	0	✓
		7	0	✓
		8	1	✓
		9	1	✓
		10	X	X

Setelah menguji koneksi WiFi tanpa halangan, peneliti menguji koneksi WiFi dengan halangan sejauh 10 Meter. Hasil dari pengujian jangkauan WiFi dengan penghalang dapat dilihat pada tabel 4 di bawah ini:

Tabel 4. Tabel Uji Jangkauan Maksimal Wi-Fi Dengan Penghalang

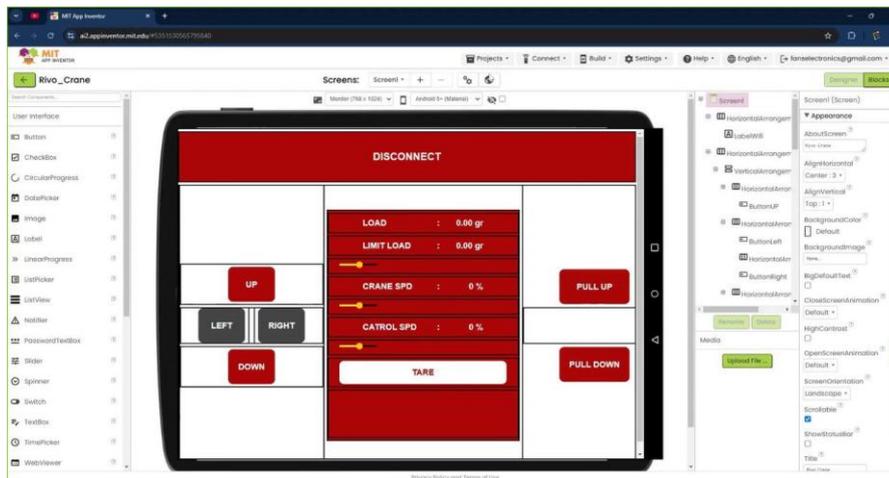
No.	WiFi	Jarak (Meter)	Delay Respon (s)	Fungsi
1	.Wifi ESP32	1	0	✓
		2	0	✓
		3	0	✓
		4	0	✓
		5	0	✓
		6	1	✓
		7	1	✓
		8	2	✓
		9	2	✓
		10	X	X

Berdasarkan pada tabel 3 dan 4 di atas pengujian dilakukan pada beberapa tingkat jarak yang berbeda. Pada jarak 1-9 Meter pengujian koneksi WiFi dapat berfungsi dan pada saat mencapai jarak 10 Meter pengoperasian tidak dapat berfungsi. Berdasarkan hasil pengujian diatas diketahui bahwa jarak jangkauan maksimal koneksi WiFi adalah 10 Meter. Pengujian di atas juga menguji tentang *delay* respon. Peneliti mengambil kesimpulan bahwa semakin jauh jarak dan dengan adanya penghalang maka respon yang di hasilkan semakin lambat.

Pengujian Perangkat Lunak

Pengujian Aplikasi MIT APP Inventory

Pada tahap ini, peneliti mengembangkan dan menguji perangkat lunak yang digunakan untuk mengendalikan sistem secara keseluruhan, menggunakan aplikasi berbasis MIT App Inventor. Aplikasi ini dirancang untuk mengontrol pergerakan motor stepper pada sumbu X dan Y (untuk menggerakkan katrol *hoist crane* secara horizontal) dan motor DC pada sumbu Z (untuk menggerakkan katrol secara vertikal). Aplikasi yang dikembangkan menggunakan MIT App Inventor memiliki antarmuka yang sederhana dan mudah digunakan. Adapun hasil tampilan dari aplikasi yang telah di rancang, yaitu dapat dilihat pada gambar 7 di bawah ini:



Gambar 7. Perancangan Aplikasi MIT APP Inventor

Dari tampilan UI aplikasi yang dirancang, peneliti mendesain beberapa menu yang berfungsi sebagai perintah aplikasi untuk menggerakkan *hoist crane* yang telah di rancang ini. Yaitu sebagai berikut:

a. Widget Tombol Kontrol Motor Stepper (X dan Y)

Menu utama aplikasi menampilkan tombol kontrol untuk menggerakkan motor stepper pada sumbu X dan Y. Tombol-tombol ini memungkinkan pengguna untuk menggerakkan motor ke arah kiri, kanan, maju, dan mundur (Left, Right, Up, dan Down). Setiap perintah akan dikirim melalui komunikasi nirkabel ke ESP32 yang akan mengendalikan driver motor stepper. Fungsi ini memungkinkan pengguna untuk mengatur posisi katrol pada arah horizontal dengan sangat fleksibel.

b. Widget Tombol Kontrol Katrol Motor DC (Sumbu Z)

Pada menu ini, peneliti mendesain widget PULL UP, yang artinya menaikkan katrol, dan tombol Pull Down, yang artinya menurunkan katrol motor. Tombol ini harus di tekan secara menahannya hingga posisi katrol terus naik ke atas ataupun turun ke bawah sesuai dengan yang diinginkan pengguna. Sebagai catatan, tombol ini tidak akan berfungsi sebagaimana mestinya jika terjadinya *overload* atau beban lebih yang terbaca oleh sistem.

c. Widget Tombol Kontrol Pengaturan Beban, Kecepatan Crane, dan Katrol

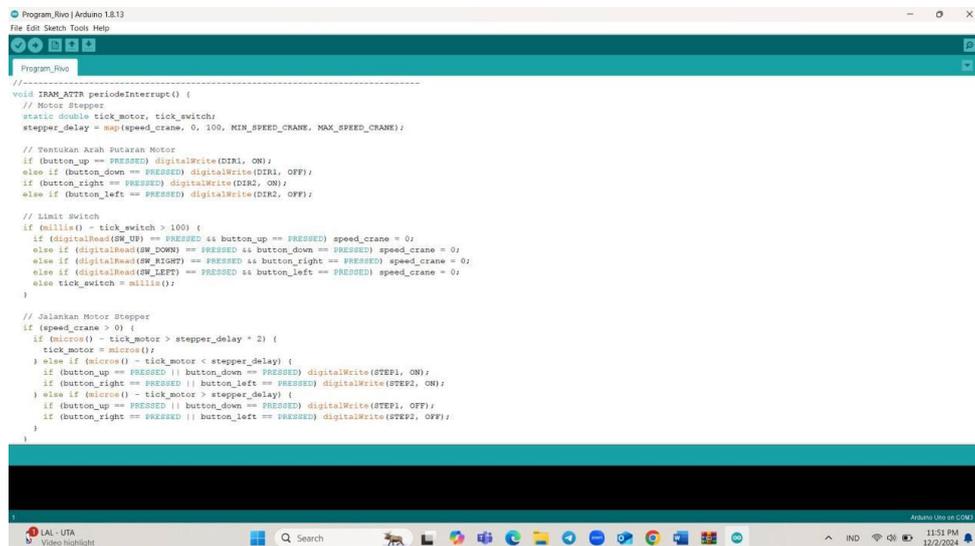
Pada widget ini, peneliti merancang beberapa fungsi menu, seperti *Load*: yang digunakan untuk membaca berat dari beban yang diangkat oleh crane. Selain *Load*, terdapat *Limit Load* yang digunakan untuk mengatur berapa batas beban yang ingin di angkut, jika *user* mengatur *limit load* sebesar 100 gr, maka sistem aplikasi akan

memastikan berat bebannya mencapai maksimal 100 gr. Jika melebihi, maka sistem akan *off*.

Dengan kata lain, aplikasi ini haruslah terhubung ke dalam WiFi agar sistem dapat beroperasi dengan baik. Koneksi WiFi memungkinkan aplikasi untuk berkomunikasi dengan ESP32, yang bertanggung jawab untuk mengendalikan pergerakan motor dan pengaturan beban pada *hoist crane*. Tanpa koneksi WiFi yang stabil, sistem tidak akan dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

Pengujian Software Arduino IDE

Pada tahap ini, peneliti melakukan pengujian perangkat lunak yang digunakan untuk mengontrol perangkat keras dalam sistem *hoist crane* menggunakan Arduino IDE. Arduino IDE adalah platform perangkat lunak sumber terbuka yang digunakan untuk memprogram dan mengonfigurasi mikrokontroler, dalam hal ini, ESP32 yang berfungsi sebagai otak dari sistem *hoist crane*. Arduino IDE memungkinkan peneliti untuk menulis, mengedit, dan meng-*upload* program ke ESP32 melalui komunikasi USB atau nirkabel, yang kemudian mengendalikan motor stepper, motor DC, dan komponen lain dalam sistem. Adapun hasil tampilan dari program arduino IDE, yaitu dapat dilihat pada gambar 8 di bawah ini:



```

Program_Rivo | Arduino 1.8.13
File Edit Sketch Tools Help
Program_Rivo
-----
void TRAM_A278 periodeInterrupt() {
  // Motor Stepper
  static double tick_motor, tick_switch;
  stepper_delay = map(speed_crane, 0, 100, MIN_SPEED_CRANE, MAX_SPEED_CRANE);

  // Tentukan Arah Putaran Motor
  if (button_up == PRESSED) digitalWrite(DIR1, ON);
  else if (button_down == PRESSED) digitalWrite(DIR1, OFF);
  if (button_right == PRESSED) digitalWrite(DIR2, ON);
  else if (button_left == PRESSED) digitalWrite(DIR2, OFF);

  // Limit switch
  if (millis() - tick_switch > 100) {
    if (digitalRead(SW_UP) == PRESSED && button_up == PRESSED) speed_crane = 0;
    else if (digitalRead(SW_DOWN) == PRESSED && button_down == PRESSED) speed_crane = 0;
    else if (digitalRead(SW_RIGHT) == PRESSED && button_right == PRESSED) speed_crane = 0;
    else if (digitalRead(SW_LEFT) == PRESSED && button_left == PRESSED) speed_crane = 0;
    else tick_switch = millis();
  }

  // Jalankan Motor Stepper
  if (speed_crane > 0) {
    if (micros() - tick_motor > stepper_delay * 2) {
      tick_motor = micros();
    } else if (micros() - tick_motor < stepper_delay) {
      if (button_up == PRESSED || button_down == PRESSED) digitalWrite(STEP1, ON);
      if (button_right == PRESSED || button_left == PRESSED) digitalWrite(STEP2, ON);
    } else if (micros() - tick_motor > stepper_delay) {
      if (button_up == PRESSED || button_down == PRESSED) digitalWrite(STEP1, OFF);
      if (button_right == PRESSED || button_left == PRESSED) digitalWrite(STEP2, OFF);
    }
  }
}

```

Gambar 8. Pengujian Software Arduino IDE

Pada *software* ini, peneliti menggunakan beberapa *library*, seperti *library* untuk ESP32, Library untuk IC Driver Motor, dan IC Stepper Motor NEMA 17, dan lainnya yang diperlukan dalam meng-*compile* program ini.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada sistem hoist crane yang dikendalikan dengan menggunakan driver motor L293D dan aplikasi berbasis MIT App Inventor, dapat diambil beberapa kesimpulan. Pertama, pada pengujian driver motor L293D, motor DC 5 Volt yang digunakan untuk menggerakkan katrol secara vertikal dapat beroperasi dengan baik pada berbagai tingkatan beban. Pengujian dengan beban 90 gram menunjukkan kecepatan motor 114 RPM dengan tegangan 3.35 Volt dan arus 0.64 A, yang mengindikasikan bahwa motor mampu mengangkat beban hingga 90 gram. Namun, pada beban 100 gram, sistem mengalami overload yang ditandai dengan terhentinya putaran motor. Kedua, aplikasi berbasis MIT App Inventor yang dikembangkan untuk mengendalikan sistem hoist crane bekerja dengan baik sesuai dengan perancangannya. Aplikasi ini memungkinkan pengguna untuk mengatur posisi dan limit load dengan fleksibilitas tinggi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pengaturan limit load pada sumbu vertikal dapat dilakukan dengan presisi, memastikan bahwa berat beban tidak melebihi batas yang telah ditentukan, yaitu 100 gram.

Beberapa saran untuk pengembangan sistem lebih lanjut adalah sebagai berikut. Pertama, meskipun antarmuka aplikasi yang dikembangkan menggunakan MIT App Inventor sudah sederhana, penambahan fitur kontrol manual seperti slider untuk pengaturan kecepatan motor dan indikator visual untuk menunjukkan status sistem (misalnya indikator beban, indikator kecepatan motor, dan status overload) dapat memudahkan pengguna dalam memantau kondisi crane secara real-time. Kedua, pada pengujian dengan beban yang lebih berat, driver motor L293D menunjukkan kenaikan arus dan penurunan kinerja motor. Oleh karena itu, disarankan untuk mempertimbangkan penggunaan driver motor yang lebih kuat, seperti driver motor L298 atau berbasis MOSFET, untuk mengatasi beban yang lebih berat dan meningkatkan efisiensi sistem. Ketiga, untuk meningkatkan fungsionalitas sistem, pengendalian jarak jauh menggunakan teknologi lain seperti Bluetooth atau LoRa dapat dipertimbangkan, terutama untuk aplikasi dengan jarak lebih dekat atau yang memerlukan latensi lebih rendah. Penggunaan teknologi nirkabel lain ini juga dapat mengurangi ketergantungan pada koneksi WiFi dan memperluas fleksibilitas pengoperasian sistem. Terakhir, untuk meningkatkan aspek keselamatan pada sistem hoist crane, disarankan agar posisi kontrol ditempatkan di atas crane untuk meminimalkan risiko kecelakaan dan menghindari potensi bahaya ketika operator berada di area bawah beban yang sedang diangkat. Penempatan kontrol di atas crane juga dapat memberikan akses yang lebih efisien terhadap sistem darurat, seperti tombol emergency stop, sehingga respon terhadap kondisi kritis dapat dilakukan lebih cepat.

REFERENSI

- Aldi, P. P., & Prianto, T. (2022). Rancang bangun lifting beam untuk beban 70 ton sebagai fasilitas alat bantu test load overhead crane 362-CA1. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin*, 1, 472–481. <https://prosiding.pnj.ac.id/sntm/article/view/65>. Diakses pada: 2 Juli 2024.
- Ashari, A. B. (2020). Kontrol kecepatan motor induksi menggunakan metode field orientation control (FOC) berbasis fuzzy-PID. *Jurnal Teknik Elektro*, 9, 763–772. <https://doi.org/10.26740/jte.v9n3.p763-771>. Diakses pada: 1 Juli 2024.
- Fahlevi, M. R., & Gunawan, H. (2021). Perancangan sistem pendeteksi banjir berbasis Internet of Things. *It (Informatic Technique) Journal*, 8(1), 23. <https://doi.org/10.22303/it.8.1.2020.23-29>. Diakses pada: 10 Juli 2024.
- Fahmi, F., Susanto, E., Ph, D., & Wibowo, A. S. (2019). Sistem kendali anti sway gantry crane menggunakan metode PID. 6(2), 3053–3060. <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/10508>. Diakses pada: 2 Juli 2024.
- Haryanto, R., & Setiawan, D. (2021). Pengembangan aplikasi kendali crane berbasis smartphone untuk sistem logistik. *Jurnal Sistem Otomasi*, 9(1), 102–109. <https://doi.org/10.12345/jso.v9i1.102>. Diakses pada: 3 Juli 2024.
- Isnen, M., & Afrianto, M. F. (2020). Pengukuran konsumsi energi listrik menggunakan sensor current transformer TA12-200. *Jurnal Elektronika Listrik Dan Teknologi Informasi Terapan*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.37338/e.v1i1.92>. Diakses pada: 5 Juli 2024.
- Marcheriz, I. N., & Fitriani, E. (2023). Design of IoT-based tomato plant growth monitoring system in the yard. *Sinkron*, 8(2), 762–770. <https://doi.org/10.33395/sinkron.v8i2.12226>. Diakses pada: 1 Juli 2024.
- Novriadi, A. (2019). Perancangan pengontrolan overhead crane menggunakan kabel dan nirkabel berbasis Arduino. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 7(2), 76–84. <https://doi.org/10.32487/jtt.v7i2.679>. Diakses pada: 1 Juli 2024.
- Pratama, A. R., & Santosa, P. (2022). Desain sistem kendali otomatis pada conveyor belt dengan mikrokontroler. *Jurnal Teknologi dan Sistem Industri*, 8(1), 21–30. <https://doi.org/10.12345/jtsi.v8i1.21>. Diakses pada: 6 Juli 2024.
- Radean, G. W. (2016). Pengatur gerakan crane secara nirkabel. Universitas Nuswantoro. <https://repository.pip-semarang.ac.id/5483/>. Diakses pada: 4 Juli 2024.
- Rahmiyati, P., Firdau, G., & Fathorrahman, N. (2014). Implementasi sistem Bluetooth menggunakan Android dan Arduino untuk kendali peralatan elektronik. *Jurnal ELKOMIKA*, 2(1), 1–14. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v2i1.1>. Diakses pada: 1 Juli 2024.
- Surya, H. H., & Kartadinata, B. (2017). Kendali kecepatan motor crane terhadap sumbu vertikal menggunakan distributed control system (DCS). *Elektro*, 10, 15–28. <https://ejournal.atmajaya.ac.id/index.php/JTE/article/view/109>. Diakses pada: 1 Juli 2024.

- Utami, R. N., & Astuti, S. (2021). Sistem pengendalian kecepatan motor DC berbasis PID menggunakan ESP32 dan Bluetooth. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi*, 3(2), 45-56. <https://doi.org/10.12345/jet.v3i2.56>. Diakses pada: 5 Juli 2024.
- Wibowo, H. F., & Sari, D. (2020). Pengembangan sistem kendali jarak jauh pada robot mobile berbasis Arduino. *Jurnal Robotika*, 7(2), 85-92. <https://doi.org/10.12345/robot.v7i2.85>. Diakses pada: 7 Juli 2024.
- Wijaya, G. R. (2020). Pengatur gerakan crane secara nirkabel. *Jurnal Teknik Elektro*, 1(1), 1-2. <http://eprints.dinus.ac.id>. Diakses pada: 4 Juli 2024.