

Rancang Bangun Lengan Robot Pemilah Barang Berdasarkan Berat Dengan Pemanfaatan *Internet Of Things (IoT)* Sebagai Kontrol Dan Monitoring Jarak Jauh

Didit Wahyu Dewantoro
NIM. 1612215
diditwahyu97@gmail.com

Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST., MT
Pembimbing 1

Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT
Pembimbing 2

Abstrak - Robotika sudah menjadi topik penelitian sejak lama sekali hingga periode terakhir ini. Penerapannya pada bidang industri yaitu untuk membebaskan pekerja dari pekerjaan yang melelahkan, beresiko, dan berbahaya. Jika membahas tentang robot industri, hal yang terpikirkan adalah arm robot (robot lengan). Banyak penelitian tentang lengan robot tersebut. Beberapa penelitian tentang lengan robot yaitu memiliki konsep dengan memindahkan barang menggunakan lengan robot dengan sensor warna sebagai sensor untuk menyeleksi barang sesuai warna dan konsep mengendalikan lengan robot menggunakan interface wireless 2.4ghz dengan media joystick Playstation pada jarak tertentu.

Dari kedua penelitian tersebut maka penulis mendapat gagasan untuk merancang sebuah lengan robot dengan metode yang baru yaitu menggunakan sensor berat load cell untuk mendeteksi berat barang yang akan diseleksi apabila berat barang sudah memenuhi berat yang diinginkan maka lengan robot akan memindahkan barang ke tempat tujuan. Dengan memanfaatkan teknologi internet of things (IoT) menggunakan aplikasi pada smartphone yaitu Blynk dan menggunakan modul kamera ESP32 maka pergerakan robot dapat dimonitoring secara langsung lewat aplikasi tersebut serta dapat mengontrol lengan robot dari jarak jauh.

Kata kunci – Robot lengan, load cell, Internet of things (Iot), Blynk.

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Robotika sudah menjadi topik penelitian sejak lama sekali hingga periode terakhir ini. Penerapannya pada bidang industri yaitu untuk membebaskan manusia dari pekerjaan melelahkan, beresiko, dan berbahaya. Jika membahas tentang robot industri, hal yang terpikirkan adalah arm robot (robot lengan). Tidak bisa dipungkiri bahwa pemanfaatan robot lengan di bidang industri sangat penting. Robot lengan bisa digunakan untuk berbagai macam hal, seperti penyolderan, penanganan material, dan pemindahan barang dengan material yang berbeda-beda. (Ramadhan, 2018)

Dalam penelitian sebelumnya yang dirancang oleh Istiqlal Faroz, Rizal Maulana, dan Wijaya Kurniawan dari Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya peneliti tersebut menggunakan konsep memindahkan barang dengan lengan robot menggunakan metode penyeleksi warna terhadap benda yang akan dipindahkan menggunakan sensor warna TCS3200 sebagai sensor warna. Dan pada penelitian lainnya yang dirancang oleh Anak Agung Gde Ekayana dan I Gusti Ngurah Kade Ary P dari jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja dan Jurusan Sistem Komputer, STMIK STIKOM Indonesia dengan konsep mengontrol lengan robot secara manual menggunakan interface wireless 2.4ghz dan media joystick PS2 sebagai alat kontrolnya dengan jarak tertentu.

Dari kedua penelitian tersebut maka penulis mendapat gagasan untuk merancang sebuah lengan robot dengan metode yang baru yaitu menggunakan sensor berat load cell untuk mendeteksi berat barang yang akan diseleksi apabila berat barang sudah memenuhi berat yang diinginkan maka lengan robot akan memindahkan barang ke tempat tujuan. Dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things (IoT) menggunakan aplikasi pada smartphone yaitu Blynk dan menggunakan modul kamera ESP32 maka pergerakan robot dapat dimonitoring pergerakannya secara langsung lewat aplikasi tersebut serta dapat mengontrol lengan robot dari jarak jauh.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang diatas, maka dapat disimpulkan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membuat lengan robot dengan fungsi otomatis memindahkan barang apabila berat yang diinginkan sudah tercapai?
2. Bagaimana mengontrol lengan robot dari jarak jauh dan mengetahui pergerakan lengan robot tersebut?

Dari rumusan masalah diatas, maka batasan masalah pada pembahasan adalah sebagai berikut:

1. Berat barang yang bisa dipindahkan oleh lengan robot menyesuaikan kemampuan dari mekanik lengan robot.
2. Tidak membahas tentang kinematika lengan robot.
3. Tidak membahas mendetail tentang lengan robot.

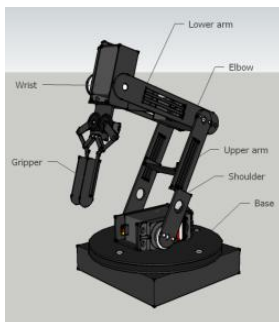
C. Tujuan dan Manfaat

Merancang dan membuat perangkat lengan robot pemilah barang berdasarkan berat dengan memanfaatkan IoT untuk memonitoring dan mengontrol lengan robot dari jarak jauh. Yang dimana dapat memudahkan proses pemindahan barang berat untuk meminimalisir resiko kecelakaan pada pekerja.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Konsep Mendasar Lengan Robot

Maniplator lengan robot merupakan sistem elektronik mekanik yang mampu memperlihatkan pergerakan dari lengan robot. Sistem mekanik lengan robot ini terdiri dari gabungan atau susunan link (rangka) yang digabungkan dengan joint (engsel) yang mampu menunjukkan gerakan-gerakan yang dikontrol, sbagai rangkaian umpan balik terbuka maupun tertutup yang di susun dengan sendi sendi yang dapat melakukan gerakan secara bebas. (Irawan, 2017)



Gambar 2.1 Kerangka Lengan Robot

B. Motor Servo

Motor servo adalah motor dc yang dilengkapi dengan gear-gear didalamnya dan sebuah sensor posisi yang dapat membaca posisi putaran. Motor DC servo ini dilengkapi dengan system close loop, sehingga bisa mempertahankan horn pada posisinya. Motor servo terdiri dari sebuah motor dc kecil, sebuah rangkaian control, dan potensiometer.

Umumnya motor servo memiliki kemampuan yang amat cukup bagus dalam hal bidang perubahan posisi yang amat cukup cepat, akselerasi dan kecepatan. Motor servo juga amat handal dalam beroperasi dilingkup torsi yang dapat berubah ubah. (Irawan, 2017).



Gambar 2.2 Motor DC Servo

C. ATMEL ATmega328

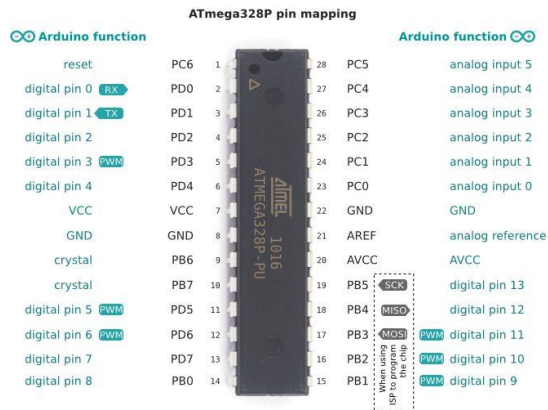
ATMega 328 adalah mikrokontroler yang di produksi oleh perusahaan atmel yang terdiri dari arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang memiliki eksekusi data lebih cepat pada tiap prosesnya dari pada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*). (Amelya, 2014)

Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur antara lain :

- ❖ ATmega328 adalah Mikrokontroler AVR 8-bit dan 28 Pin, yang diproduksi oleh Microchip, mengikuti RISC Architecture dan memiliki memori program jenis flash 32KB.
- ❖ Memiliki memori EEPROM 1KB dan memori SRAM-nya adalah 2KB.
- ❖ Memiliki 8 Pin untuk operasi ADC, yang semuanya bergabung untuk membentuk PortA (PA0 - PA7).
- ❖ Memiliki 3 Timer builtin, dua di antaranya adalah timer 8 Bit sedangkan yang ketiga adalah Timer 16-Bit.
- ❖ Beroperasi mulai dari tegangan 3.3V ke 5.5V tetapi biasanya menggunakan 5V sebagai standar.
- ❖ Fitur unggulannya termasuk efisiensi biaya, disipasi daya rendah, kunci pemrograman untuk tujuan keamanan, penghitung waktu real time dengan osilator terpisah.
- ❖ Biasanya digunakan dalam aplikasi Sistem Tertanam.

Beberapa pengaplikasian dari ATmega328 adalah sebagai berikut:

- ❖ Atmega328 merupakan jantung dari Arduino Uno
- ❖ Dapat digunakan dalam Proyek Sistem Tertanam.
- ❖ Dapat digunakan dalam sistem robotika.
- ❖ Quad-copter dan bahkan aero-pesawat kecil juga dapat dirancang melaluinya.
- ❖ Sistem pemantauan dan manajemen daya juga dapat disiapkan menggunakan perangkat ini.
- ❖ Sistem Keamanan menggunakan dan lain sebagainya.



Gambar 2.3 Konfigurasi Pin ATmega328

D. Modul ESP8266

Modul ESP8266 adalah modul yang sangat murah tetapi efektif digunakan untuk berkomunikasi atau kontrol melalui internet baik digunakan secara standalone (berdiri sendiri) maupun dengan menggunakan mikrokontroler tambahan dalam hal ini Arduino sebagai pengendalinya. Dan metode ini sering disebut dengan istilah Internet of Things (IoT).

Di pasaran yang beredar ada beberapa tipe dari keluarga ESP8266, tetapi yang banyak digunakan dan mudah dicari di Indonesia yaitu tipe ESP-01, ESP-07, dan ESP-12. Untuk fungsi hampir sama tetapi perbedaannya terletak pada pin GPIO (General Purpose Input Output) pada masing – masing tipe. (Faudin, 2017)



Gambar 2.4 Modul ESP8266

E. Sensor Infrared

Sensor *Infrared* adalah sensor yang termasuk dalam kategori sensor digital karena mempunyai output berupa biner yaitu 1 dan 0 saja. Sensor *Infrared* atau disebut IR sensor dapat diaplikasikan pada banyak keperluan misalnya sebagai sensor pendeteksi benda, sensor pada line follower, dan lain sebagainya. (Andrianto, 2013). Sensor *Infrared* terdiri dari LED *Infrared* dan Photodiode.

Infrared atau infra merah adalah gelombang radiasi elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang melebihi cahaya yang terlihat yaitu diantara 700nm dan 1mm, namun lebih pendek dari radiasi gelombang radio. Dalam bahasa latin arti dari “infra merah” adalah “bawah merah” yang bisa dikatakan sebagai warna merah dari cahaya yang tampak dengan gelombang terpanjang. Radiasi dari *Infrared* memiliki jangkauan yang disebut tiga

“order” dan memiliki panjang gelombang diantara 700nm dan 1mm². (Wikipedia, 2019)

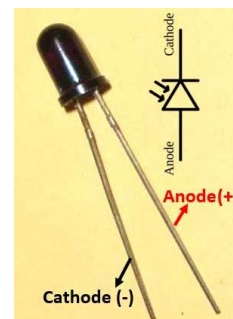


Gambar 2.5 Simbol Infrared

F. Photodiode

Photo dioda adalah salah satu jenis dioda yang kegunaannya untuk mendeteksi sinar atau cahaya. Perbedaannya dengan dioda biasa adalah komponen elektronik pada photo dioda akan mengubah cahaya yang masuk menjadi arus listrik. Cahaya yang bisa dideteksi oleh dioda ini adalah mulai dari infra merah, ultra violet, dan sampai sinar X.

Photodiode merupakan sambungan P N yang dirancang untuk beroperasi bila dibiaskan dalam arah terbalik (Woollard, 2003). Makin besar intensitas cahaya yang mengenainya makin kecil nilai hambatannya. Umumnya photodiode memiliki resistansi sebesar 150 kΩ, resistansi ini akan berkurang sesuai dengan warna yang dikenainya.



Gambar 2.6 Simbol Photodiode

G. Load Cell

Sensor berat load cell merupakan sebuah sensor yang berfungsi untuk mengukur besaran dari tekanan maupun berat suatu beban. Sensor ini umumnya digunakan untuk komponen utama dari sistem timbangan digital dan juga biasanya digunakan pada jembatan timbangan yang berfungsi untuk menimbang berat dari truk pengangkut beban. Prinsip kerja dari load cell ini menggunakan prinsip dari tekanan. (ricelake.com, 2010)



Gambar 2.7 Load Cell

Keterangan :

- ❖ Kabel hitam = input ground sensor
- ❖ Kabel merah = input tegangan sensor
- ❖ Kabel putih = output ground sensor
- ❖ Kabel hijau = output positif sensor

Sensor *load cell* memiliki spesifikasi kerja sebagai berikut :

1. Kapasitas 2 Kg
2. Bekerja pada tegangan rendah 5 –10 VDC atau 5-10 VAC
3. Ukuran sensor kecil dan praktis
4. Input atau output resistansi rendah 3
5. Nonlinieritas 0.05%
6. Range temperatur kerja -10°C - +50°C

TABEL I. KARAKTERISTIK SENSOR LOAD CELL

Mekanik	
Bahan Dasar	<i>Aluminium Alloy</i>
<i>Load Cell Type</i>	<i>Strain Gauge</i>
Kapasitas	2kg
Dimensi	55.25x12.7x12.7mm
Lubang Pemasangan	M5 (ukuran baut)
Panjang Kabel	550mm
Ukuran Kabel	30 AWG (0.2mm)
Elektrik	
Presisi	0.05%
Rata – Rata Output	1.0±0.15mv/V
Non-Linieritas	0.05% FS
Hysteresis	0.05% FS
Non-Pengulangan	0.05% FS
<i>Creep</i> (per 30 menit)	0.1% FS
Efek Temperatur Pada Nol (per 10°C)	0.05% FS
Efek Temperatur Pada <i>Span</i> (per 10°C)	0.05% FS

Keseimbangan Nol	±1.5% FS
<i>Input Impedansi</i>	1130±10 Ohm
<i>Output Impedansi</i>	1000±10 Ohm
Hambatan Isolasi (dibawah 50VDC)	≥5000 MOhm
Kebutuhan Voltase	5 VDC
Toleransi Jarak Temperatur	-10 to ~ +40°C
Pengoperasian Jarak Temperatur	-20 to ~ +55°C
<i>Safe Overload</i>	120% Kapasitas
<i>Ultimate Overload</i>	150% Kapasitas

H. Modul Penguat HX711

Berdasarkan teknologi Avia Semiconductor yang dipatenkan, HX711 adalah analog presisi 24-bit konverter digital (ADC) yang dirancang untuk aplikasi penimbangan skala dan kontrol industri untuk antarmuka langsung dengan sensor jembatan timbang.

Multiplexer input memilih baik saluran A atau saluran B ke input diferensial amplifier noise rendah yang dapat diprogram (PGA). Saluran A dapat diprogram dengan keuntungan sebesar 128 atau 64, sesuai dengan tegangan input diferensial skala penuh ± 20mV atau ± 40mV masing-masing, ketika pasokan 5V terhubung ke AVDD analog pin power supply. Saluran B memiliki keuntungan tetap 32. On Chip power supply eliminasi regulator kebutuhan untuk regulator pasokan eksternal untuk memberikan daya analog untuk ADC dan sensor. input jam fleksibel. Hal ini dapat dari sumber eksternal jam, kristal, atau osilator on-chip yang tidak memerlukan komponen eksternal. On-chip power-on-reset sirkuit menyederhanakan inisialisasi antarmuka digital.

Tidak ada pemrograman yang diperlukan untuk register internal. Semua kontrol ke HX711 adalah melalui pin. (Semiconductor, Avia.)



Gambar 2.8 Modul HX711

I. ESP32 Cam

ESP32 Versi Kamera Dengan Kualitas Baik include kamera OV2640. Dilengkapi koneksi WiFi + Bluetooth yang Low konsumsi serta slot MicroSD. Sehingga membuat pengguna dapat membuat sistem yang berkonsep Internet of Things contohnya CCTV online yang dilengkapi face recognition dll. lebih mudahnya lagi bisa diprogram menggunakan Arduino IDE. Bisa menggunakan USB to TTL untuk melakukan Upload Program pada kontroler ini. (Production, t.thn.)

Spesifikasi :

- Low-power dual-core 32-bit CPU for application processors
Main frequency up to 240MHz, computing power up to 600 DMIPS
- Built-in 520 KB SRAM, external 4M PSRAM
- Supports interfaces such as UART/SPI/I2C/PWM/ADC/DAC
- Support OV2640 and OV7670 cameras, built-in flash
- Support image WiFi upload
- Support TF card
- Support multiple sleep modes
- Embedded Lwip and FreeRTOS
- Support STA/AP/STA+AP working mode



Gambar 2.9 ESP32 Cam

J. Internet of Things (IoT)

Pengertian dari Internet of Things adalah perangkat yang memiliki kemampuan untuk mengumpulkan dan mentransfer informasi melalui internet tanpa ada campur tangan manusia. Teknologi yang terdapat pada perangkat IoT yang sudah tertanam pada objek akan membantu perangkat IoT untuk berinteraksi dengan lingkungan Internal maupun Eksternal dan nantinya akan membantu dalam proses pengambilan keputusan.

Secara singkatnya IoT merupakan konsep untuk menghubungkan semua perangkat ke internet dan mempunyai kemampuan untuk berkomunikasi satu sama lain melalui internet. IoT merupakan jaringan yang sangat luas dari perangkat yang terhubung ke internet dan mengumpulkan serta membagikan informasi cara mengoperasikan perangkat tersebut.

- Perangkat Keras IoT

Yang dibutuhkan untuk merancang perangkat IoT adalah sensor. Sensor berfungsi merasakan keadaan di lingkungan tertentu, selanjutnya dibutuhkan platform untuk memonitoring output dari sensor dan menampilkannya dalam berbagai antarmuka dengan bentuk yang lebih jelas dan mudah dipahami. Tugas utama dari sistem adalah mendeteksi kondisi lingkungan dan mengambil tindakan yang sesuai. Yang perlu diingat adalah mengamankan komunikasi antara perangkat dan platform.

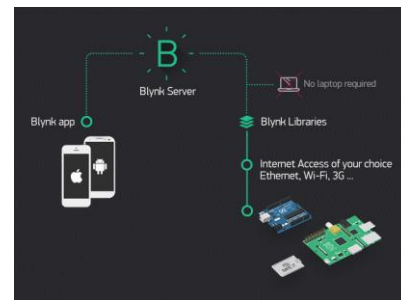
Beberapa contoh sensor yang umum digunakan adalah sensor accelerometer, sensor suhu, magnetometer, proximity sensor, gyroscope, image sensor, acoustic sensor, light sensor, pressure sensor, gas RFID sensor, humidity sensor dan micro-flow sensor.

Aplikasi IoT terus di dunia industri dan pemasaran. IoT memiliki banyak cakupan di berbagai bidang industri. Hal tersebut mencakup semua kelompok dari pengguna, mulai dari yang mencoba untuk mereduksi dan mengkonversikan energi pada rumah mereka hingga perusahaan besar yang ingin meningkatkan operasi bisnis mereka. IoT tidak hanya berguna dalam mengoptimalkan aplikasi penting di banyak perusahaan, tapi juga telah mendorong konsep otomatisasi canggih yang telah kita bayangkan sekitar kita sebelumnya. (Shidiq, 2018)

K. Blynk

Blynk merupakan program OS mobile (iOS dan Android) dengan tujuan mengendalikan Mikrokontroler seperti Android, Wemos, ESP8266, dan yang lainnya melalui internet. Blynk memiliki 3 unsur penyusun antara lain Server, Librari, dan Aplikasi. Server berfungsi untuk menangani masalah komunikasi antara perangkat dengan aplikasi serta mengumpulkan data.

Program ini sangat mudah untuk mengendalikan berbagai perangkat dengan jangka waktu yang pendek. Program ini juga tidak bergantung dengan module apapun. Program ini dapat mengontrol atau menampilkan data dari sensor, menyimpan data, visualisasi, dan lain sebagainya dari jarak jauh. Blynk menyediakan berbagai macam widget seperti Button, Value Display, Grafik, Streaming video, dan lainnya. Untuk bisa mengontrol dari jarak jauh kita membutuhkan koneksi internet yang lancar. Sistem inilah yang disebut dengan Internet of Things (IoT). (Kurniawan, 2017)



Gambar 2.10 Blynk

III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

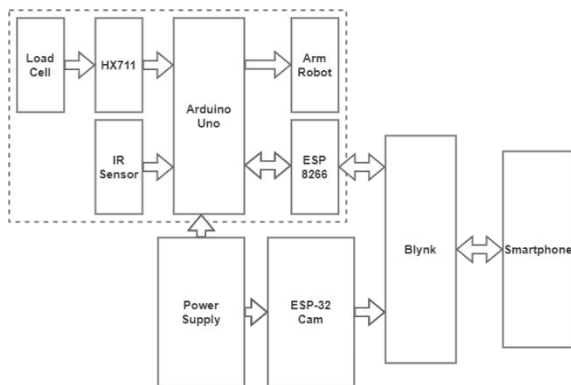
A. Pendahuluan

Pada bab ini membahas tentang perancangan sistem, prinsip kerja sistem, perancangan perangkat keras (*hardware*), dan perancangan perangkat lunak (*software*).

Masing – masing bagian tersebut disusun dengan pemilihan beberapa jenis komponen dengan fungsi sesuai perencanaan, sehingga akan dihasilkan suatu alat dengan fungsi yang sesuai dengan perencanaan awal.

B. Perancangan Sistem

Pada perancangan sistem, gambaran mengenai perancangan alat yang akan dibuat akan dijelaskan pada diagram blok berikut:



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem

C. Prinsip Kerja Sistem

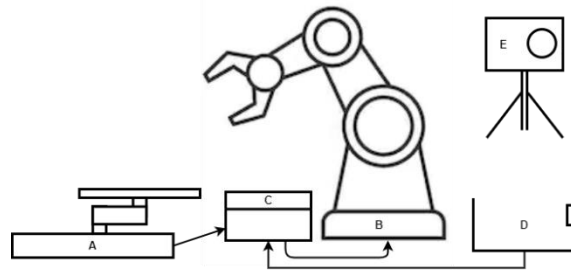
Pada blok diagram sistem (Gambar 3.1) cara kerja sistem adalah dari sensor load cell dan modul HX711 yang berfungsi mengukur berat pada benda lalu menjadi input ke Arduino Uno yang menjadi mikrokontroler untuk mengolah data dan modul ESP8266 yang berfungsi untuk mengirim dan menerima data dari Arduino Uno ke aplikasi Blynk maupun sebaliknya. Sensor IR berfungsi sebagai pendeteksi barang di tempat tujuan. Apabila barang sampai di tujuan maka lengan robot kembali ke posisi standby, sebaliknya jika barang tidak sampai pada tempat yang dituju maka sensor tersebut mengirimkan peringatan ke arduino dan arduino menyalakan mode manual yaitu kontrol menggunakan aplikasi Blynk.

Dengan menggunakan aplikasi android Blynk sebagai implementasi IoT yang dapat mengontrol serta memonitor lewat internet maka mode manual digunakan untuk mengontrol lengan robot secara manual melalui aplikasi Blynk dengan tombol yang sudah disediakan serta dapat memonitoring pergerakan lengan robot dari tempat pengambilan hingga menaruh barang dengan camera yang berada pada modul ESP32 Cam yang sudah diprogram untuk memantau tiap pergerakan robot.

D. Perancangan Mekanik

Pada perancangan ini mekanik ini gambaran dari alat secara keseluruhan akan dijelaskan pada (Gambar 3.2). Perancangan ini terdiri dari sebuah pallet (A) yang terdapat sensor load cell untuk mendeteksi berat barang. Lengan robot (B) untuk memindahkan barang, lalu box control (C) yang berisi mikrokontroler arduino dan Esp8266. 2 buah IR sensor yang ditempatkan pada ujung lengan robot bagian gripper dan juga pada tempat barang

sampai (D) untuk mendeteksi keberadaan barang. Terakhir adalah kamera modul ESP32 (E).



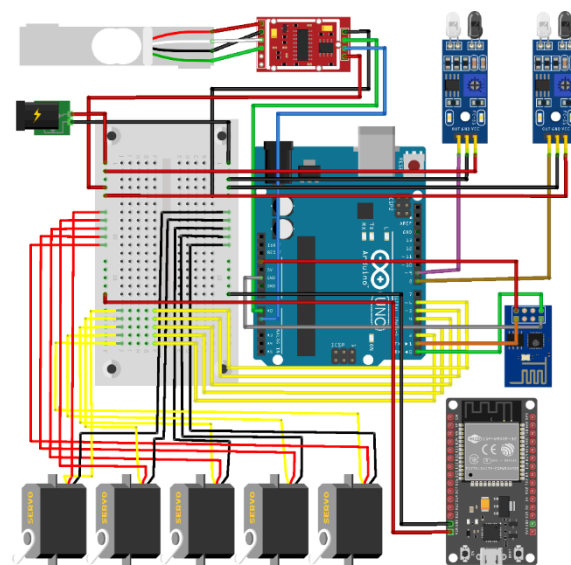
Gambar 3. 1 Perancangan Alat

E. Perancangan Perangkat Keras (Hardware)

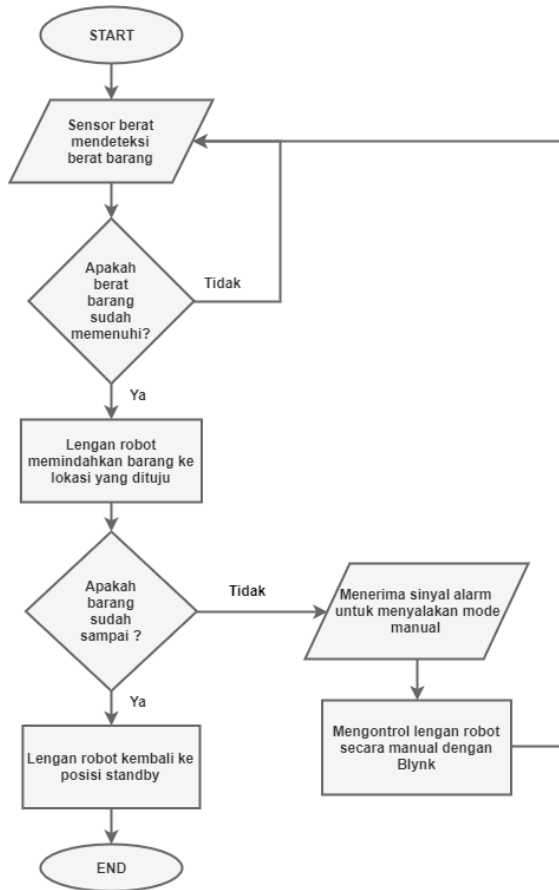
Pada perancangan ini, berdasarkan diagram blok sistem pada Gambar 3.1 dapat digunakan perangkat keras (*hardware*) sebagai berikut:

1. Sensor load cell + modul HX711 sebagai pendeteksi berat.
2. 2 buah sensor infrared sebagai pendeteksi barang yang sampai.
3. Arduino uno sebagai mikrokontroler yang memproses dan mengolah data.
4. Modul ESP8266 berfungsi sebagai pengirim dan penerima data dari internet melalui wifi antara mikrokontroler dan aplikasi Blynk.
5. Lengan robot yang berfungsi sebagai aktuator pemindah barang berat.
6. Modul ESP32 Cam sebagai modul kamera yang memonitoring pergerakan lengan robot dan menampilkan pada user.
7. Aplikasi Blynk pada Smartphone Android yang berfungsi sebagai pengontrol jarak jauh dan dapat memonitoring lewat video streaming.

Diagram alat dan flowchart untuk perancangan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.3 Blok Diagram Alat



Gambar 3.4 Flowchart Alat

TABEL II. KONFIGURASI PIN PADA KESELURUHAN

Komponen	Keterangan	Pin Arduino
Seluruh Komponen	VCC	5V
	GND	GND
Load cell + HX711	DT	A0
	SCK	A1
ESP8266	RXD	TX
	TXD	RX
IR Sensor 1	OUT	Pin 8 Digital
IR Sensor 2	OUT	Pin 9 Digital
Lengan Robot	Servo 1	2
	Servo 2	3
	Servo 3	4
	Servo 4	5
	Servo 5	6

F. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Pada perancangan perangkat lunak yaitu menggunakan aplikasi Android Blynk dengan desain seperti berikut:



Gambar 3.5 Perancangan Aplikasi Blynk

TABEL III. DAFTAR WIDGET PADA APLIKASI BLYNK

Widget	Pin	Keterangan
Slider	V1	Kontrol servo pada joint 1
Slider	V2	Kontrol servo pada joint 2
Slider	V3	Kontrol servo pada joint 3
Slider	V4	Kontrol servo pada joint 4
Slider	V5	Kontrol servo pada joint 5
Button	V6	Tombol mode auto/manual
LED	V7	Sebagai penampil alarm
Value Display	V9	Menampilkan nilai dari sensor berat
Video Streaming	-	Menampilkan video streaming dari kamera

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pendahuluan

Pada bab ini tentang pengujian dan pembahasan dari system yang telah dirancang pada bab sebelumnya. Tujuan dari pengujian dan pembahasan system adalah untuk mengetahui kinerja dari alat satu persatu maupun secara keseluruhan system. Pengujian kinerja alat dan keseluruhan system didasarkan pada perancangan system. Hasil dari pengujian akan digunakan sebagai dasar untuk menentukan kesimpulan dan kekurangan dari system agar sesuai dengan perancangan system.

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian dari masing – masing rangkaian alat. Setelah tiap rangkaian alat telah diuji dan bekerja dengan baik maka pengujian selanjutnya adalah keseluruhan sistem.

Pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

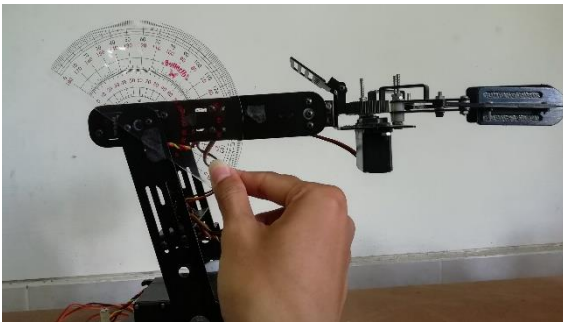
1. Pengujian lengan robot
2. Pengujian sensor berat load cell
3. Pengujian kamera ESP32
4. Pengujian aplikasi Blynk terhadap lengan robot
5. Pengujian aplikasi Blynk untuk streaming video
6. Pengujian keseluruhan sistem

B. Pengujian Lengan Robot

Pengujian lengan robot ini untuk mengetahui bagaimana kinerja dari servo pada tiap joint apakah bisa memberikan pergerakan sudut sesuai dengan program yang telah diberikan. Hasil dari pengujian lengan robot ini dapat dilihat pada gambar berikut:

- Hasil pengujian

Pada pengujian sensor lengan robot agar dapat mengetahui keakuratan sudut yang diberikan maka membutuhkan busur untuk mengukur secara langsung. Pengujian menggunakan servo yang terdapat pada joint 3 dan 4 sebagai sample. Hasil dari Pengujian lengan robot dapat dilihat pada tabel 4.1 dan 4.2.



(a)



(b)

Gambar 4. 1

- (a) Pengujian Menggunakan Busur pada Joint 3
(b) Pengujian Menggunakan Busur pada Joint 4

TABEL IV DATA HASIL PENGUJIAN

(a) Data Hasil Perbandingan Menggunakan Busur
Joint 3

Pengujian	Sudut Servo	Sudut Busur	Error
1	45°	40°	12,5%
2	45°	40°	12,5%
3	45°	40°	12,5%
4	45°	40°	12,5%
Rata – rata			12,5%

Tabel 4. 1 (b) Data Hasil Perbandingan
Menggunakan Busur Joint 4

Pengujian	Sudut Servo	Sudut Busur	Error
1	90°	100°	10%
2	90°	100°	10%
3	90°	100°	10%
4	90°	100°	10%
Rata – rata			10%

Dari hasil perbandingan antara sudut servo dengan sudut pada busur didapat hasil bahwa nilai rata – rata error pada servo3 adalah 12,5% dan pada servo4 adalah 10% setelah dilakukan 4 kali percobaan.

C. Pengujian Sensor Berat Load Cell

Pada pengujian sensor berat ini menggunakan sensor berat load cell dan modul penguat HX711 yang beratnya ditampilkan menggunakan aplikasi Blynk dan dibandingkan dengan timbangan digital untuk mengetahui tingkat keakuratan sensor load cell dalam mengukur berat benda.

- Hasil pengujian

Pada pengujian sensor berat load cell untuk mengetahui keakuratan timbangan maka dibutuhkan pembandingan yaitu timbangan digital yang nantinya barang akan di timbang pada keduanya. Hasil pengujian sensor berat dapat dilihat pada tabel 4.3.



(a)



(b)

Gambar 4. 2
(a) Pengujian Menggunakan Sensor Load Cell
(b) Pengujian Menggunakan Timbangan Digital

TABEL V. DATA HASIL PENGUJIAN

Pengujian	Timbangan Digital	Load Cell	Error
1	6 gram	6 gram	0%
2	19 gram	18 gram	5,26%
3	75 gram	70 gram	6,66%
4	133 gram	126 gram	5,26%
5	248 gram	235 gram	5,24%
Rata – rata			4,48%

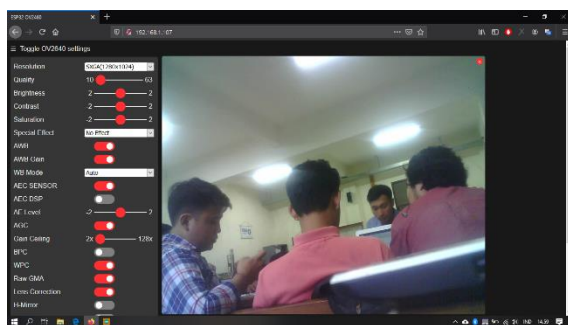
Dari hasil pengujian dan perbandingan antara sensor load cell terhadap timbangan digital didapatkan nilai error terendah 0% dan tertinggi 6,66% dan nilai rata – rata error sebesar 4,48% dari 5 kali percobaan dengan berat yang berbeda – beda.

D. Pengujian Kamera ESP32

Pengujian kamera ESP32 ini bertujuan untuk memastikan apakah kamera tersebut dapat digunakan untuk streaming video secara live atau real time.

- Hasil pengujian

Pada pengujian kamera ESP32 ini untuk menampilkan streaming video secara live menggunakan media browser pada laptop, komputer, maupun smartphone dengan memasukkan IP address yang tertera pada serial monitor di Arduino IDE maka akan muncul tampilan streaming. Hasil pengujian kamera ESP32 dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.10 Pengujian Kamera ESP32

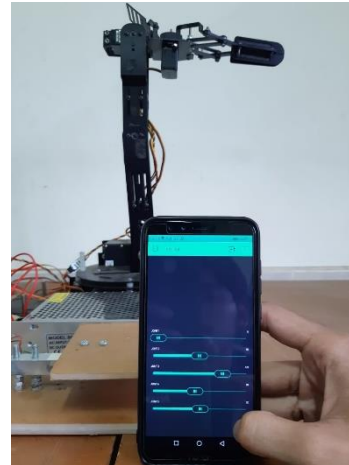
Dari hasil pengujian kamera tersebut didapatkan hasil kamera bisa digunakan untuk streaming video secara live atau langsung.

E. Pengujian Aplikasi Blynk Terhadap Lengan Robot

Pada pengujian aplikasi Blynk terhadap lengan robot ini bertujuan untuk mengetahui apakah aplikasi Blynk dapat digunakan untuk mengontrol lengan robot dari jarak jauh menggunakan koneksi internet dan dapat berjalan dengan baik.

- Hasil pengujian

Pengujian aplikasi Blynk pada lengan robot ini untuk membuktikan bahwa aplikasi Blynk dapat digunakan untuk mengontrol lengan robot dari jarak jauh menggunakan koneksi internet. Untuk sample diambil dari joint 3 dan 4 atau servo ke 3 dan 4 pada lengan robot. Hasil pengujian aplikasi Blynk untuk mengontrol lengan robot dapat dilihat pada tabel 4.4.



- Servo1: 0°
- Servo2: 90°
- Servo3: 139°
- Servo4: 80°
- Servo5: 92°

Gambar 4. 3
Pengujian Aplikasi Blynk terhadap Lengan Robot

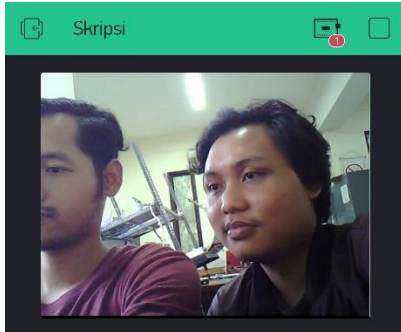
TABEL VI. DATA HASIL PERBANDINGAN SUDUT PADA BLYNK DENGAN LENGAN ROBOT

Pengujian	Blynk	Lengan Robot	Error
1	Servo3: 139° Servo4: 80°	Servo3: 145° Servo4: 90°	4,14% 11,1%
2	Servo3: 71° Servo4: 84°	Servo3: 70° Servo4: 92°	1,4% 8,69%
3	Servo3: 104° Servo4: 121°	Servo3: 106° Servo4: 140°	1,88% 13,57%
4	Servo3: 52° Servo4: 76°	Servo3: 50° Servo4: 85°	4% 10,5%
Rata – rata		Servo3	2,85%
		Servo4	10,96%

Dari hasil perbandingan antara sudut di aplikasi blynk dengan sudut sebenarnya pada lengan robot maka didapat nilai error terkecil pada servo3 sebesar 1,4% dan servo4 sebesar 8,69% dan nilai error terbesar yaitu pada servo3 sebesar 4,14% dan servo4 sebesar 13,57%. Rata – rata nilai error pada servo3 adalah 2,58% dan pada servo4 adalah 10,96%.

F. Pengujian Aplikasi Blynk Untuk Streaming Video

Pada pengujian aplikasi Blynk untuk streaming video ini bertujuan untuk mengetahui apakah widget video streaming pada Blynk dapat digunakan untuk streaming video menggunakan kamera ESP32.



Gambar 4.15 Pengujian Blynk Streaming Video

- Hasil pengujian

Pada pengujian aplikasi blynk untuk streaming video menggunakan kamera ESP32 ini menggunakan protocol http agar kamera ESP32 dapat terhubung dengan blynk dan menampilkan video dari kamera secara langsung.

TABEL VII. DATA HASIL PENGUJIAN BLYNK UNTUK STREAMING VIDEO

Pengujian	Media	Kecepatan Internet	Delay Streaming
1	WIFI	DL = 6,57 Mbps UL = 1,95 Mbps	3 detik
2		DL = 10,33 Mbps UL = 2,08 Mbps	3 detik
1	Mobile Data	DL = 16,4 Mbps UL = 20,9 Mbps	2 detik
2		DL = 24,4 Mbps UL = 20,4 Mbps	2 detik

Dari hasil pengujian didapatkan hasil delay pada saat streaming sebesar 3 detik pada koneksi wifi dengan rata – rata kecepatan download 8,45 Mbps dan pada mobile data dengan rata – rata kecepatan download 20,4 Mbps.

G. Pengujian Keseluruhan Sistem

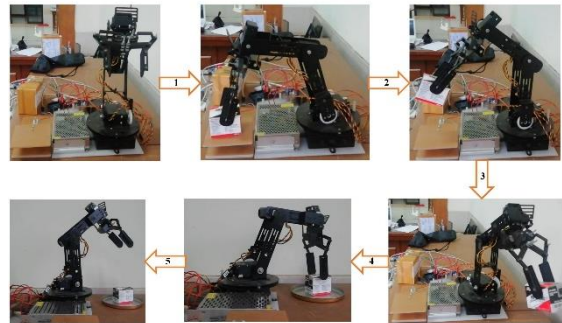
Pengujian keseluruhan ini bertujuan untuk menguji apakah sistem sudah berjalan sesuai dengan flowchart dan perancangan yang sudah dibuat pada bab sebelumnya.

- Hasil pengujian

Pada pengujian keseluruhan ini dilakukan dengan 2 macam cara sesuai pada cara sistem bekerja yaitu dengan mode auto dan manual.

1. Mode Auto

Pada mode auto ini sensor berat load cell akan mendeteksi berat barang yang ada. Jika berat yang ada sudah memenuhi berat yang ditentukan maka lengan robot akan memindahkan barang ke tempat tujuan begitu seterusnya.

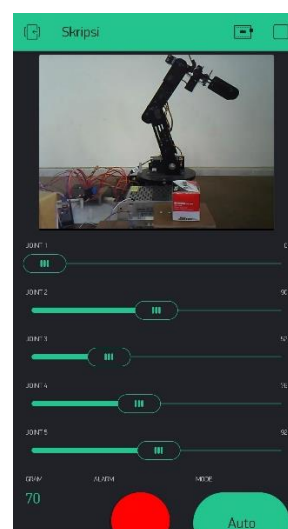


Gambar 4.16 Tahapan Mode Manual

2. Mode Manual

Pada mode manual ini akan memanfaatkan aplikasi Blynk untuk mengontrol lengan robot secara manual dari tiap joint atau servo dan dapat memantau pergerakannya melalui kamera yang sudah di tampilkan pada streaming video widget.

Cara kerja dari mode manual ini yaitu ketika barang yang seharusnya sampai di tujuan mengalami kendala atau tidak sampai pada tempat yang seharusnya maka sistem akan mendeteksi adanya barang tidak sampai atau terjatuh dan menyalakan alarm led di aplikasi Blynk. Operator akan menyalakan mode manual untuk mengontrol lengan robot dan mengambil barang yang terjatuh atau tidak sampai tersebut secara manual.



Gambar 4.17 Tampilan Aplikasi Blynk Keseluruhan

TABEL VIII. DATA HASIL PENGUJIAN
PEMINDAHAN BARANG LENGAN ROBOT

Pengujian	Berat (60-70g)	Status	Error
1	64g	Dipindahkan	0%
2	68g	Dipindahkan	0%
3	70g	Dipindahkan	0%
4	75g	Dipindahkan	0%
5	80g	Dipindahkan	0%
Nilai akurasi			100%

Dari hasil pengujian didapatkan hasil untuk mode auto lengan robot dapat memilah benda dengan berat yang telah ditentukan. Apabila berat benda sudah memenuhi maka benda akan dipindahkan ke tempat tujuan. Untuk mode manual lewat aplikasi blynk alarm sudah berjalan sesuai flowchart program yaitu ketika barang tidak sampai ditempat tujuan atau hilang selama jeda waktu tunggu 12 detik maka alarm akan menyala. Pengalihan mode dari auto ke manual bisa digunakan dan mengontrol lengan robot menggunakan widget slider pada blynk bisa menggerakkan sudut joint pada lengan robot. Widget video streaming dapat menampilkan streaming video secara real time dari kamera ESP32.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Setelah dilakukan perancangan, pengujian, analisa sistem, dan pengambilan data hasil, maka dapat disimpulkan beberapa hal yang dapat digunakan untuk perbaikan dan pengembangan selanjutnya, yaitu :

1. Sensor load cell dapat digunakan untuk mengukur berat benda dengan nilai akurasi sebesar 95,52. Nilai akurasi tersebut sangat akurat bila digunakan dan diaplikasikan untuk berbagai macam alat salah satunya lengan robot pemilah barang berdasarkan berat ini.
2. Lengan robot dengan 5 DOF atau 5 joint memiliki kemampuan yang baik dan akurat disetiap servo dan memiliki nilai akurasi sebesar 87,5%.
3. Lengan robot dapat memindahkan barang yang beratnya sudah memenuhi berat yang ditentukan dengan waktu pemindahan selama ± 10 detik dari pallet ke tempat tujuan.
4. Fungsi mode auto bisa berjalan dengan nilai akurasi 100% untuk memindahkan barang dengan berat tertentu.

5. Fungsi manual menggunakan aplikasi Blynk bisa dioperasikan untuk mengontrol lengan robot menggunakan widget slider dengan nilai error antara 2,58% - 10,96% dan nilai akurasi sebesar 89,04%.
6. Streaming video secara langsung melalui widget video streaming pada aplikasi Blynk menggunakan kamera ESP32 terdapat delay sekitar 2-3 detik pada berbagai koneksi. Dibutuhkan koneksi yang tinggi untuk mengurangi delay pada saat streaming.

B. Saran

1. Dalam mode manual koneksi internet sangat dibutuhkan untuk monitoring dan mengontrol lengan robot.
2. Streaming menggunakan aplikasi Blynk dengan kamera ESP32 masih memiliki masalah delay yang terasa sedikit mengganggu maka diperlukan pengembangan dalam program maupun protocol yang digunakan agar lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Alexander, R. F., 2013. Aplikasi Sensor Berat Load Cell Pada Alat Pengereng Herbal.
- [2] Amelya, A., 2014. RANCANG BANGUN MOBILE ROBOT PENDETEKSI KEBOCORAN GAS DENGAN MENGGUNAKAN MODUL XBEE BERBASIS MIKROKONTROLLER ATMEGA32U4, Palembang: POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA.
- [3] Anak Agung Gde Ekayana, I. G. N. K. A., 2017. RANCANG BANGUN PROTOTYPE SISTEM KENDALI LENGAN. Volume 6, p. 116.
- [4] Andrianto, H., 2013. Pemrograman Mikrokontroler AVR ATmega 16 Menggunakan Bahasa C (CodeVision AVR). Bandung: INFORMATIKA.
- [5] Faudin, A., 2017. *Apa itu modul ESP8266?*. [Online] Available at: <https://www.nyebarilmu.com/apa-itu-modul-esp8266/> [Diakses 31 October 2019].
- [6] Irawan, A., 2017. Rancang Bangun Pengendali Gerakan Lengan Robot Menggunakan Flex-sensor dan Potensiometer Yang Dipasang Pada Lengan Manusia. Malang : ITN Malang.

- [7] Istiqlal Faroz, R. M. W. K., 2019. Implementasi Sensor Warna Pada Robot Lengan Pemindah Barang Menggunakan Inverse Kinematics. 3(7), p. 7284.
- [8] Kurniawan, A., 2017. Sistem Pengendali Peralatan Rumah Tangga Berbasis Aplikasi Blynk dan NodeMCU ESP8266. p. 7.
- [9] loadcell.com, 2012. *cara kerja load cell timbangan*. [Online] Available at: <http://load-cell.com/2012/06/cara-kerja-load-cell-timbangan.html> [Diakses 5 February 2020].
- [10] Production, D., t.thn. *Tokopedia*. [Online] Available at: <https://www.tokopedia.com/dtproduction/esp32-cam-esp32-cam-ov2640-wifi-module-dengan-kamera> [Diakses 3 September 2019].
- [11] Putra, M. R., 2016. APLIKASI SENSOR LOAD CELL SEBAGAI PENGUKUR BERAT SERPIHAN CANGKIR PLASTIK AIR MINERAL UNTUK MENONAKTIFKAN MOTOR AC PADA RANCANG BANGUN MESIN PENGHANCUR PLASTIK. *Laporan Akhir*, Volume II, pp. 8-10.
- [12] Ramadhan, Y., 2018. Sistem Kendali Kalang Tertutup Dengan Metode PID Pada Robot Wayang. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- [13] ricelake.com, 2010. *Load Cell and Weight (America Module)*. [Online] Available at: www.ricelake.com [Diakses 5 February 2020].
- [14] Shidiq, M., 2018. *Pengertian Internet of Things (IoT)*. [Online] Available at: <http://otomasi.sv.ugm.ac.id/2018/06/02/pengertian-internet-of-things-iot/> [Diakses 3 September 2019].
- [15] Wikipedia, 2019. *Inframerah*. [Online] Available at: <https://id.wikipedia.org/wiki/Inframerah> [Diakses 6 February 2020].
- [16] Woollard, B., 2003. *Elektronika Praktis*. Jakarta: Pradnya Paramita.