

Fortel
2016

SEMARANG
19 - 21 OKTOBER
2016

PROCEEDINGS

SEMINAR NASIONAL
TEKNIK ELEKTRO
2016



PERAN
PENDIDIKAN TINGGI
TEKNIK ELEKTRO INDONESIA
DI ERA **MEA**



**UNIVERSITAS
DIPONEGORO**

BECOMES AN EXCELLENT RESEARCH UNIVERSITY

FORTE

Forum Pendidikan Tinggi Teknik Elektro Indonesia

Daftar Makalah
Seminar Nasional FORTEI 2016

Judul Makalah	Hal
Disain Prototype Pick and Place dengan Sistem Pneumatik Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA 8535 <i>Aswardi Mawardi and Kurniadi Lisman</i>	1
Rancang Bangun Sistem Kontrol Bucket Elevator Berbasis Mikrokontroler Oriza Candra and Elfizon Elfizon	7
Monitoring Aki Sebagai Penyimpan Energi listrik Yang Dihasilkan Oleh Solar Sell Di Daerah Terpencil <i>Ahmad Ridho`i</i>	14
Lampu LED 12 VDC Menggunakan Rangkaian Penyalan Berbasis Boost Converter <i>Budhi Anto</i>	20
Pengontrolan dan Monitoring Kecepatan Motor DC Menggunakan Radio Frekuensi <i>Ali Basrah Pulungan</i>	26
Rancang Bangun Teknologi Pengatur Kualitas Air pada Pembudidayaan Ikan Lele <i>Mohamad Agung Prawira Negara</i>	31
Pendeteksi Kejernihan Air dengan Menggunakan Indikator LED dan LCD <i>Nina Paramytha and Ali Kasim</i>	36
Laptop-based Robot sebagai Pramusaji Restoran dengan Menerapkan Metode Pengolahan Citra dan Kontrol Fuzzy <i>I Nyoman Kusuma Wardana, I Gusti Agung Made Sunaya, dan Kadek Amerta Yasa</i>	41
Aplikasi Fuzzy Logic untuk Pengendalian Motor Compressor pada Air Conditioner Berbasis ATMEGA8535 <i>Elfizon dan Asnil</i>	47
Perancangan Kontroler Internal Model Control pada Kolom Distilasi <i>Wahyudi</i>	52
Konverter Arus Searah ke Arus Searah Tipe pEnaik Tegangan dengan dan Tanpa Mosfet Sinkronisasi <i>Trias Andromeda</i>	58

Fungsi Hash untuk Inverted Page Table yang Memetakan Virtual Address 256 Bit menjadi Physical Address 64 Bit <i>Fitria Ridayanti, Yudi Satria Gondokaryono</i>	64
Sistem Overhead Crane Dengan Wireless Control Menggunakan Android Berbasis Arduino <i>Aswardi Mawardi, Boy Ihsan</i>	69
Implementasi Digital Watermarking Sebagai Tanda Tangan Digital pada Portable Document Format (PDF) untuk Menjamin Autentikasi dan Keutuhan Data <i>Fuad Saroha, Desi Marlana</i>	75
Implementasi Tanda Tangan Elektronik Berbasis Kunci Simetris Menggunakan Hash MAC SHA-512 <i>Muhammad Dwison Alizah, Desi Marlana</i>	80
Rancangan Vehicular Visible Light Communication and Ad-Hoc Network (V2LICAN) Pada Mobil Listrik Cerdas <i>Widya Cahyadi</i>	86
Pemanfaatan Smartphone Android sebagai Kontrol Lampu Ruangan Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno <i>Habibullah Habibullah</i>	92
Analisis Interferensi Co-Channel Pada Jaringan Wi-Fi <i>Kukuh Nugroho</i>	97
Sistem pakar pada perangkat mobile Untuk diagnosis hama penyakit tanaman padi <i>Abdul Djohar</i>	103
Pelabelan Berbasis Kode Warna Dengan Variasi 2D Shape <i>Jody S.A. Zacharias dan Don E.D.G. Pollo</i>	109
Sistem Identifikasi Jenis Tanaman Obat Menggunakan Matriks Kookurensi Aras Keabuan (GLCM) dan Jarak Canberra <i>Mentari Hidanti</i>	114
Identifikasi Tanaman Obat Menggunakan Tapis Gabor 2-D dengan Jaringan Syaraf Tiruan Learning Vector Quantization (LVQ) <i>Aditya Indra Bagaskara</i>	120
Analisis Unjuk Kerja Jaringan Telekomunikasi dengan Menggunakan Metode Dua Fase Katz <i>Jamser Simanjuntak</i>	126

Perencanaan Femtocell 4G LTE 1800Mhz Studi Kasus Gedung Baru ST3 Telkom Purwokerto <i>Alfin Hikmaturokhman</i>	130
Kajian Kesiapan Migrasi Sistem Televisi Analog ke Sistem Televisi Digital (Studi Kasus Di Banda Aceh) <i>Rizal Munadi</i>	136
Perancangan Antena Mikrostrip Meander Line untuk Sistem Telemetry Roket Ujian Muatan <i>Muhammad Harry Bintang Pratama, Wahyul Amien Syafei</i>	143
Permasalahan dan Solusi Pengembangan Energi Terbarukan Di Indonesia <i>Didik Notosudjono and Dede Suhendi</i>	149
Analisis dan Identifikasi Distorsi Harmonik Pembangkit Listrik Tenaga Surya 320 WP untuk Aplikasi Khusus <i>NurhalimNurhalim and FirdausFirdaus</i>	153
Pemodelan dan Simulasi Pompa Air DC Tenaga Surya <i>Mohammad Taufik and TaufikTaufik</i>	157
Analisa dan Desain Bidirectional Inverter 1500 Watt untuk Sistem Hybrid Energi Alternatif Pembangkit Listrik Tenaga Surya dan Energi Utilitas pada Aplikasi Rumah Tangga <i>Amir Hamzah</i>	163
Evaluasi Settingrelayocr, GFR dan Recloser Pasca Rekonfigurasi Jaringan Distribusi Pada Trafo 2 Gardu Induk Sronдол Semarang Menggunakan ETAP 12.6.0 <i>Susatyo Handoko, Juningtyastuti, Isa Abdullah</i>	168
Submarine Rescue Robo (SURO) sebagai Upaya Membantu Proses Pencarian Korban Kecelakaan Di Wilayah Perairan <i>Hendri, Yudi Andika</i>	175

SISTEM OVERHEAD CRANE DENGAN WIRELESS CONTROL MENGUNAKAN ANDROID BERBASIS ARDUINO

Aswardi*, Boy Ihsan

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Hamka – Air Tawar Padang 25132, Indonesia

Email: *)aswardim@gmail.com

Abstrak

Crane merupakan perangkat yang hampir digunakan disemua industri, seperti pada workshop, pelabuhan, gudang dan lain-lain. Secara umum pengendalian crane dinilai kurang efektif dan efisien karena masih memerlukan tenaga operator untuk berjalan mengikuti kemana arah dari beban. Hal ini karena tombol push button yang berfungsi sebagai alat pengontrol masih dihubungkan dengan kabel ke alat hoist crane tersebut. Tujuan pembuatan tugas akhir ini adalah untuk merancang dan membangun sistem kendali overhead crane berbasis smartphone android. Alat ini nantinya diharapkan dapat mengendalikan overhead crane menggunakan smartphone android. Overhead crane ini digerakan menggunakan 3 buah motor servo continuous, servo1 berfungsi sebagai hoist, servo2 sebagai penggerak vertical dan servo3 sebagai penggerak horizontal. Pengendalian servo tersebut akan dilakukan melalui smartphone android. Pengendalian perangkat oleh smartphone android menggunakan komunikasi serial bluetooth. Sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno R3 serta dibangun dan dirancang pada miniatur overhead crane. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada sistem ini, pengendalian overhead crane dapat dilakukan dari smartphone android. Pengendalian perangkat dapat dikendalikan pada jarak maksimal ± 12 meter tanpa penghalang dan jarak ± 10 meter menggunakan penghalang dengan kecepatan ± 340 RPM. Hasil percobaan membuktikan bahwa pengendalian overhead crane (servo1, servo2 dan servo3) dapat dikendalikan melalui smartphone android serta lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan mekanisme push button. Oleh karena itu penggunaan kabel dapat digantikan dengan wireless (bluetooth) agar pengguna bisa menjaga jarak aman dengan beban yang akan dipindahkan.

Kata kunci; Android, Arduino Uno, Bluetooth HC-06, Servomotor

1. Pendahuluan

Over-head crane merupakan alat pemindah yang mempunyai struktur kerangka menyerupai jembatan yang ditumpu pada kedua ujung dengan roda – roda untuk berjalan sepanjang lintasan rel di atas lantai atau tumpuan^[4].

Overhead crane umumnya digerakan menggunakan motor listrik yang mempunyai torsi besar, dan pengontrolan *overhead crane* biasanya dioperasikan dengan menggunakan *pushbutton* yang digantung bersamakabel pada area kerja *overhead crane*. Operator biasanya mengikuti kemana arah dari *overhead crane*, karena *push button* yang berfungsi sebagai pengontrolan masih dihubungkan dengan kabel kesistemkontrol. Hal ini tentu dibutuhkan sebuah alat yang mampu mengontrol *overhead crane* tanpa menggunakan kabel (*wireless control*) agar memudahkan operator untuk tidak selalu mengikuti kemana arah dari *overhead crane*.

Pada saat sekarang ini penggunaan *wireless control* sangat banyak digunakan, karena teknologi ini dapat mengurangi penggunaan kabel yang cukup mengganggu secara estetika dan bisa mengurangi biaya.

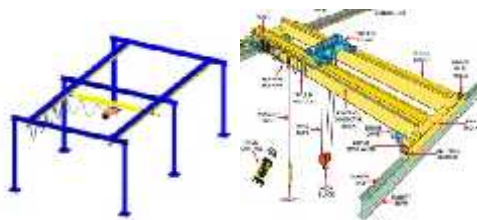
Pengontrolan *overhead crane* secara manual tentunya dinilai masih kurang efektif dan efisien karena masih memerlukan tenaga operator untuk berjalan mengikuti kemana arah dari beban. Hal ini karena tombol *push button* yang berfungsi sebagai alat pengontrol masih dihubungkan dengan kabel ke alat *hoist crane* tersebut. Penggunaan kabel juga membuat langkah operator harus selalu berada didekat beban, hal ini tentu dari segi keamanan tidak baik untuk operator.

Solusi untuk mengatasi permasalahan di atas adalah merancang suatu alat pengontrolan *overhead crane* dengan memanfaatkan teknologi *wireless bluetooth* pada *smartphone* android, dimana fungsi *smartphone* android ini sebagai pengontrol saklar *on-off* agar memungkinkan operator untuk lebih menghemat waktu, menghemat energi, mengurangi resiko kecelakaan dan mempermudah dalam proses pengerjaannya

Crane adalah suatu alat pengangkat dan pemindah material yang bekerja dengan prinsip kerja tali, *crane* digunakan untuk angkat muatan secara vertikal dan gerak kearah horisontal bergerak secara bersama dan

menurunkan muatan ke tempat yang telah ditentukan dengan mekanisme pergerakan crane.”[4]

Crane biasanya digunakan pada lingkungan industri untuk memudahkan pemindahan material atau hasil produksi dalam ukuran berat yang besar dari suatu tempat ke tempat lain dalam jarak yang tidak jauh. Crane dibagi menjadi beberapa jenis, diantaranya adalah overhead crane, Overhead crane adalah crane yang digunakan untuk mengangkat atau menurunkan beban secara vertikal menggunakan hoisting rope (umumnya) dengan tenaga listrik sebagai mekanisme pengangkat, dan memindahkan beban secara horizontal dengan jarak yang terbatas sesuai panjang rel. Overhead crane biasanya digunakan didalam ruangan, seperti workshop.



Gambar 1.Overhead Crane

Umumnya overhead crane menggunakan motor listrik dengan daya yang bervariasi sebagai penggerak, karena beban yang akan diangkat oleh overhead crane juga bervariasi.

Crane biasanya digunakan pada lingkungan industri untuk memudahkan pemindahan material atau hasil produksi dalam ukuran berat yang besar dari suatu tempat ke tempat lain dalam jarak yang tidak jauh. Crane memiliki kapasitas angkat (lifting capacity), kecepatan dari beberapa gerakan (moving velocity), dan tinggi pengangkatan (lifting height) yang bermacam – macam tergantung jenis aplikasi yang diinginkan.

Menurut Ach. Muhib (2010 : 5) Berdasarkan konstruksinya, crane dapat dikelompokkan menjadi beberapa macam, yaitu crane mobil (mobile crane), crane menara (tower crane), dan crane lintasan (travelling type crane).

Overhead crane menggunakan 3 buah motor yang berfungsi untuk menggerakkan material yang akan dipindahkan [4]. Berikut cara kerja dari overhead crane :
Gerakan Hoist

Gerakan hoist ini adalah gerakan naik dan turun untuk mengangkat dan menurunkan muatan yang telah dijepit oleh spreader yang diikat melalui tali baja (wire rope) yang digulung oleh drum, dimana drum ini digerakkan oleh motor listrik.

Gerakan transversal adalah gerakan yang dilakukan oleh trolley saat membawa muatan dengan arah dan pergerakannya sejajar dengan girder, melalui tali baja yang

terlilit pada drum dengan penggerak mula ialah elektromotor, sehingga trolley akan bergerak pada rel yang terletak diatas boom dan girder.

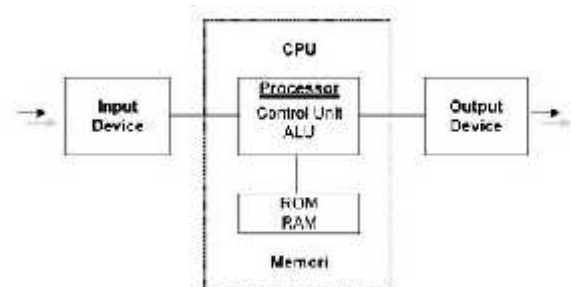
1) Gerakan Longitudinal

Gerakan longitudinal ini disebut juga gerakan yang dilakukan oleh gantry yaitu gerakan memanjang pada rel besi yang terletak pada permukaan tanah yang dilakukan melalui roda gigi transmisi. Dalam hal ini elektromotor akan memutar roda gantry dan gantry akan bergerak secara maju mundur ke arah yang diinginkan, dan setelah jarak yang dicapai telah pada tempatnya maka arus listrik akan terputus dan rem sekaligus akan berkerja.

Android merupakan sistem operasi untuk perangkat mobile yang berbasis linux dan bersifat terbuka atau open source dengan lisensi GNU yang dimiliki Google [3]. Google yang mengakuisisi Android, membuatkan sebuah platform dimana para pengembang bisa dengan leluasa berkarya serta menciptakan aplikasi gratis terbaik dan terbuka untuk digunakan untukbermacam-macam perangkat”. Untuk pemograman android sendiri banyak aplikasi yang bisa digunakan, contoh untuk pembuatan aplikasi sederhana adalah MIT App Inventor.

Overhead crane dengan wireless control, versi android yang akan digunakan adalah versi kitkat, dimana pada versi ini sudah menggunakan ART (Android Run Time) pada pengolahan data, pada versi sebelumnya masih menggunakan Dalvik cache.

Mikrokontroler arduino merupakan sebuah platform elektronik yang bersifat open source, berbasis pada software dan hardware yang fleksibel dan mudah digunakan [1]. Nama Arduino tidak hanya dipakai untuk menamai board rangkaian saja, tetapi juga untuk menamai bahasa dan software pemrogramannya, serta IDE (Integrated Development Environment) atau lingkungan pemrogramannya.

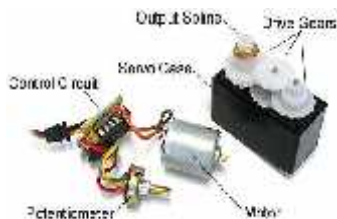


Gambar 2.Struktur Dasar Mikrokontroler [5]

Arduino Uno merupakan suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler Atmega 328 atau sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer. (Kadir, 2013:16). Board ini memiliki 14 digital input/output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack listrik tombol reset.

Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. Motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya pada saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.



Gambar 3. Konstruksi Motor Servo

Gambar di atas memperlihatkan bagian – bagian motor servo, yang terdiri dari *drive gears*, motor DC, *potensiometer*, *control circuit* dan *servo case*. *drive gears* berfungsi sebagai penurun kecepatan motor, tapi penurun kecepatan motor ini memberi torsi yang besar untuk servo, sehingga motor mampu mengangkat beban yang cukup besar. Motor servo dikendalikan menggunakan sinyal PWM.

Bluetooth HC-06

Modul *Bluetooth* adalah suatu perangkat yang berfungsi sebagai media penghubung antara *smartphone* android dengan mikrokontroler yang sudah tertanam modul *bluetooth* tersebut. Modul *bluetooth* digunakan untuk mengirimkan data serial TTL via *bluetooth*. Modul *bluetooth* ini terdiri dari dua jenis yaitu Master dan Slave. HC-06 merupakan jenis modul *bluetooth master* yang berkerja pada frekuensi 2.4 GHz.

Pemakaian *bluetooth* pada sistem komunikasi baik antar dua sistem mikrokontroler maupun antara suatu sistem ke *device* lain tidak perlu menggunakan *driver*, tetapi komunikasi dapat terjadi dengan dua syarat yaitu *password* cocok, dan komunikasi terjadi antara modul *bluetooth master* dan *slave*.

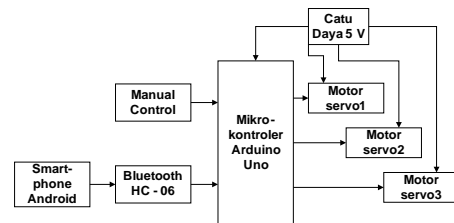
Catu Daya

Catu Daya (*Power Supply*) adalah rangkaian yang berfungsi untuk menyediakan daya pada peralatan elektronik, catu daya dibutuhkan pada sebuah sistem kontrol dan rangkaian sebagai penggerak (*power supply*) [2]. Pembuatan catu daya menggunakan beberapa komponen seperti: penurun tegangan, penyearah, filter capacitor, dan penstabil tegangan.

2. Metode Perancangan

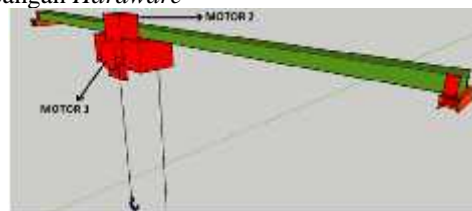
Dalam metode akan dibahas tentang perancangan dan pembuatan alat yang meliputi perancangan alat, blok diagram

Diagram Blok

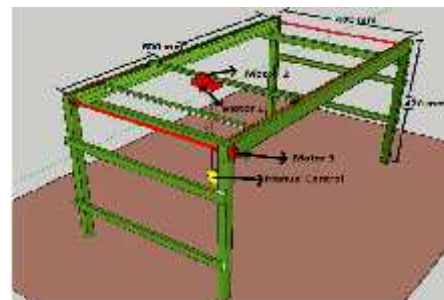


Gambar 4. Diagram Blok Sistem

Perancangan Hardware



Gambar 5. Potongan *hoist* dan manual control

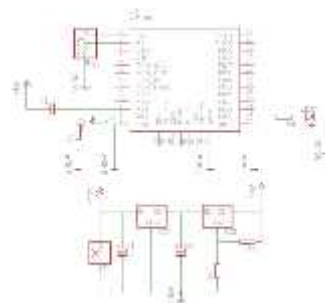


Gambar 6. Perancangan miniature *overhead crane*

a. Perancangan Rangkaian Elektronik

1) Rangkaian *Bluetooth HC-06*

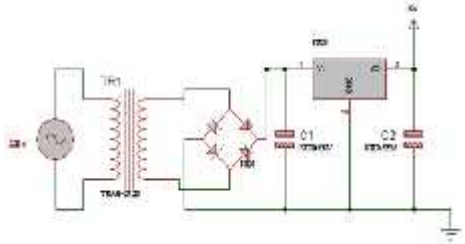
Modul *Bluetooth HC-06* pada penelitian ini merupakan komunikasi yang digunakan antara *smartphone* android dan mikrokontroler arduino uno. Modul ini bekerja pada frekuensi 2.4GHz gambar rangkaian ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 7. Rangkaian *Bluetooth HC-06*

2) Rangkaian Catu Daya

Rangkaian ini berfungsi untuk mengha-silkan tegangan keluaran 5 volt dc. Tegangan itu digunakan sebagai sumber motor servo dan arduino uno. Transformator yang digunakan adalah jenis transformator *step down* (menurunkan tegangan). Transformator ini memiliki arus 2 ampere dan tegangan tertinggi adalah 12 volt. Untuk membatasi tegangan lebih digunakan IC regulator 7805.



Gambar 8. Rangkaian Catu Daya

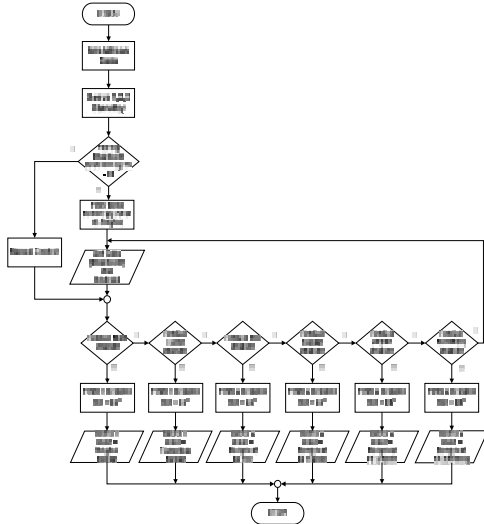
b. Perancangan penggunaan motor servo
 Menurut beban angkat diatas, maka motor penggerak yang akan dipakai dapat dihitung dengan memakai rumus dari Rudenko sebagai berikut :

$$N = \frac{Q \times v}{75 \times \eta} \text{ HP} \quad (1)$$

Setelah melakukan perhitungan maka dipilih 3 buah servo yang akan dipakai, yaitu : Servo1 DS04-NFC, servo2 merek Fitech tipe FS5106R, dan servo3 SM-S4315R.

1. Perancangan Software

a. Flowchart

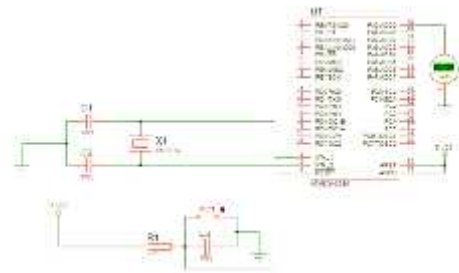


Gambar 9. Flowchart kerja sistem

3. Hasil dan Pembahasan

1. Pengujian Mikrokontroler Arduino

Pengukuran tegangan dilakukan terhadap parameter logika '0' dan logika '1' pada port I/O mikrokontroler Arduino Uno.



Gambar 10. Pengukuran Rangkaian Arduino

Hasil pengukuran rangkaian mikrokontroler arduino adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Pengukuran Rangkaian Arduino

Parameter atau Logika yang Diukur	Nilai Tegangan yang Terukur
Logika low (0)	0,02 VDC
Logika high (1)	4,85 VDC

2. Bluetooth HC-06

Bluetooth yang digunakan adalah Bluetooth HC-06 yang merupakan modul komunikasi nirkabel yang bekerja pada frekuensi 2.4GHz.

Tabel 2. Hasil Pengujian Bluetooth HC-06

No	Jarak	Tanpa Penghalang	Dengan Penghalang
1	1 Meter	ON	ON
2	2 Meter	ON	ON
3	3 Meter	ON	ON
4	4 Meter	ON	ON
5	5 Meter	ON	ON
6	6 Meter	ON	ON
7	7 Meter	ON	ON
8	8 Meter	ON	ON
9	9 Meter	ON	ON
10	10 Meter	ON	ON
11	11 Meter	ON	OFF
12	12 Meter	ON	OFF
13	13 Meter	OFF	OFF

3. Pengujian Motor Servo

Pada pengujian digunakan tiga buah motor servo dengan enam variasi gerakan, yaitu : naik turun, kiri kanan, dan depan belakang. Dan juga menggunakan empat variasi beban.

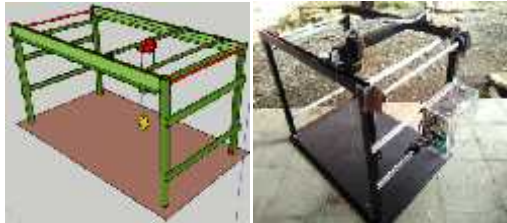
Tabel 3. Hasil Pengukuran Motor Servo

1. Beban 500 gram				
Variasi Gerak	Nilai PWM	Kecepatan (RPM)	Keterangan Pada CRO	Duty Cycle
Naik	114° (1.84 ms)	346	Vmin= -80 mV Vmax= 4.96 V +Wid= 1.72 ms Vavg= 320 mV	8.5 %
Turun	73° (1.18 ms)	342	Vmin= -80 mV Vmax= 4.96 V +Wid= 1.29 ms Vavg= 320 mV	6.45 %
Kanan	106° (1.71 ms)	344	Vmin= -80 mV Vmax= 4.96 V +Wid= 1.64 ms Vavg= 320 mV	8.2 %
Kiri	78° (1.26 ms)	343	Vmin= -80 mV Vmax= 4.96 V +Wid= 1.34 ms Vavg= 320 mV	6.7 %
Depan	63° (1.03 ms)	341	Vmin= -80 mV Vmax= 4.96 V +Wid= 1.20 ms Vavg= 320 mV	6 %
Bela-kang	113° (1.91 ms)	342	Vmin= -80 mV Vmax= 4.96 V +Wid= 1.72 ms Vavg= 320 mV	8.5 %

2. Beban 1000 gram				
Variasi Gerak	Nilai PWM	n (RPM)	Keterangan pada CRO	Duty Cycle
Naik	124° (2 ms)	342	Vmin= -80 mV Vmax= 4.96 V +Wid= 1.82 ms Vavg= 320 mV	9.1 %
Turun	79° (1.27 ms)	344	Vmin= -80 mV Vmax= 4.96 V +Wid= 1.36 ms Vavg= 320 mV	6.8 %
Kanan	110° (1.78 ms)	345	Vmin= -80 mV Vmax= 4.96 V +Wid= 1.68 ms Vavg= 320 mV	8.4 %
Kiri	75° (1.21 ms)	342	Vmin= -80 mV Vmax= 4.96 V +Wid= 1.32 ms Vavg= 320 mV	6.6 %
Depan	53° (0.87 ms)	344	Vmin= -80 mV Vmax= 4.96 V +Wid= 1.08 ms Vavg= 320 mV	5.4 %
Bela-kang	123° (2.02 ms)	341	Vmin= -80 mV Vmax= 4.96 V +Wid= 1.82 ms Vavg= 320 mV	9.1 %

4. Pengujian *Overhead Crane*

Pengujian *overhead crane* bertujuan untuk membandingkan hasil perancangan dengan hasil pengujian.



Gambar 11. Perbandingan Rancangan dengan Hasil Pembuatan *Overhead Crane*

Perubahan tersebut diantaranya adalah :

- a. Kedudukan *box* atau *control panel* yang sebelumnya ditempatkan pada bagian luar *overhead crane*, sekarang diletakkan pada bagian badan *overhead crane*, dengan tujuan untuk mengurangi tempat yang akan digunakan.

Perancangan menggunakan satu jenis motor dc servo diubah menjadi tiga buah jenis motor yang berbeda, karena beban pada tiap-tiap motor berbeda.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa sistem *Overhead Crane* dengan *Wireless Control* Menggunakan *Android* Berbasis *Arduino*, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut;

- (1) Program arduino dan aplikasi Android yang telah dibangun dapat berfungsi dengan baik yaitu pada pengujian program IDE Arduino dapat mengendalikan motor servo untuk mengangkat beban, sedangkan aplikasi android pada pengujian keseluruhan dapat mengendalikan perangkat via modul *Bluetooth* HC-06 dengan kecepatan 10 detik untuk menempuh jarak 400 mm dengan beban yang berbeda-beda antara 0 – 1000 gram,

- (2) Berdasarkan hasil dari percobaan terhadap motor servo untuk mengangkat beban maka didapatkan hasil berupa penambahan nilai *duty cycle* PWM berbanding lurus dengan berat beban yang bisa diangkat oleh servo, dengan kata lain semakin berat suatu beban maka nilai *duty cycle* PWM yang diberikan semakin besar pula. Hal tersebut dilakukan untuk mendapatkan kecepatan yang konstan untuk setiap pergerakan yaitu sekitar 340 rpm,
- (3) Pada saat pengujian *bluetooth* bisa bekerja pada jarak 12 meter tanpa penghalang, dan 10 meter jika menggunakan penghalang, dan *character* yang dikirimkan dari aplikasi android ke arduino sesuai dengan nilai PWM yang ditetapkan untuk tiap-tiap *character*, dan
- (4) PWM yang diberikan pada arduino dan PWM yang terukur pada CRO hampir sama, walaupun terdapat beberapa error yang bisa dikatakan tidak besar.

Referensi

- [1] Artanto, Dian. 2012. *Interaksi Arduino dan Labview*. Jakarta:PT Elex Media Komputindo
- [2] Bishop, Owen. 2004. *Dasar-dasar elektronika*. Jakarta: Erlangga
- [3] Hernita. 2013. *Android Programming With Eclipse*. Semarang:Andi.
- [4] Ilang, Cah. 2012. *Alat Pindah Bahan – Crane*. Solo : Grahadi Group
- [5] Niki. 2014. *Mikrokontroler Dasar*.
- [6] http://tehnikelistrikan.blogspot.co.id/2011_09_01_archive.html. diakses : 06 Februari 2016
- [7] Oktavianti, Intan. 2014. *Pengertian Bahasa Pemrograman*.
- [8] <http://intanstem-apal24.blogspot.com/2014/08/pengertian-bahasa-pemrograman.html>. diakses : 22 Mei 2015