

PERANCANGAN SISTEM GANTRY CRANE DENGAN WIRELESS CONTROL BERBASIS ARDUINO

Lisa Fitriani Ishak¹, Tohir Aminudin²

¹⁾ Dosen Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Tangerang

²⁾ Alumni Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Tangerang
lisaishak.umd@gmail.com¹, tohier.elegantz@yahoo.com²

Abstrak-*Gantry crane* adalah sebuah mesin yang digunakan untuk mengangkat dan memindahkan suatu barang yang banyak digunakan di dunia industri. Sistem kontrol *gantry crane* pada umumnya masih menggunakan kabel kontrol yang terhubung dengan kotak panel kontrol yang menempel pada badan *crane*, kondisi tersebut kurang efektif karena pergerakan operator *crane* menjadi terbatas pada posisi tertentu dan berbahaya karena operator harus berjalan berdekatan mengikuti kemana arah beban akan diangkat dan dipindahkan. Selain itu penggunaan kabel kontrol pada sistem kendali *crane* rentan terjadi kerusakan yang disebabkan mobilitas kabel kontrol yang tinggi dan sering terjadi tarikan pada saat operator menyesuaikan posisi beban kemana akan diangkat dan dipindahkan. Berdasarkan beberapa keterbatasan ini, penulis mencoba mengembangkan sistem kontrol *crane* yang tadinya menggunakan kabel menjadi sistem kontrol tanpa kabel (*wireless*). Metode yang digunakan dalam perancangan sistem ini adalah dengan menggunakan kit mikrokontroler Arduino Nano, sedangkan untuk komunikasi *wireless* pada sistem yaitu menggunakan *wireless module* NRF24L01. Perancangan sistem kontrol menggunakan *wireless* berhasil di implementasikan dalam bentuk *prototype gantry crane*, dimana *protototype* tersebut dapat dikendalikan tanpa kabel dengan jarak kendali terjauh yaitu 80 meter. Pada penerapan sebenarnya diharapkan mampu memperluas ruang gerak operator sehingga operator menjadi lebih aman dan juga meminimalisir terjadinya kerusakan pada mesin dan barang yang diangkat.

Kata kunci: *Gantry Crane, Wireless, Prototype, Arduino.*

I. PENDAHULUAN

Crane adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk mengangkat dan memindahkan suatu barang dari satu tempat ke tempat lainnya pada lintasan tertentu. *Crane* pertama kali diciptakan oleh bangsa Yunani kuno untuk pengerjaan konstruksi pada zaman tersebut, dimana tenaga manusia dan hewan adalah sebagai tenaga penggerak utamanya.

Gantry crane adalah salah satu jenis *crane* yang banyak digunakan di dunia industri, salah satu contoh penggunaan *gantry crane* yaitu untuk mengangkat dan memindahkan barang material ataupun hasil produksi yang tidak mungkin untuk diangkat oleh tenaga manusia pada tempat penyimpanan barang di luar ruangan, seperti contoh pada pergudangan, bengkel-bengkel besar untuk galangan kapal dan pelabuhan.

Penggunaan *gantry crane* adalah pada lapangan terbuka dengan struktur rangka besi yang dipasang melintang diatas kepala, portal berpasangan yang berdiri tegak dimana fungsinya adalah sebagai penegak struktur *crane* lainnya dan juga motor listrik yang digunakan sebagai penggerak utamanya.

Sistem kontrol *gantry crane* pada umumnya masih menggunakan kabel kontrol yang terulur dan terhubung dengan kotak panel yang menempel pada badan *crane*. Kondisi tersebut kurang efektif dan efisien karena pergerakan operator *crane* menjadi terbatas pada posisi tertentu dan berbahaya karena operator harus berjalan berdekatan mengikuti kemana arah beban akan diangkat dan dipindahkan. Selain itu penggunaan kabel kontrol pada sistem kendali *crane* tersebut rentan terjadi kerusakan yang disebabkan mobilitas kabel kontrol yang cukup tinggi.

Dari uraian di atas, penulis bermaksud untuk melakukan penelitian dengan judul "Perancangan Sistem Sistem Gantry Crane dengan Wireless Control Berbasis Arduino"

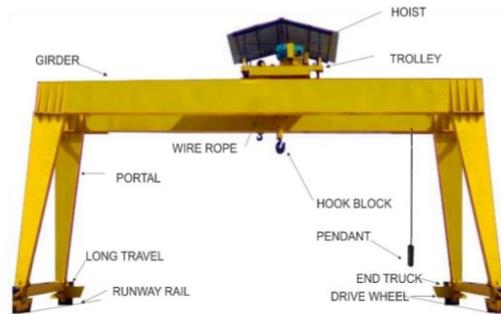
Berdasarkan penjelasan dan uraian di atas, maka dapat diambil beberapa rumusan masalah, yaitu merealisasikan teori dan struktur dasar yang di dapat dengan pendekatan rangkaian kontrol yang sudah ada dengan menggunakan Arduino, dan mensimulasikan cara kerja sistem kontrol dengan membuat sebuah *prototype*.

Adapun tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk meningkatkan efektivitas penggunaan peralatan

kontrol sehingga kinerja dari peralatan tersebut menjadi lebih efisien.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Berdasarkan fungsi utamanya alat pengangkat jenis *gantry crane* dibagi menjadi beberapa bagian inti yaitu:



Gambar 1. *Gantry Crane*

1. Hoist

Hoist merupakan bagian pada *gantry crane* yang berfungsi sebagai bagian utama dalam mekanisme sistem pengangkat dan pengangkut beban dengan arah lintasan melintang sepanjang *cross travel girder*. Dengan *hoist* inilah nantinya beban akan diangkat dan diturunkan sesuai dengan keinginan.

2. Girder

Girder adalah bagian *crane* yang terbuat dari plat baja berbentuk kotak memanjang yang pemasangannya melintang diatas portal. Pada kedua sisi *girder* dilengkapi dengan rel khusus sebagai lintasan roda *trolley* nantinya.

3. Trolley

Trolley adalah penyusun *crane* sebagai penopang bagian *hoist* yang dapat bergerak melintang sepanjang *girder*. Gerakan yang dihasilkan disebut gerakan *transfersal/ cross travel*.

4. Portal

Portal adalah bagian *crane* yang menopang diatas *end truck*, pada umumnya terbuat dari plat baja atau pipa baja yang fungsinya yaitu sebagai penegak atau tiang penyangga *girder* dan komponen lain diatasnya.

5. Bridge dan End truck

Bridge adalah bagian penyusun *crane* sebagai penopang dan jembatan antara dua *girder* yang sejajar yang dapat berjalan sepanjang rel atau lintasan. Gerakan yang dihasilkannya disebut gerakan *longitudinal/ long travel*.

6. Pendant

Pendant atau beberapa alat kendali fungsinya yaitu untuk mengendalikan keseluruhan fungsi operasi dari tiap-tiap bagian *crane* baik berupa gerakan *hoisting* dan *travelling*.

7. Powerail

Powerail adalah beberapa konduktor listrik berupa lempengan tembaga dalam satu kotak yang membentang di sepanjang struktur jembatan *crane*. Fungsinya yaitu sebagai konduktor untuk menyuplai

energi listrik ke *control device* dan *power* yang ada pada *hoist* dan *trolley*.

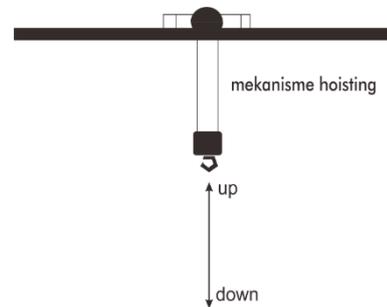
8. Current collector

Current collector adalah bagian *crane* seperti *trolley* sebagai penghubung konduktor listrik dari *powerail* dengan keseluruhan komponen pada proses *hoisting* dan *travelling*.

Pergerakan *gantry crane* pada dasarnya dibagi menjadi tiga jenis gerakan yang berbeda yaitu gerakan naik dan turun, gerakan melintang serta gerakan memanjang.

1. Gerakan *Hoisting/ Lowering* (Naik/Turun)

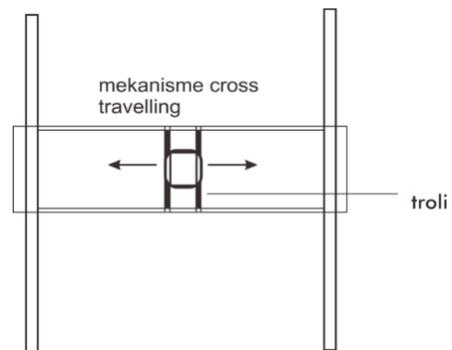
Gerakan ini adalah gerakan naik/turun beban yang telah dipasang pada kait diangkat atau diturunkan dengan menggunakan drum, dalam hal ini putaran drum disesuaikan dengan ukuran *gear* yang sudah diatur sedemikian rupa. Drum digerakkan oleh motor listrik dan gerakan drum dihentikan dengan rem sehingga beban tidak akan naik atau turun setelah posisi sampai dengan yang diinginkan.



Gambar 2. Mekanisme *hoisting/ lifting*

2. Gerakan *Transfersal (cross travelling)*

Gerakan ini adalah gerakan dimana troli berpindah dengan arah melintang. Untuk gerakan tersebut diperlukan motor troli, dimana motor troli ini akan bergerak pada gelagar utama. Jarak pemindahan bahan dapat diatur sesuai yang diinginkan. Rem pengontrol dipasang pada poros motor dan bekerja menurut prinsip elektromagnet.

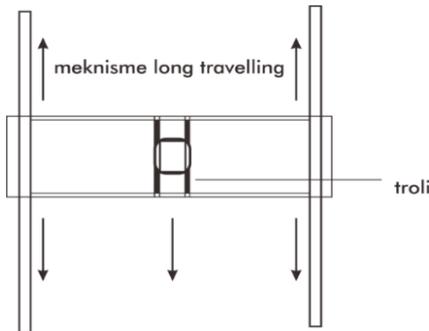


Gambar 3. Mekanisme *Cross Travelling*

3. Gerakan *Longitudinal (long travelling)*

Gerakan ini adalah gerakan dimana troli berpindah dengan arah melintang. Untuk gerakan tersebut

diperlukan motor troli, dimana motor troli ini akan bergerak pada gelagar utama. Jarak pemindahan bahan dapat diatur sesuai yang diinginkan. Rem pengontrol dipasang pada poros motor dan bekerja menurut prinsip elektromagnet.

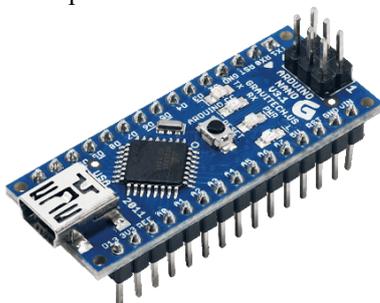


Gambar 4. Mekanisme Long Travelling

Mikrokontroler arduino merupakan sebuah platform elektronik yang bersifat *open source*, berbasis pada *software* dan *hardware* yang fleksibel dan mudah digunakan. 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.

Pada pembuatan *prototype gantry crane* ini Arduino nano berfungsi sebagai kontroler utama untuk komponen-komponen elektronik lainnya seperti modul relay dan modul *wireless* NRF24L01.

Arduino nano merupakan sebuah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik yang bersifat *open source* yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR yaitu IC ATmega328, dimana mikrokontroler tersebut memiliki *software* dan bahasa yang khusus untuk melakukan pemrogramannya. Menurut Syahwil, Arduino nano adalah sebuah platform yang diciptakan untuk menyederhanakan proses rangkaian dan pemrograman mikrokontroler sehingga lebih mudah dipelajari dan dipahami.

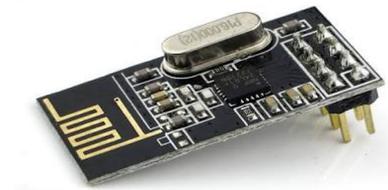


Gambar 5. Arduino nano

Modul NRF24L01 merupakan modul pengirim dan penerima data nirkabel atau *wireless* dengan kebutuhan energi yang rendah, dimana modul tersebut menggunakan gelombang radio dengan frekuensi 2,4 GHz sebagai media lalu lintas data dan menggunakan

antar muka SPI (*Serial Parallel Interface*) untuk berkomunikasi.

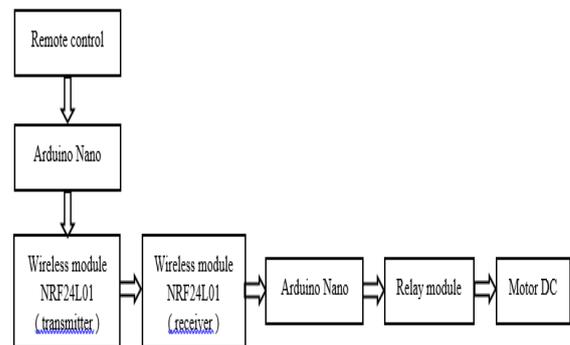
Pada perancangan *prototype gantry crane* modul NRF24L01 ini digunakan untuk berkomunikasi antara remot kontrol *crane* (*transmitter*) dengan komponen kontrol pada mesin *gantry crane* (*receiver*).



Gambar 6. Modul Wireless NRF24L01

III. METODE PENELITIAN

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



Gambar 7 Diagram Blok Sistem Wireless Gantry Crane

a. Perancangan Perangkat Keras (*hardware*)

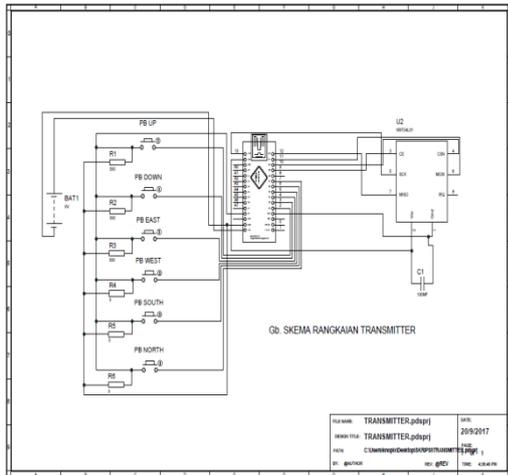
Perancangan *hardware* pada pembuatan *prototype gantry crane* komunikasi tanpa kabel ini merupakan perancangan perangkat keras berupa komponen elektronik untuk *transmitter*, *receiver* dan rangka dari *gantry crane*. Berikut adalah konfigurasi untuk rangkaian *transmitter* yang digunakan pada *prototype gantry crane*.

Tabel 1 Konfigurasi pin Arduino Nano - Remote Control

PUSH BUTTON	DIGITAL INPUT ARDUINO
UP	Pin 2
DOWN	Pin 3
EAST	Pin 4
WEST	Pin 5
SOUTH	Pin 6
NORTH	Pin 7

Tabel 2 Konfigurasi pin NRF24L01 - Arduino Nano (*transmitter*)

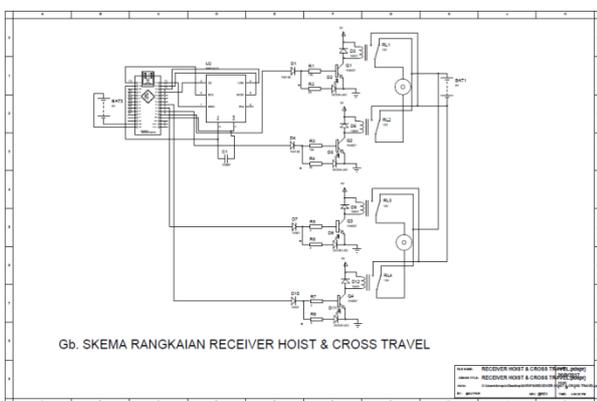
NRF24L01	DIGITAL INPUT ARDUINO
GND	GND
3.3V	VCC
CE	9
CSN	10
SCK	13
MOSI	11
MISO	12



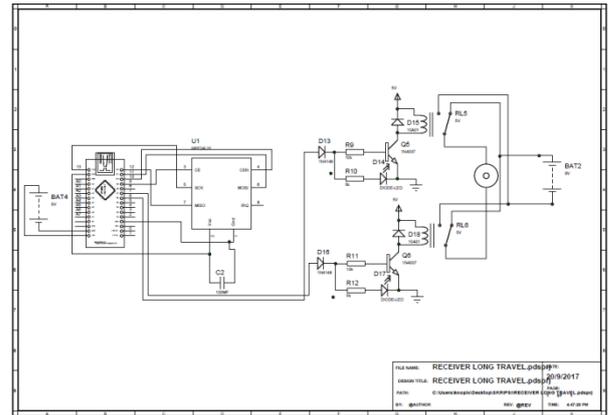
Gambar 8. Rangkaian *Transmitter*

Tabel 3 Konfigurasi pin NRF24L01 - Arduino Nano (*receiver*)

DIGITAL OUTPUT ARDUINO	MODUL RELAY	MOTOR
Pin 2	In 1	UP
Pin 3	In 2	DOWN
Pin 4	In 3	EAST
Pin 5	In 4	WEST
Pin 6	In 5	SOUTH
Pin 7	In 6	NORTH



Gambar 9 Rangkaian *Receiver Hoist dan Cross Travel*

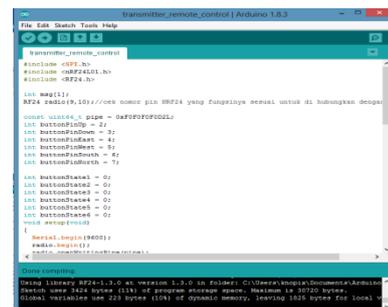


Gambar 10 Rangkaian *Receiver Long Travel*

b. Perancangan Perangkat Lunak (*software*)

1) *Arduino Software*

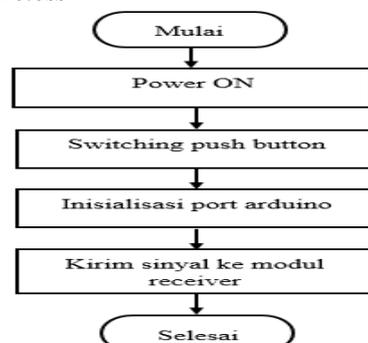
Pada perancangan perangkat lunak sistem *gantry crane* dengan kontrol *wireless* dibutuhkan sebuah aplikasi khusus yang bernama Arduino IDE yang fungsinya untuk membuat dan mengompilasi menjadi kode biner dan meng-*upload* program ke dalam *chip* mikrokontroler pada *board* Arduino. Sehingga nantinya *chip* mikrokontroler yang sudah diprogram tersebutlah yang akan mengolah perintah pada sebuah sistem yang akan dirancang.



Gambar 11 *Arduino Software*

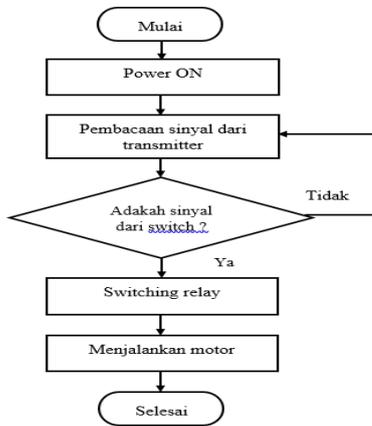
2) *Algoritma Alat*

Algoritma alat merupakan sebuah langkah yang dilakukan penyusun dalam perancangan perangkat lunak dalam pembuatan *prototype gantry crane* dengan kontrol *wireless*.



Gambar 9 Diagram Alir Sistem Pengiriman (*Transmitter*)

Algoritma alat merupakan alur kerja dari alat yang akan kita buat yaitu *gantry crane* dengan kontrol *wireless*, algoritma tersebut yang nantinya akan menggambarkan bagaimana proses kerja dari alat atau *prototype* yang dibuat serta memudahkan pemahaman dalam menganalisa kelainan yang terjadi pada alat atau *prototype*.



Gambar 10 Diagram Alir Sistem Penerima (Receiver)

IV. HASIL DAN ANALISA

Pada perancangan *prototype gantry crane* dengan kontrol *wireless* berbasis Arduino telah berhasil dibangun. Hal ini dapat dilihat bahwa bagian perangkat lunak (*software*) dari *prototype gantry crane* yaitu *software* Arduino IDE dapat di *compile* dan di *upload* ke dalam mikrokontroler. Dan juga perangkat keras (*hardware*) yang terdiri dari rangka *prototype crane*, Arduino nano, modul *wireless* NRF24L01, *relay*, *switch*, rangkaian *push button*, motor DC sudah selesai dirangkai dan dapat bekerja sesuai dengan fungsinya.

Pada perancangan *prototype gantry crane* ini pengujian lebih menitik-beratkan pada kemampuan modul *wireless* mengirim dan menerima sinyal. Apabila sinyal diterima dengan baik maka komponen dari rangkaian penerima (*receiver*) juga dapat berkerja sebagaimana mestinya. Sedangkan pengujian pada beban digunakan berat beban yang sama.

Pada pengujian alat yang disajikan dengan tabel 4, setelah komponen mendapatkan suplay energi listrik, pengujian dilakukan yaitu dengan menekan *push button* pada remot kontrol berdasarkan fungsinya untuk mengontrol gerakan, baik naik-turun (*lifting*), melintang (*cross travelling*), dan memanjang (*long travelling*) berdasarkan jarak tertentu. Pengujian dilakukan dengan tanpa penghalang pada jarak dekat, sedang dan jauh yaitu dengan jarak terdekat 0 meter sampai dengan terjauh 80 meter.

Dari hasil yang didapatkan dari pengujian pada jarak tersebut komponen *transmitter* dapat berkerja dengan baik yaitu dengan mengirimkan sinyal kepada komponen *receiver*, begitu juga sebaliknya komponen *receiver* masih dapat menerima sinyal kiriman dari *transmitter* dengan baik. Sehingga pada prosesnya

apabila komponen *receiver* menerima sinyal melalui modul *wireless* NRF24L01 berupa data, maka Arduino akan mengolahnya dan mengubahnya menjadi *output* berupa perintah melalui pin nya untuk menyalakan atau mematikan komponen kontrol pada susunan sistem berikutnya yaitu modul *relay*. Modul *relay* pada perancangan ini berfungsi sebagai pensaklaran (*switching*) untuk menghidupkan dan mematikan kerja motor, dan juga mengubah arah putaran motor DC. Gerakan yang dihasilkan dari *prototype gantry crane* dengan kontrol *wireless* sudah sesuai dengan arah dan perintah yang ada pada remot kontrol.

Berikut adalah hasil pengujian alat atau *prototype gantry crane* dengan sistem kontrol *wireless*.

TRANSMITTER		JARAK			BEBAN	RECEIVER		GERAK CRANE
PUSH BUTTON		(m)	(m)	(m)	(g)	RELAY	MOTOR	
UP	TEKAN	0-20			500	ON	ON	NAIK
UP	TEKAN		20-50		500	ON	ON	NAIK
UP	TEKAN			50-80	500	ON	ON	NAIK
DOWN	TEKAN	0-20			500	ON	ON	TURUN
DOWN	TEKAN		20-50		500	ON	ON	TURUN
DOWN	TEKAN			50-80	500	ON	ON	TURUN
EAST	TEKAN	0-20			500	ON	ON	TIMUR
EAST	TEKAN		20-50		500	ON	ON	TIMUR
EAST	TEKAN			50-80	500	ON	ON	TIMUR
WEST	TEKAN	0-20			500	ON	ON	BARAT
WEST	TEKAN		20-50		500	ON	ON	BARAT
WEST	TEKAN			50-80	500	ON	ON	BARAT
SOUTH	TEKAN	0-20			500	ON	ON	SELATAN
SOUTH	TEKAN		20-50		500	ON	ON	SELATAN
SOUTH	TEKAN			50-80	500	ON	ON	SELATAN
NORTH	TEKAN	0-20			500	ON	ON	UTARA
NORTH	TEKAN		20-50		500	ON	ON	UTARA
NORTH	TEKAN			50-80	500	ON	ON	UTARA

Tabel 4 Tabel Pengujian Fungsi

V. KESIMPULAN

- 1) Pemanfaatan modul *wireless* NRF24L01 yang dikombinasikan dengan Arduino secara fungsi dapat menggantikan penggunaan kabel kontrol sehingga operator lebih aman dari resiko terjadinya keceakaan kerja.
- 2) Modul NRF24L01 dapat digunakan sebagai alat untuk berkomunikasi antara dua Arduino yang fungsinya sebagai (*transmitter* dan *receiver*) pada *prototype gantry crane*, dan dapat berkerja secara efektif yaitu pada jarak 0 - 80 meter dengan tanpa penghalang dan juga kemampuan mengangkat beban pada *hoist* seberat 500 gram.

REFERENSI

[1] Dermawan, Rakhmad, (2014). *Perancangan Overhead Travelling Crane Kapasitas 5 Ton*, Skripsi, Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang.

[2] DIY: *Relay Switch Motor Controller - Arduino*, <http://www.instructables.com/id/DIY-Relay-switch-motor-controller-Arduino/>

[3] Fajriansyah, Burhan, (2016). *Evaluasi Karakteristik XBee Pro dan NRF24L01+ sebagai Transceiver Nirkabel*, Jurnal ELKOMIKA Teknik Elektro Institut Teknologi Nasional Bandung, Vol.4, No.1 Hal 83-97

- [4] Fernanda, Imam, (2014). *Perancangan Kontrol Crane Hoist Dengan Wireless Berbasis Arduino*, Skripsi, Teknik Elektro, Universitas Mercu Buana, Jakarta.
- [5] Rahim, Abid, (2016). *Design and Implementation of a Low Cost Wireless Sensor Network using Arduino and NRF24L01(+)*, International Journal of Scientific Research Engineering & Technology, Volume 5, Issue 5, May 2016, pp 307-309.
- [6] Setiawan, Sulhan (2004). *Mudah dan Menyenangkan Belajar Mikrokontroler*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [7] Syahwil, Muhammad, 2013. *Panduan Mudah Simulasi dan Praktik Mikrokontroler Arduino*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- [8] Wireless Remote Using 2.4 Ghz NRF24L01: *Simple Tutorial Using of NRF24L01 & Arduino*, <http://www.instructables.com/id/Wireless-Remote-Using-24-Ghz-NRF24L01-Simple-Tutor/>