



IMPLEMENTASI SENSOR KEMIRINGAN SUDUT UNTUK ALAT BANTU (GRAB) GANTRY LUFFING CRANE (GLC)

Yudhistira Kaladewa¹, Kukuh Aris Santoso²

^{1,2} Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta Indonesia

<p>INFORMASI ARTIKEL</p>	<p>A B S T R A K</p>
<p>Received: February 22, 2022 Revised: March 08, 2022 Available online: April 20, 2022</p>	<p>Pada tahun 2017 PT. Port Of Tanjung Priok membeli alat bantu (grab) untuk kegiatan bongkar curah seperti gula, soda, gandum dan sulfur. Bahan tersebut berbentuk serbuk yang di mana sebagian besar merupakan bahan makanan. Grab tersebut menggunakan sistem hidraulik dengan tanki tidak bertekanan. Permasalahan yang dihadapi ketika grab bahan curah di lumbung kapal dalam posisi miring. Jika kemiringan melebihi 15° sesuai dengan batas yang ada pada manual book maka kemungkinan besar oli akan keluar melalui breather pada tutup tanki. Dengan ditambah sensor kemiringan pada grab dapat meminimalisir terjadinya tumpahan oli. Modul sensor kemiringan ini menggunakan sensor MPU6050 yang di dalamnya sudah terintegrasi dua sensor yaitu Accelerometer dan Gyroscope. Dengan menggunakan Arduino Uno sebagai pusat sistem yang sangat mudah untuk di program karena menggunakan bahasa pemrograman C++ yang mudah dipahami pemula. Data dari sensor MPU6050 akan di olah oleh Arduino Uno dan dikirim dengan Modul Radio Frequency yaitu transmitter STX882 dan receiver SRX882 dan diolah Arduino Uno pada kabin operator untuk memperingati jika melebihi batas kemiringan yang ditentukan. Peringatan berupa bunyi buzzer dan tampilan karakter pada LCD 2x16. Dari peringatan tersebut operator langsung sigap untuk memposisikan grab ke posisi seimbang sehingga meminimalisir tumpahan oli. Grab dengan penambahan sensor kemiringan menghasilkan nilai rata-rata efisiensi 11,03% lebih unggul dalam jumlah material curah yang di bongkar dari kapal ke mobil truk. Kegiatan operasi dapat berjalan lancar karena pengurangan waktu mengisi ulang oli hidraulik dan menjaga terkontaminasi bahan curah.</p> <p>Kata kunci— Arduino Uno, MPU6050, Radio Frequency, Sistem Hidraulik</p>
<p>CORRESPONDENCE</p>	<p>A B S T R A C T</p>
<p>E-mail: ¹kukuhpwu@gmail.com</p>	<p>In 2017 PT. Port Of Tanjung Priok buys tools (grabs) for bulk unloading activities such as sugar, soda, wheat and sulfur. The material is in the form of a powder which is mostly a food ingredient. The grab uses a hydraulic system with a non-pressurized tank. Problems encountered when grabbing bulk materials in the ship's barn in an inclined position. If the slope exceeds 15° according to the limits in the manual book, it is likely that the oil will come out through the breather on the tank cap. With the addition of a tilt sensor on the grab, it can minimize the occurrence of oil spills. This tilt sensor module uses the MPU6050 sensor in which two sensors are integrated, namely the Accelerometer and Gyroscope. By using Arduino Uno as the center of the system, it is very easy to program because it uses the C++ programming language which is easy for beginners to understand. Data from the MPU6050 sensor will be processed by Arduino Uno and sent with a Radio Frequency Module, namely the STX882 transmitter and SRX882 receiver and processed by Arduino Uno in the operator's cabin to warn if it exceeds the specified slope limit. Warning in the form of buzzer sound and character display on 2x16 LCD. From this warning, the operator was immediately alert to position the grab into a balanced position so as to minimize oil spills. Grab with the addition of a tilt sensor produces an average efficiency value of 11.03% which is superior in the amount of bulk material unloaded from ships to trucks. Operations can run smoothly due to reduced hydraulic oil refill time and prevent contamination of bulk materials.</p> <p>Keywords— Arduino Uno, MPU6050, Radio Frequency, Hydraulic System</p>

I. PENDAHULUAN

Pada akhir tahun 2017 yang lalu PT. Port Of Tanjung Priok mengadakan penambahan grab atau alat bantu kerja operasional baru untuk bongkaran curah halus pada kapal.

Alat tersebut dapat menampung ± 10 ton curah seperti : Gula, Pupuk, Tepung, Gypsum dll. Konstruksi grab tersebut tidak jauh berbeda dari grab yang lainnya. Hanya untuk hal pengoperasiannya di tambahkan sistem hidraulik untuk membuka grab ketika menutup.

Data pada operasional untuk penggunaan grab dalam operasi dapat mengurangi sekitar 30% dari waktu ketika operasi menggunakan alat bantu grab yang lain. Tentu grab ini dapat dijadikan suatu kemajuan dalam melayani Customer. Namun terkadang kendala masalah yang di alami berupa oli hidraulik yang cepat berkurang dan mengkontaminasi curah tersebut dari tetesan oli yang rembes atau bocor. Untuk pengisiannya dan membersihkan oli yang menempel pada grab membutuhkan waktu yang tidak sebentar.

Ini di karenakan grab tersebut dalam buku petunjuk tidak boleh berada dalam kondisi kemiringan lebih dari 15 derajat. Ketika grab tersebut pada posisi kemiringan lebih dari 15 derajat maka oli hidraulik yang berada di tank akan keluar dari Breather yang ada pada tutup tank oli hidraulik Sering kali operator tidak mengetahui kemiringan pada grab tersebut. Sehingga hal ini sering terjadi. Karena kemiringan terjadi saat operator terlalu dalam menurunkan grab di gundukan curah dalam palka kapal.

Untuk itu dibutuhkan suatu indikator kemiringan yang dapat memonitor dan memberi peringatan kepada operator agar masalah kekurangan oli dan hidraulik dan terkontaminasinya curah dapat di minimalisir sekecil mungkin. Seperti menambahkan sensor yang dapat membaca sudut kemirigan pada alat grab. Dan bagaimanakah cara mengukur kemiringan grab.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Grab

Grab adalah salah satu alat bantu dan juga termasuk alat berat yang dimana kegunaannya dipasangkan pada alat berat utama seperti Excavator, crane dan alat berat lainnya.

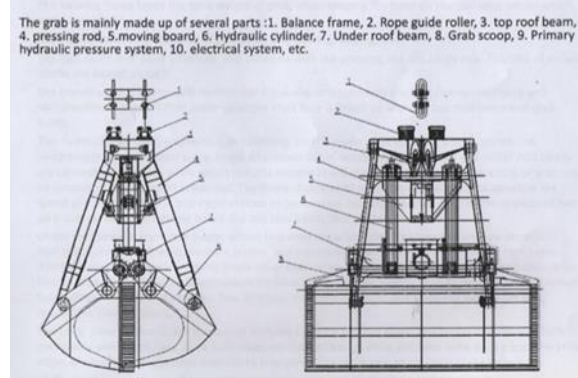
Desain grab terlihat sederhana karena terdiri dari dua bagian yang sama yang dihubungkan dengan engsel. Dua bagian tersebut dapat dibuka tutup dengan mekanisme sistem hidraulik ataupun mekanikal dengan sistem katrol. Grab mempunyai berbagai macam jenis tergantung dari bahan material yang akan diambil. Pada penelitian ini jenis grab yang akan di pakai untuk objek penelitian adalah jenis Remote Control Grab Clamshell. Jenis ini dikhususkan untuk mengangkut material yang mudah bocor. Seperti pasir, gula, soda dan material yang bentuknya serbuk. Teknologi yang digunakan pada bibir samping grab menggunakan desain yang berupa besi berbentuk bar pada bibir samping grab. Dengan desain tersebut material akan mengendap di samping bibir dan menahan material halus yang akan bocor.

2.1.2 Prinsip kerja sistem

Prinsip kerja Leak-Proof Grab dalam penelitian ini menggunakan sistem mekanisme hidraulik. Saat piston rod masuk kedalam hydraulic cylinder, oli hidraulik yang berada di dalam hydraulic cylinder akan masuk ke dalam tanki dan grab scoop akan terbuka karena oli menggerakkan turbin yang memutar gear pressing rod . Saat grab sudah menyentuh curah piston rod akan di tarik dari hydraulic cylinder dan menghisap oli hidraulik dari tanki. Menggerakkan turbin dan memutar gear yang terhubung dengan pressing rod untuk menutup grab scoop. Ketika grab scoop sudah penuh dengan bahan curah operator akan membuka dengan menekan tombol open pada remote dan

receiver pada grab akan memerintahkan selenoid valve untuk membuka jalur oli dari hydraulic cylinder ke tangki. Dan grab scoop terbuka.

Structure of Grab



Gambar 1. Struktur grab

B. Mikrokontroler

Arduino Uno adalah modul mikrokontroler keluaran dari Arduino Italy yang menggunakan mikrikontroler Atmega 328.



Gambar 2. Arduino Uno[3]

Arduino Uno memiliki 14 pin yang diantaranya terdapat 6 pin sebagai output Pulse Width Modulation atau PWM yaitu pin D3, D5, D6, D9, D10, D11 dan 6 pin analog. Menggunakan osilator 16 MHz, koneksi USB, tombol reset dan ICSP header. Konfigurasi Atmega 328 Arduino Uno.

C. Software Arduino

Arduino di program dengan perangkat lunak IDE Arduino. Dengan bootloader yang terdapat pada Arduino Uno, pemrograman dapat diunggah langsung tanpa Hardware Eksternal.

D. Sensor Accelerometer

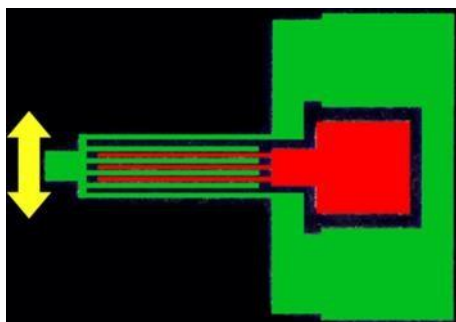
Accelerometer adalah sebuah perangkat yang dapat mengukur arah akselerasi. Sensor ini dapat mengukur benda atau objek yang bergerak bersifat dinamis dan statis seperti halnya arah konstan dari gravitasi Bumi. Sensor MPU6050 merupakan sensor yang dapat membaca kemiringan sudut dengan hasil data dari sensor Accelerometer dan sensor Gyroscope. Sensor ini juga dilengkapi dengan sensor suhu yang dapat mengamati keadaan suhu sekitar dan jalur data yang digunakan sensor ini adalah jalur data I2C. Sensor MPU-6050 berisi sebuah MEMS Accelerometer dan sebuah MEMS Gyroscope yang sudah saling terintegrasi. Sensor ini sangat akurat karena sudah tersedia hardware internal 16 bit ADC untuk setiap kanalnya. Sensor bisa menangkap nilai kanal axis X, Y dan Z bersamaan dalam satu waktu.

Accelerometer adalah sebuah transduser yang berfungsi untuk mengukur percepatan suatu objek atau perpindahan objek terhadap gravitasi bumi. Accelerometer juga dapat digunakan untuk mendeteksi getaran pada mesin dan bangunan tanpa pengaruh gravitasi. Accelerometer adalah produk yang menggunakan Micro Electro Mechanical System (MEMS) Technology sehingga banyak digunakan dalam beberapa sistem. Sebuah sensor mekanik yang sudah dikemas dalam bentuk Integrated Circuit (IC). Karena bagian dari microelectronic dan komponen penyusun utamanya berupa silikon berukuran Micron. Ketika sensor bergerak secara horizontal dan akan dihitung percepatannya. Hal ini sesuai dengan tipe dan jenis yang diproduksi oleh pembuatnya. Accelerometer sekarang sudah banyak dalam bentuk digital (tidak memakai sistem mekanik) dan dalam satu chip mengatur cara kerjanya.



Gambar 3. Sensor Accelerometer MPU6050[5]

Prinsip kerja sensor kemiringan Accelerometer menggunakan metode sistem mekanik yang dibuat menjadi mikro dan dapat berinteraksi ke elektronik atau Micro Electro Mechanical System (MEMS) Technology dan berbahan silikon. Sistem mekanik ini berupa 1 buah kapasitor dengan dua plat konduktif berbentuk sisir saling berhadapan tetapi tidak bersentuhan. Satu plat konduktif adalah struktur yang dapat bergerak dan terpasang beban kecil dari silikon. Beban kecil ini sangat sensitif dengan getaran bahkan gravitasi dapat menggerakannya sehingga plat yang terpasang dengan beban tersebut ikut bergerak dan tergeser. Posisi plat konduktif yang bergerak akan berubah dari jarak plat konduktif yang tidak bergerak. Dari pergerakan tersebut didapatkan nilai perubahan kapasitansinya dan dapat dirubah oleh IC menjadi voltage yang bernilai dan dapat dibaca oleh mikrokontroler.



Gambar 4. Kapasitor mikro[6]

E. Transformator Stepdown LM2596

Modul stepdown LM2596 adalah modul dengan komponen utamanya IC LM2596. Dan merupakan circuit Step-Down DC converter rating 3A. Terdapat dua kelompok jenis dari

varian IC ini yaitu varian adjustable yang keluarannya dapat diatur, dan varian fixed yang keluarannya atau output voltage nya sudah tetap.

F. Antena Frequency Radio

STX882 dan SRX882 merupakan modul pemancar dan penerima frequency radio yang dipilih penulis karena mempunyai jarak pancar yang cukup jauh ± 100 meter tergantung dengan tegangan inputnya. Modul ini memakai antena 50 ohm dan sering digunakan untuk remote control, aplikasi sensor pintar dan sistem nirkabel rumah pintar. Terdapat dua komponen yaitu transmitter modul (STX882) dan receiver modul (SRX882). Modul ini menggunakan modulasi ASK yang merupakan bentuk modulasi amplitud yang mewakili data digital sebagai amplitudo gelombang pembawa. Dalam modulasi ASK simbol biner 1 dipresentasikan sebagai suatu ketinggian amplitudo tertentu pada gelombang pembawanya jika tidak maka simbol 0 yang dikirimkan



Gambar 5. STX882



Gambar 6. SRX882

G. Liquid Crystal Display 2x16

Untuk menampilkan output besaran sudut dibutuhkan sebuah perangkat keras yang dapat menampilkan nilainya yaitu LCD. LCD merupakan hal yang umum digunakan untuk menampilkan data yang terbaca dari sebuah sistem. LCD yang dipakai mempunyai lebar display 2 baris dan 16 kolom atau bisa juga disebut LCD 16x2, dengan 16 pin.

H. Modul I2C (Inter Integrated Circuit)

Perangkat-perangkat yang sudah terintegrasi seperti sensor RTC dan juga EEPROM sudah didukung sistem Inter-Integrated Circuit. Synchronous clock (SCL) dan synchronous data (SDA) adalah sistem yang menggunakan dua kabel komunikasi dan berbeda dengan SPI karena I2C bersifat synchronous dan menggunakan protocol. Untuk menyambungkan LCD dengan board Arduino membutuhkan pin yang banyak pada board Arduinonya. Dan dengan mengantisipasi penggunaan pin yang banyak penulis menggunakan modul I2C LCD 1602 2004 LCD 2x16. Dengan menggunakan modul I2C pin yang digunakan hanya 4. Pada board Arduino menggunakan pin SCL dan SDA disambungkan ke SCL dan SDA I2C sesuai namanya. Sehingga pin yang tersisa pada Arduino lebih banyak dari sebelum menggunakan modul I2C LCD.

I. Buzzer

Buzzer terbuat dari elemen piezoceramics pada suatu diafragma sehingga dapat mengubah getaran menjadi gelombang suara. Buzzer menggunakan resonansi untuk memperkuat intensitas suara. Pada umumnya buzzer

digunakan untuk alarm, karena penggunaannya cukup mudah yaitu dengan memberikan tegangan input maka buzzer akan mengeluarkan bunyi. Buzzer mengeluarkan suara antara 1.-.5KHz. Maka dari itu sering digunakan untuk alarm peringatan yang sangat bising jika terdengar oleh telinga. Untuk tegangan Buzzer dihubungkan dengan 5Vcc dan ground untuk kaki lainnya.

J. Konsep Efisiensi

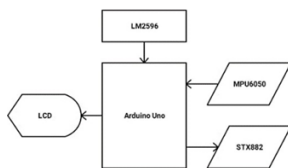
Kata efisiensi secara umum berkaitan dengan minimnya sumber daya yang dikorbankan untuk mencapai hasil yang diharapkan. Kegiatan dapat dikatakan efisien apabila ada perbaikan dalam prosesnya, bisa dari segi lebih cepat, lebih murah atau lebih banyak hasilnya. Ketetapan cara saat melakukan sesuatu dan kemampuan dalam melaksanakan tugas dengan baik tanpa membuang waktu, biaya serta tenaga adalah definisi efisiensi menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia. “Perbandingan dalam faktor keluaran (output) barang dan jasa dengan masukan (input) dalam unit kerja, atau ketetapan cara (usaha, kerja) dalam mengerjakan sesuatu” menurut kamus besar ekonomi (2003:178) tentang efisiensi. Sehingga efisiensi adalah perbandingan hasil sebelumnya (input) dengan hasil berikutnya (output) setelah perbaikan dalam tahap prosesnya. Dengan sumber daya yang minim dan target yang signifikan perbandingannya dari sebelumnya.

III. METODE PENELITIAN

A. Perancangan Perangkat Keras

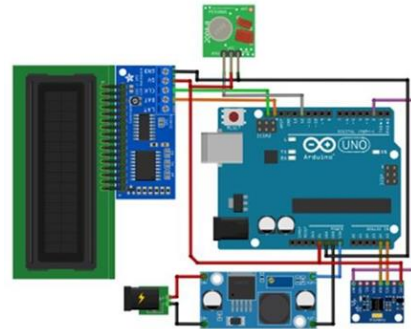
Perancangan alat yang akan di sesuaikan dengan kondisi di lapangan menggunakan box project sebagai tempat modulnya. Tempat modul harus di rancang tahan air dan debu dalam kegiatan bongkar curah. Dan ada dua modul yaitu modul Tx (pengirim) dan modul Rx (penerima). Berikut box diagram dari masing-masing modul :

1. Modul Tx (Pengirim)

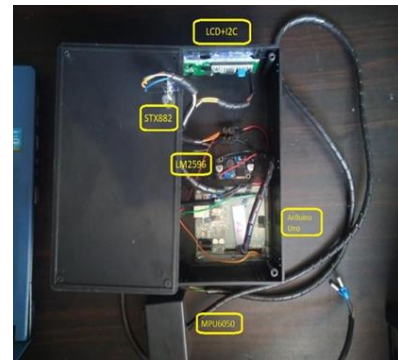


Gambar 10. Blok Diagram

Modul TX terdapat sensor kemiringan karena ditempatkan pada grab. Power di supply dari accu grab berkapasitas 24 VDC diturunkan menjadi 9 VDC oleh LM2596 untuk Arduino Uno. Sensor MPU6050 membaca sudut kemiringan grab dan mengirimkan data ke Arduino Uno. setelah di olah akan di kirim ke STX882 dan LCD 2x16. LCD 2x16 akan menampilkan output nilai sudut actual dari kemiringan grab. Data yang diterima oleh STX882 akan dipancarkan dan diterima SRX882.



Gambar 11. Wiring Diagram Sensor Kemiringan dan Modul Tx

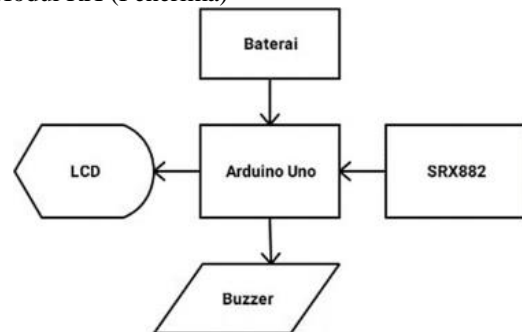


Gambar 12. Modul Tx (Pengirim)



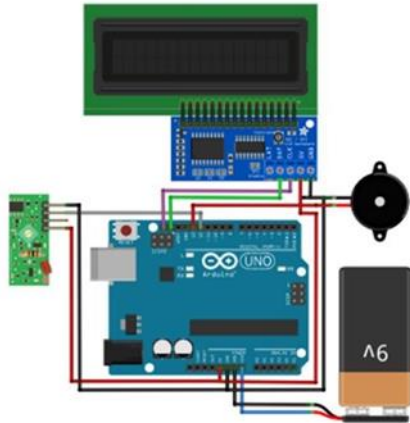
Gambar 13. Modul Tx (Pengirim)

2. Modul RX (Penerima)

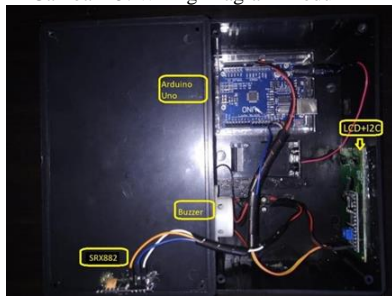


Gambar 14. Blok Diagram

Modul RX mendapatkan power supply dari baterai 9VDC. SRX882 menerima data dari STX882 dan di lanjutkan ke Arduino Uno lalu diolah jika data yang berisi informasi posisi grab seimbang maka LCD 2x16 akan menampilkan karakter grab posisi seimbang. Jika data berisi informasi grab posisi tidak seimbang maka LCD 2x16 menampilkan karakter grab posisi miring dan buzzer berbunyi.



Gambar 15. Wiring Diagram Modul Rx



Gambar 16. Modul Rx (Penerima)



Gambar 17. Modul Rx (Penerima)

B. Perancangan Simulasi

Perancangan alat untuk simulasi kerja sensor kemiringan grab menggunakan miniatur crane, miniatur grab dan miniatur lumbung kapal. Miniatur crane yang dibuat terdapat fungsi slewing, luffing dan hoist karena saat operasi hanya menggunakan fungsi tersebut.

1. Perancangan Miniatur Crane

Miniatur crane dibuat dari bahan baja ringan untuk bagian luffing, komponen plastik dari klakson terompet yang dapat memutar 360° untuk bagian slewing dan reel pancing untuk fungsi hoist. Miniatur crane dirancang sedemikian rupa agar dapat di gunakan dalam simulasi. Berikut dokumentasi saat pembuatan miniatur crane.



Gambar 18. Miniatur Crane

2. Perancangan Miniatur Grab

Perancangan miniatur grab untuk simulasi pengambilan beberapa data dalam bab pembahasan.



Gambar 19. Miniatur Grab

3. Perancangan Miniatur Lumbung Kapal

Miniatur lumbung kapal menggunakan box akrilik berukuran 20cm x 10cm x 10cm. Box akrilik sebagai lumbung untuk tempat material curah pada simulasi implementasi sensor kemiringan untuk grab.



Gambar 20. Miniatur Lumbung Kapal

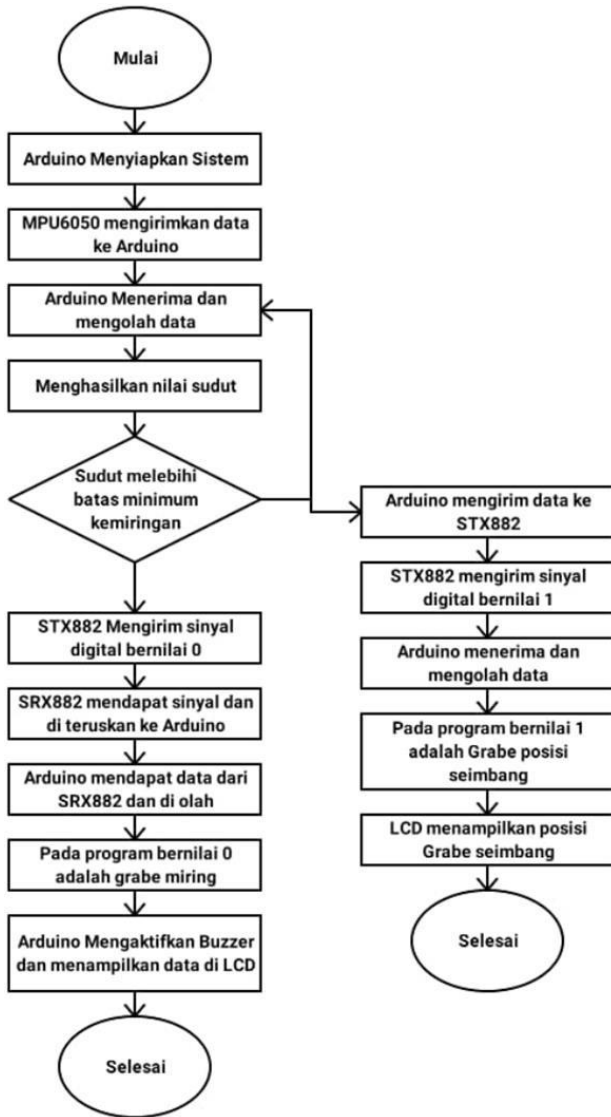
C. Diagram Alir Perancangan Alat dan Sistem Kerja Alat

1. Perancangan Alat



Gambar 21. Perancangan Alat

2. Sistem Kerja Alat



Gambar 22. Perancangan Alat

D. Teknik Analisis Data

1. Pengukuran Volume Silinder Hidraulik

Pengukuran langsung dilapangan untuk mencari diameter dalam dan tinggi silinder hidraulik grab.

2. Teknik Analisis Efisiensi

Teknik Analisis yang digunakan menggunakan teknik efisiensi yang dimana membandingkan hasil dari sebelum dan sesudahnya setelah ada perbaikan pada prosesnya.

IV. PEMBAHASAN

A. Pengujian Desain

Dalam pembuatan desain awal terlebih dahulu diketahui karakteristik objek yang akan di teliti. Karena objek yang menjadi bahasan penelitian ini adalah alat yang beroperasi di lapangan maka desain harus tahan guncangan dan tahan dari benda benda cair. Untuk tempat penulis memakai project box untuk tempat komponen karena bahannya dari plastik yang cukup untuk menahan material curah berupa gula, soda, gandum dan sulfur.

B. Pengujian Sistem

Perancangan sistem yang dilakukan adalah secara tepat menginformasikan operator crane ketika posisi grab melebihi batas minimum kemiringan dari sumbu x dan z yang dimana sumbu tersebut adalah sumbu horizontal. Dan dapat memberikan informasi kepada operator.

C. Pengujian Antena

Pengujian antena menggunakan modul RF STX882 dan SRX882 langsung dilapangan. Penulis mengukur dengan jarak dari kabin operator sampai grab dan apakah modul Rx masih mendapatkan sinyal dari modul Tx. Pengujian dilakukan dalam keadaan grab seimbang dan grab dibawah. Berikut gambar dari modul penerima dikabin dan grab dibawah crane.

D. Pengujian Sensor Sudut

Pengujian sensor sudut menggunakan tripod hp yang sudah di modifikasi dengan ditempelkan penggaris busur dan digantungi bandul sebagai jarum penunjuk angka sudutnya. Ketika kepala tripod dimiringkan bandul akan tetap mengarah kebawah karena arah gravitasi dan benangnya menunjukkan angka sudut pada busur secara aktual kemiringan kepala tripod. Sensor sudut akan diletakkan di atas kepala tripod.

E. Pengujian LCD

Pengujian LCD dengan meliputi tampilan pada hasil sistem yang sudah di program. Apakah responsif atau ada delay saat memunculkan tampilan peringatan yang sudah di program dan memunculkan nilai sudut secara realtime.

F. Pengujian Buzzer

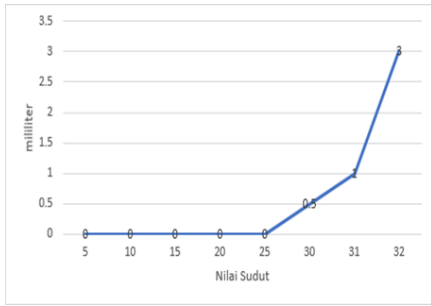
Buzzer pada penelitian ini sebagai output dari peringatan yang sudah di kirim dari modul Tx. Buzzer akan aktif bila mendapatkan output High atau bernilai 4,8V dari pin D13. Pin D13 juga terkoneksi dengan LED pada board Arduino sehingga LED juga ikut menyala.

G. Pengukuran Batas Minimum Sudut

Pengukuran batas minimum dilakukan untuk mengetahui sampai sudut berapa oli hidraulik akan tumpah dan menghitung debit oli yang tumpah dalam satuan mL/sec.

Tabel I. Pengukuran Batas Minimum kemiringan

No.	Sudut	Oli hidraulik tumpah (mL/sec)
1	5°	Belum tumpah
2	10°	Belum tumpah
3	15°	Belum tumpah
4	20°	Belum tumpah
5	25°	Belum tumpah
6	30°	Oli tumpah ± 0,5 mL/sec
7	31°	Oli tumpah 1 mL/sec
8	32°	Oli tumpah 3 mL/sec



Gambar 23. Grafik Oli tumpah

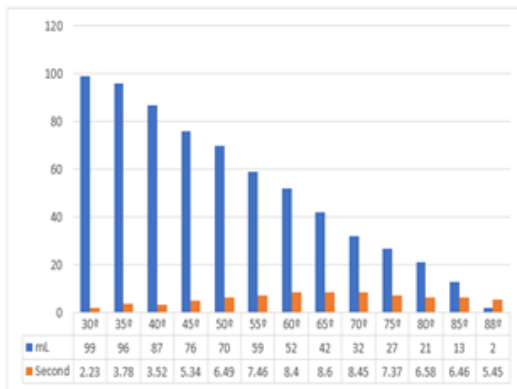
Dari tabel diatas untuk pengujian ukuran batas minimum kemiringan ditemukan pada 30° oli sudah mulai tumpah. Perhitungan oli yang tumpah dihitung dengan stopwatch dalam 1 detik persudut dan sisa oli di masukkan kegelas ukur 10 mL secara berulang.

H. Pengukuran Sisa Oli

Dalam simulasi mencari tahu dengan kemiringan berapa derajat dan sisa oli dari tanki dapat di hitung menggunakan stopwatch dan menunggu sampai oli tidak tumpah. Tanki ditutup saat derajat sudah pas baru di buka dan oli mengalir saat itu di hitung waktu dan sisa olinya. Berikut data pada tabel dibawah.

Tabel II. Tabel Sisa Oli

No.	Sudut	mL	t(second)
1.	30°	99	2,23
2.	35°	96	3,78
3.	40°	87	3,52
4.	45°	76	5,34
5.	50°	70	6,49
6.	55°	59	7,46
7.	60°	52	8,40
8.	65°	42	8,60
9.	70°	32	8,45
10.	75°	27	7,37
11.	80°	21	6,58
12.	85°	13	6,46
13.	88°	2	5,45



Gambar 24. Grafik Sisa Oli

I. Pengukuran Batas Minimum Oli System Hidraulik Grab
 Dari hasil pengukuran dilapangan didapatkan diameter luar silinder 23 cm dan dikurangi ketebalan plat 1,5 cm x 2. Jadi didapatkan diameter dalam sebesar 20 cm. Untuk ketinggian silinder didapatkan 200 cm. Data tersebut sudah cukup untuk menghitung memakai rumus volume silinder.
 Keterangan : V_s = Volume silinder

r = Jari-jari silinder
 t = Tinggi silinder
 $V_s = \pi \times r^2 \times t$
 $= 3,14 \times 10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 200 \text{ cm}$
 $= 62.800 \text{ cm}^3 = 62,8 \text{ liter}$

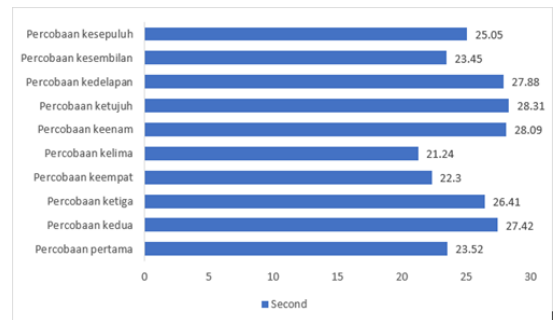
Jadi batas minimum untuk sisa oli dalam tanki grab adalah 62,8 liter.

J. Pengujian Waktu Mengubah Posisi

Ketika operator menaruh grab dan dalam keadaan posisi yang miring lalu di benarkan ke posisi seimbang. Dibutuhkan waktu untuk mengubah posisinya. Data pada tabel dibawah ini berisi waktu yang dibutuhkan untuk mengubah ke posisi seimbang.

Tabel III. Pengujian Waktu

Percobaan	Waktu(second)
Percobaan pertama	23,52
Percobaan kedua	27,42
Percobaan ketiga	26,41
Percobaan keempat	22,30
Percobaan kelima	21,24
Percobaan keenam	28,09
Percobaan ketujuh	28,31
Percobaan kedelapan	27,88
Percobaan kesembilan	23,45
Percobaan kesepuluh	25,05
Rata-rata	25,36

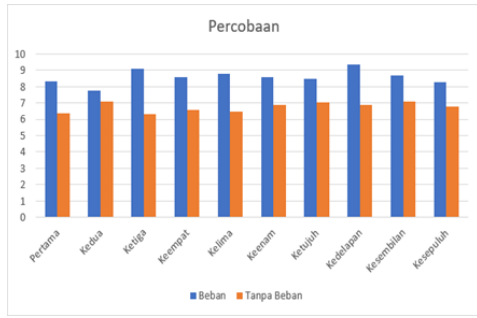


Gambar 25. Grafik Pengujian Waktu

J. Pengujian Mengangkat Beban dan Tanpa Beban
 Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui waktu grab dengan beban terigu 250 gram dan tanpa beban saat diangkat setinggi 30cm. Berikut data pada tabel dibawah ini. Pada tabel dibawah diketahui perbandingan waktu saat pengangkatan ada beban dan tidak ada beban dari rata-rata adalah 1,85 detik.

Tabel IV. Pengujian Angkat Beban

Percobaan	Beban (second)	Tanpa Beban
Percobaan pertama	8,30	6,37
Percobaan kedua	7,76	7,08
Percobaan ketiga	9,10	6,32
Percobaan keempat	8,56	6,56
Percobaan kelima	8,78	6,44
Percobaan keenam	8,57	6,89
Percobaan ketujuh	8,49	7,04
Percobaan kedelapan	9,32	6,85
Percobaan kesembilan	8,67	7,06
Percobaan kesepuluh	8,29	6,78
Rata-rata	8,58	6,73



Gambar 26. Grafik Pengujian

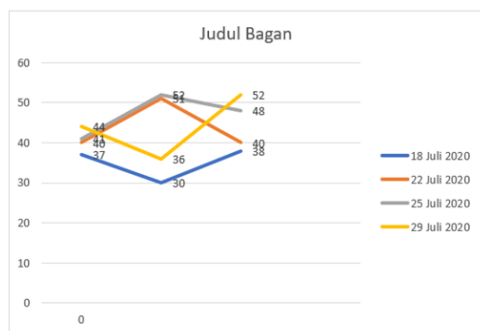
K. Hasil dan Analisa

Hasil dari pengujian modul sensor kemiringan ini dilakukan langsung dilapangan setelah prototipe berhasil dibuat, apakah prototipe tersebut menghasilkan hasil yang baik dan yang diharapkan. Pengujian dilakukan ketika alat dipakai untuk operasi apakah menghasilkan perbedaan dari sebelum dipasang modul sensor kemiringan. Penelitian ini menggunakan teknik efisiensi data yang akan di analisa. Jumlah sebelum pemasangan dengan sesudah pemasangan modul sensor kemiringan.

Pengumpulan data di kumpulkan saat cuaca cerah dan lalu lintas normal. Pada tanggal 18 Juli 2020 sampai dengan tanggal 31 Juli 2020 dengan menghitung jumlah mobil truk pengangkut dari laporan karyawan Multipurpose yang bertugas mengawasi kegiatan operasi. Mobil truk pengangkut selalu di isi penuh dan kapasitasnya 30 ton. Dan untuk nilai target adalah 5000 ton. Tabel di bawah data mobil truk yang penuh dan hasil dikalikan 30 ton.

Tabel VI. Data Bongkar Curah

Tanggal	Shift			Hasil	Efisiensi	Ket
	00:00 s/d 08:00	08:00 s/d 16:00	16:00 s/d 24:00			
18 Juli 2020	37 truk	30 truk	38 truk	3.150 ton	63%	Sebelum menggunakan sensor kemiringan
22 Juli 2020	40 truk	51 truk	40 truk	3.930 ton	78,6%	Sebelum menggunakan sensor kemiringan.
25 Juli 2020	41 truk	52 truk	48 truk	4.230 ton	84,6%	Sesudah menggunakan sensor kemiringan.
29 Juli 2020	44 truk	36 truk	52 truk	3.955 ton	79,1%	Sebelum menggunakan sensor kemiringan



Gambar 27. Grafik Bongkar Curah

Dari hasil perhitungan di atas pada kegiatan bongkar curah. Grab yang menggunakan sensor kemiringan lebih efisien

11,03 % dari rata-rata grab yang belum menggunakan sensor kemiringan. Karena pada tanggal 22 Juli 2020 ada kegiatan penambahan oli pada waktu 16:00-24:00. Kegiatan penambahan oli ± 1 jam dikarenakan pengaruh berbagai macam faktor seperti persiapan oli hidraulik, perjalanan, lalu lintas yang padat di sekitar kapal, pengevakuasian grab dan waktu untuk pengisian oli hidraulik.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dari Implementasi Sensor Kemiringan Sudut untuk Alat Bantu Grab Gantry Luffing Crane berbasis Arduino, Modul RF STX882 dan SRX882 mempunyai jangkauan cukup jauh walaupun sampai masuk kelumbung kapal sinyal masih bisa ditangkap oleh penerima. Sehingga operator mendapatkan peringatan berupa bunyi buzzer dan karakter dari LCD. Pengukuran batas minimum dengan skala tank 100 x 1000 menghasilkan batas minimum kemiringan pada 30°. Dengan Sensor MPU6050 yang akurat dan cepat membaca sudut. Dalam jumlah sisa oli pada kemiringan 88° sisa oli di tanki adalah 2 mL dengan waktu 5,45 detik. Maka grab tidak boleh miring sampai 90° karena oli pada tanki akan cepat kosong dengan waktu yang juga cepat. Rata-rata pengangkatan dengan beban adalah 8,58 detik dan tanpa beban adalah 6,73 detik mempunyai perbandingan 1,85 detik. Waktu yang dibutuhkan untuk mengubah posisi grab miring ke posisi seimbang dari 10 percobaan dengan rata-rata 25,36 detik. Batas minimum oli di tanki untuk system hidraulik adalah 62,8 liter. Perangkat yang di buat dalam bentuk prototipe menghasilkan rata-rata keunggulan efisien 11,03% dari grab yang tidak di pasang sensor kemiringan. Dan dapat meminimalisir pengeluaran biaya untuk penambahan oli hidraulik yang baru.

REFERENSI

- [1] Fitrio, Satria. <https://id.scribd.com/doc/52254919/GRAB-BUCKET>, diakses 5 Juli 2020 Pukul 21:53.
- [2] Janusgrab, Leak-Proof Grab <http://www.janusgrab.com/leak-proof-grab-5578849998477990.html>, diakses Pukul 2 Juli 12:32.
- [3] Arduino Uno, <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>, diakses 2 Juli 2020 Pukul 19:34.
- [4] Barrett, Steven. Arduino Microcontroller: Processing for Everyone. Third Edition. San Rafael: Morgan-Claypool Publishers. 2013.
- [5] Diky, Kurniawan.(2018) PENERAPAN SENSOR AKSELOMETER MPU6050 SEBAGAI SENSOR BIDANG MIRING DENGAN TAMPILAN VISUAL GRAFIK BERBASIS ATMEGA 328, Universitas sumatra utara. Medan.
- [6] Afrotechmods, <http://afrotechmods.com/tutorials/2014/12/23/how-an-accelerometer-works/>, diakses 17 Agustus 2020.
- [7] Sitepu, Jimmy. (2018). <https://mikroavr.com/rangkaian-regulator-lm2596-lm2576/>. Diakses 10 Juli 2020.
- [8] Frima Setyawan, Ahmadan Ainul Fikri, Ahmad Nur Fuad, Rahmat Rohim, Rifky Firmansyah. (2017). Telemetri FLOWMETER MENGGUNAKAN RF MODUL 433MHZ BERBASIS ARDUINO. Universitas Negeri Surabaya. Surabaya.
- [9] Nyebarilmu. (2017). <https://www.nyebarilmu.com/cara-mengakses-modul-display-lcd-16x2/>. Diakses 09 Juli 2020 Pukul 22:14.
- [10] Puji, Rima. (2015). Sistem Pengaman Sepeda Motor Dengan Kombinasi Tombol Menggunakan Teknologi Android Berbasis Arduino Bluetooth. Universitas Negeri Jakarta. Jakarta
- [11] pengetahuan, kanal. (2019). <https://www.kanal.web.id/pengertian-efisiensi-tujuan-jenis-dan-contohnya> di akses 29 Juli 2020 Pukul 21:10.
- [12] Mahsun, Mohamad. (2009). Pengukuran Kinerja Sektor Publik (3th ed). Yogyakarta: BPFE.
- [13] Rahmah, Azzahra. (2020). <https://rumus.co.id/volume-silinder/> di akses 17 Agustus 2020 Pukul 20:28.