

PEMROGRAMAN SISTEM KENDALI DAN REMOTE CONTROL BERBASIS ARDUINO UNTUK TOWING TUG PESAWAT CESSNA 172

Rezza Triyana¹, Singgih Satrio Wibowo²
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bandung ^(1,2)
rezzatriyana33@gmail.com¹, singgih.wibowo@polban.ac.id²

Abstract

Towing tug is one type of modern towing. This towing tug can push and pull the aircraft towards the hangar or apron even though it has a small size. It is controlled using a remote control. The control of the 2° of freedom movement on the towing tug needs to be programmed, so it can be connected to the remote control which will produce the movement command that we want. The program uses arduino uno as a processing input signal to be output on the towing tug. the programming of towing tug 2° of freedom movement that this final project uses is arduino ide software, with the result that towing tug moves according to the command from the remote control. Towing tug can run at speeds of 0.04 m/s to 0.23 m/s with no-load conditions and 0.12 m/s to 0.20 m/s with load-bearing conditions, where the load used is the weight of humans. My hope in this final project can make it easier when moving the cessna 172 aircraft in the aeronautical engineering hangar.

Keywords : Towing tug, Programming, Remote control, Arduino Uno.

1. PENDAHULUAN

Industri penerbangan telah berkembang begitu pesat, berbagai masalah yang muncul selalu bisa diatasi dengan baik. Sebagai contoh, ketika pesawat di *ground* dari hanggar menuju *appron* atau *runway*, karena seorang pilot sangat tidak memungkinkan dapat memarkirkan pesawat dengan benar dan tepat, hal ini terjadi karena pilot tidak mampu melihat bagian belakang dan samping pesawat secara keseluruhan. Oleh karena itu industri penerbangan membutuhkan *Towing Equipment* sebagai alat bantu pesawat untuk melakukan *towing* atau pergerakan lainnya ketika pesawat berada di *ground*. Saat ini, terdapat berbagai macam alat *towing* untuk pesawat, mulai dari yang tradisional sampai modern. seperti *towbar helping hand (man power)* dimana penggunaannya menggunakan tangan secara langsung untuk menariknya, *towbar tractors* dari mobil (traktor), dan yang paling modern saat ini adalah *Towing tug remote control* yang sudah tidak menggunakan *towbar* melainkan memakai alat seperti *hydraulic* untuk mengangkat *nosewheel* yang pengendaliannya menggunakan *remote control*.

Dari penggunaan berbagai jenis *towing* diatas, *towing bar* masih sangat sulit digunakan terutama saat pemasangan pada *nosewheel*, hal ini disebabkan pemasangannya yang memakan waktu karena harus membongkar baut atau mur, ukuran pipa besi yang sangat tipis, serta terlalu pendeknya ukuran *towing bar*. Kesulitan tersebut menyebabkan ketidak efisienan waktu kerja dan standar keselamatan dalam pemindahan pesawat. Oleh karena itu, dirancanglah *Towing tug remote control* dengan dimensi yang lebih kecil serta pengoperasian yang lebih mudah dengan menggunakan *remote control*. *Towing tug remote control* sendiri memiliki beberapa keunggulan, antara lain dimensi yang kecil dibandingkan dengan jenis *towing* lainnya, terdapat *hydraulic* untuk mengangkat *nosewheel*, mampu bermanuever dengan sudut belok 360 derajat, pemeliharaan yang mudah sehingga dapat memperkecil biaya perawatan dan alat ini menggunakan sumber tenaga listrik yang lebih ramah lingkungan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Terdapat beberapa tinjauan pustaka sebelumnya, dalam penelitiannya yang berjudul “Perancangan Program Pengendali alat Towing tug untuk Pesawat Cessna 172 menggunakan Remote Control”, isinya menjelaskan proses pemrograman yang dilakukan untuk melakukan gerakan sebuah alat *Towing tug* menggunakan pengendali remote control dimana pemrograman tersebut di aplikasikan pada sebuah prototipe *mobil remote control* (RC Car) sebagai demo *alat towing tug remote control* pada pesawat Cessna 172. Pada perancangan dan analisis tugas akhir ini menggunakan *software* Proteus. Mikrokontroler yang digunakan adalah Arduino UNO, alat ini dapat dikendalikan dari jarak 1–21 meter dan bergerak sesuai dengan perintah dari *remote control* yang sudah di program pada *software* Proteus dengan program gerakan maju, mundur, belok kiri dan belok kanan.

Towing Tug Remote Control

Towing tug remote control merupakan salah satu dari *jenis towing tug* yaitu alat bantu yang digunakan pada saat pesawat berada di *ground* yang berfungsi untuk menarik pesawat. Alat ini memiliki dimensi lebih kecil dari jenis towing lainnya dan pengendalian alat ini menggunakan remote control. AC Air Technology, Mototok dan TowBots merupakan perusahaan dari Amerika Serikat yang memproduksi alat towing pesawat menggunakan remote control mulai dari ukuran yang *kecil* sampai yang *besar*.



Gambar 1. Towing Tug Remote Control

Radio Control

Radio kontrol atau remote control merupakan pengendali jarak jauh yang penggunaannya menggunakan gelombang radio. Sistem pengendalian ini seperti halnya digunakan pada pesawat terbang, helicopter, roket, ataupun mobil mobilan. Sistem tersebut merupakan sistem yang sederhana dimana didalamnya terdapat transmitter sebagai pengirim sinyal atau data dan receiver.



Gambar 2. Radio Control

Programming

Programming merupakan sebuah kegiatan menulis dengan tujuan mengubah, membuat, dan memelihara kode sebuah program di komputer. Program tersebut ditulis menggunakan kode dalam bahasa seperti, bahasa Java, PHP, Python, C++, dan HTML. Untuk menunjang pemrograman sistem kendali yang akan dibuat, maka perangkat pendukung yang akan digunakan adalah *software* arduino IDE dan *software* Proteus sebagai penerima sinyal atau data. salah satu data yang dikirimkan ialah PWM (*Pulse Width Modulation*).

Arduino Uno

Board mikrokontroler arduino ialah perangkat penghubung sinyal *input* dan *output* sebuah pemrograman. Pada *board* ini memiliki sebanyak 22 pin *input* dan *output*, 6 pin digital, 6 pin digital sebagai *output* sinyal pwm, 6 pin analog, 1 pin *input* sumber (vcc) dan 3 pin masa atau ground (gnd).



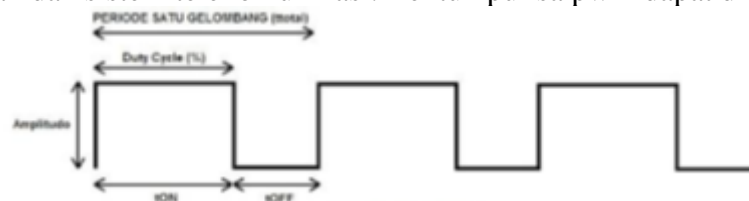
Gambar 3. Arduino Uno

Tabel 1. Spesifikasi Arduino Uno

Parameter	Spesifikasi
Tegangan Operasi	5V
Tegangan Input (Rekomendasi)	7-12V
Tegangan Input (Limit)	6-20V
Pin Digital I/O	14 (6 PinOutput PWM)
Pin Digital PWM I/O	6
Pin Analog Input	6
Arus DC tiap Pin I/O	20 mA
Arus DC Pin 3.3V	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P) dimana 0.5 KB digunakan untuk bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Panjang	68,6 mm
Lebar	53,4 mm
Berat	25 g

Pulse Width Modulation (PWM)

Pulse Width Modulation merupakan pengaturan mengubah sinyal analog berbentuk pulsa menggunakan proses diigital. Pengaturan lebar pulsa pada PWM dapat di pakai dalam berbagai bidang seperti sistem kendali, Kendali sistem tenaga, sistem kendali kecepatan sistem pengukuran dan sistem telekomunikasi. Bentuk pullsa pwm dapat dilihat pada Gambar.



Gambar 4. Bentuk Pulse PWM

Sinyal PWM hanya memiliki 2 kondisi yaitu sinyal aktif dengan dengan simbol (1) dan sinyal *non-aktif* dengan simbol(0). Sinyal aktif/on terjadi pada saat amplitudo naik dan non-aktif pada saat tidak memiliki amplitudo. Sehingga nilai periode dalam satu T terbagi menjadi waktu aktif/on dan non-aktif/off.

Jumlah dari waktu resebut akan menghasilkan nilai periode T dan dapat juga diperoleh nilai *Duty cycle* (DC). *Duty cycle* dapat dihitung melalui perhitungan berikut:

$$Duty\ Cycle = \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}} \times 100\% \quad (1)$$

Tegangan keluar (V_{out}) pada pwm dapat bervariasi dengan cara merubah nilai *duty cycle*, perhitungannya yaitu:

$$V_{OUT} = D_C \times V_{in} \quad (2)$$

Jika tegangan yang masuk (V_{in}) melalui rangkaian sebesar 5V maka apabila PWM dengan *duty cycle* digunakan sebesar 50% akan menghasilkan tegangan output (V_{out}) sebesar 2,5 Volt. Jika *duty cycle* 10%, maka tegangan outputnya (V_{out}) adalah 0,5 Volt.

3. METODE PENELITIAN

Metode penyelesaian masalah dalam penelitian ini, penulis menyajikan dalam bentuk diagram alir. Dibawah ini adalah gambar diagram alir dari penyelesaian penelitian ini.



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

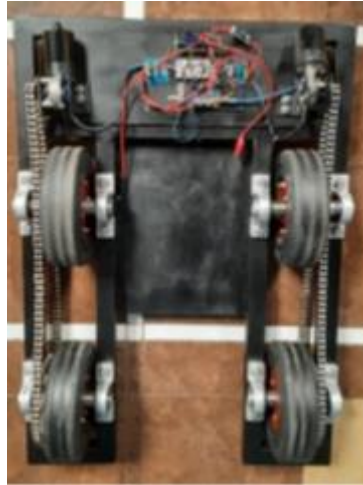
Hasil Perancangan dan Simulasi

Perancangan pembuatan rangkaian elektrik (Schematic) dengan software proteus 8 profesional. Setelah itu membuat pemrograman dengan kendali translasi 2° of freedom pada *towingtug remote control*, dibuat dengan software Arduino IDE.

Simulasi dilakukan dengan menggunakan software Proteus 8 Professional. Setelah rangkaian selesai dibuat, program masuk ke papan arduino yang terletak di Rangkaian. Pergerakan motor dikendalikan oleh Aplikasi *Bluetooth RC Controller* di android yang terhubung dengan koneksi bluetooth. Ketika motor bergerak sesuai dengan rancangan maka simulasi selesai, jika motor tidak bergerak maka ada error dalam program atau koneksi bluetooth. Pada *software* Proteus 8 Professional klik 2 kali pada Board Arduino untuk menginput program yang telah dibuat di software Arduino IDE.

Perakitan Komponen Towing Tug Remote Control

Bentuk *Towingtug remote control* yang dibuat berbentuk persegi dengan panjang 100cm dan lebar 70cm, towingtug ini menggunakan 4 roda dengan 2 roda belakang disambungkan dengan motor DC sebagai penggerak utama dan 2 roda bebas di letakan di depan.



Gambar 6. Manufacture *Towing Tug Remote Control*

Sistem *towingtug* ini menggunakan kendali *remote control*, alat ini dirancang untuk menderek pesawat cessna 172, Simudengan menggunakan 4 buah roda yang memungkinkan alat dapat bergerak tanpa mempertahankan keseimbangan. Perancangan komponen elektrik pada towingtug ini menggunakan komponen mikrokontroller Arduino Uno, Motor driver, *stepdown*, bluetooth HC-05.

Alat dan Bahan

Untuk menunjang pelaksanaan pengerjaan penelitian ini, berikut peralatan dan bahan yang dipakai.

Tabel 2. Daftar bahan yang digunakan

No	Nama Bahan	Fungsi	Tahap Penggunaan
1	Arduino Uno R3	Untuk pemroses sinyal input menjadi sinyal output dari pada towingtug.	Manufaktur dan perakitan
2	Motor DC	Sebagai penggerak utama towing tug	Manufaktur dan perakitan
3	Motor Driver	Sebagai pengatur pergerakan motor dc.	Manufaktur dan perakitan
4	Batterai 12V	Untuk penyuplai daya towing tug.	Manufaktur dan perakitan
5	Bluetooth hc-05	Sebagai Penghubung antara remote control dan alat towing tug	Manufaktur dan perakitan
6	Transformator Stepdown	Untuk mengurangi arus listrik yang mengalir pada rangkaian elektronik	Manufaktur dan perakitan
7	Saklar on/off	untuk memutus dan menghubungkan arus listrik	Manufaktur dan perakitan
8	Kabel AWG 20	untuk menghubungkan setiap komponen elektrik.	Manufaktur dan perakitan
9	Timah solder	Penyambung antar komponen elektronika	Manufaktur dan perakitan
10	Papan triplek 10x15	Sebagaiudukan keseluruhan rangkaian elektronik	Manufaktur dan perakitan

Tabel 3. Daftar alat yang digunakan

No	Nama Alat	Fungsi
1	Laptop Asus Vivobook X505	-Membuat Wiring diagram -Membuat program towingtug remote control -Penulisan proposal dan Laporan tugas akhir
2	Cable Cutter	Untuk memotong kabel
3	Electrical tape	Untuk melapisi dan melindungi sambungan kabel dari debu dan air
4	Pistol lem tembak	Perekatan komponen elektronik dengan papan
5	Solder 40 Watt	Penyambung komponen elektronik
6	Bor tangan	Membuat lubang pada papan
7	Obeng min	Merekatkan kabel yang terhubung dengan motor driver

Simulasi

Simulasi pada Towingtug remote control ini bermaksud untuk membuktikan simulasi menggunakan *software* Proteus 8 Profesional. Simulasi dilakukan dengan metode yang serupa yaitu, motor dc dikendalikan dari aplikasi *Bluetooth RC Controller*. Perintah dikirim dari android menuju *board* Arduino melalui modul bluetooth HC-05. Kemudian perintah tersebut dilanjutkan ke motor driver BTS7964 untuk menggerakkan motor DC. Apabila motor DC tidak bergerak, kemungkinan ada masalah pada koneksi bluetooth atau tidak pada perkabelan di rangkaian.

Pengujian

1) Simulasi Software

Hasil simulasi pada tugas akhir ini adalah pergerakan kedua motor DC pada *software* Arduino IDE. Kode *input* dari *remote control* pada aplikasi Bluetooth RC controller diterima oleh bluetooth yang nantinya akan diteruskan ke *board* arduino uno. Sebagai contoh Kode *input* akan terbaca pada bagian serial monitor di *software* Arduino IDE. Ketika menekan tombol maju pada Remote control, maka pada serial monitor akan memberikan pesan dengan kode *input* berupa pergerakan translasi "Maju" begitupun pada ketika menekan tombol lainnya.

Tabel 4. Hasil Simulasi Arduino IDE

Pergerakan	Motor Kanan	Motor Kiri
Maju	Berputar kedepan	Berputar kedepan
Mundur	Berputar kebelakang	Berputar kebelakang
Belok Kiri	Berputar kedepan	Berputar kebelakang
Belok Kanan	Berputar kebelakang	Berputar kedepan
Berhenti	Tidak berputar	Tidak berputar

Ketika tombol maju ditekan, kode input ditampilkan di serial monitor arduino IDE sebagai gerakan "Maju", Sehingga kedua motor DC berputar kedepan secara bersamaan. Ketika tombol mundur ditekan, serial monitor menampilkan kode input "Mundur", dan kedua motor DC berputar ke arah belakang. Kode input gerakan "Belok kanan" akan ditampilkan pada serial monitor ketika tombol kanan ditekan, dengan motor kiri berputar kedepan dan motor kanan berputar kebelakang. Akibatnya, saat *towing tugs* sedang beroperasi, mereka akan berbelok ke kanan.

Ketika tombol kiri ditekan, kode *input* "Belok kiri" muncul pada tampilan serial monitor, dengan motor kanan berputar kedepan dan motor kiri berputar kebelakang. Kode *input* "Stop" akan muncul pada serial monitor jika tombol tidak ditekan sama sekali, dan kedua motorpun tidak akan bereaksi apapun (tidak berputar).

2) Uji Jarak Koneksi Bluetooth

Pengujian jarak koneksi antara bluetooth dengan remote control bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh jarak alat dapat dikendalikan.

Tabel 5. Pengujian Jarak Koneksi Bluetooth

Jarak	Koneksi	Maju	Mundur	B. Kanan	B. Kiri	Hasil
1 Meter	√	√	√	√	√	Berfungsi
2 Meter	√	√	√	√	√	Berfungsi
3 Meter	√	√	√	√	√	Berfungsi
...
52 Meter	√	√	√	√	√	Berfungsi
53 Meter	√	√	√	√	√	Berfungsi
54 Meter	√	√	√	√	√	Berfungsi
55 Meter	X	X	X	X	X	Tidak Berfungsi
56 Meter	X	X	X	X	X	Tidak Berfungsi

Pengujian ini dilakukan dari jarak 1 meter sampai 58 meter. Pada jarak 1 sampai 54 meter *prototipe rc* masih terkoneksi dan bisa dikendalikan, sedangkan pada jarak 55 sampai 58 meter *prototipe rc* tidak terhubung dan tidak dapat dikendalikan. Maka dapat disimpulkan bahwa jarak maksimal pengendalian *prototipe rc* ini berjarak 54 meter.

3) Pengujian kendali Pergerakan 2^o of freedom Towing Tug Remote Control

Dari Tabel 6, merupakan hasil pengujian towingtug remote control dengan program pergerakan 2^o of freedom berupa gerak translasi maju, mundur, serta gerak pergerakan rotasi belok kiri dan belok kanan.

Tabel 6. Hasil Pengujian kendali Towing Tug Remote Control

Pergerakan Motor	Motor Kanan	Motor Kiri	Keterangan
Maju	Berputar kedepan	Berputar kedepan	Berhasil
Mundur	Berputar kebelakang	Berputar kebelakang	Berhasil
Belok Kiri	Berputar kedepan	Berputar kebelakang	Berhasil
Belok Kanan	Berputar kebelakang	Berputar kedepan	Berhasil

Pengujian ini dilakukan untuk membuktikan keberhasilan program pergerakan towingtug yang telah di *input* pada arduino uno menggunakan remote control bluetooth RC controller. Maka hasil didapat dari pengujian ini dapat dikatakan berhasil karena program kendali yang dibuat telah sesuai dengan rencana, dengan hasil berupa input pergerakan 2^o of freedom berupa gerak translasi maju, mundur, serta gerak pergerakan rotasi belok kiri dan belok kanan.

4) Pengujian kecepatan Towing tug Remote Control

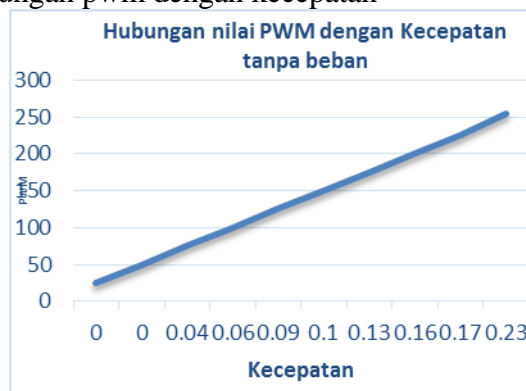
a. Pengujian Nilai PWM dengan Kecepatan Tanpa Beban

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk menentukan kecepatan laju towingtug, dimana pengujian tersebut menggunakan beberapa variasi nilai PWM sehingga nilai kecepatan yang di hasilkan berbeda.

Tabel 7. Pengujian nilai PWM dengan RPM

Pengujian ke-	Nilai PWM	Jarak (m)	Waktu (s)	Kecepatan (m/s)
1	25		-	0
2	50		-	0
3	75		224	0,04
4	100		169	0,06
5	125	10	111	0,09
6	150		92	0,10
7	175		76	0,13
8	200		61	0,16
9	225		56	0,17
10	255		43	0,23

Berikut grafik hubungan pwm dengan kecepatan



Gambar 7. Grafik Hubungan Nilai PWM dengan Vout RPM

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui kecepatan yang dihasilkan *towing tug*. Kecepatan yang dibutuhkan adalah 0,09 m/s. Pengujian ini dilakukan pada jarak 10 meter dengan berbagai nilai pwm, *towing tug* tidak dapat bergerak pada pwm rendah yaitu 25 dan 50. *towing tug* mulai bergerak pada nilai pwm 75 dengan kecepatan 0,04 m/s dan pada pwm tinggi 255 *towingtug* dapat melaju sampai kecepatan 0,23 m/s. Dari hasil tersebut pengujian ini dapat dikatakan berhasil karena telah melewati batas kecepatan yang ditentukan.

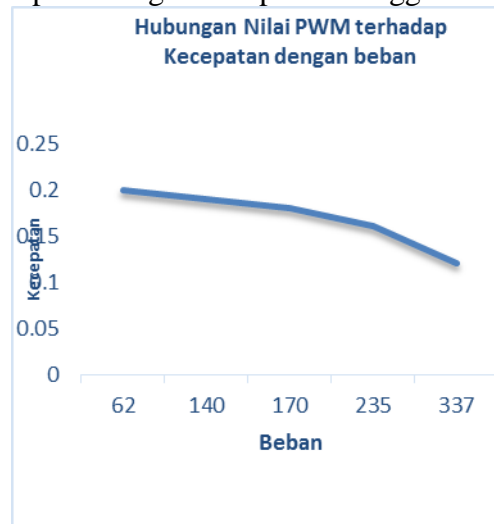
a. Pengujian Nilai PWM dengan Kecepatan Dengan Beban

Pengujian ini bertujuan untuk membuktikan laju kecepatan towing tug dapat menopang nose wheel pesawat cessna 172 dengan total beban 329.30 kg. hasil pengujian gerak translasi pada Towing tug dengan pemberian beban model manusia diatasnya. Pengujian dilakukan pada beberapa tahap dengan beban yang berbeda, mulai dari 1 orang dengan bobot 62 kg sampai 5 orang dengan total bobot 337 kg.

Tabel 8. Hasil Pengujian Nilai PWM dengan kecepatan tanpa beban

Pengujian ke-	Nilai PWM	Beban (kg)	Jarak (m)	Waktu (s)	Kecepatan (m/s)
1		62		50	0,20
2		140		52	0,19
3	255	170	10	54	0,18
4		235		60	0,16
5		337		82	0,12

Berikut grafik hubungan pwm dengan kecepatan menggunakan beban dari tabel diatas.



Gambar 8. Hubungan Nilai PWM terhadap kecepatan dengan beban

Hasil dari Pengujian ini menggunakan nilai pwm maksimum 255 dengan waktu yang berbeda. saat menopang beban 1 dengan berat 62kg orang *towing tug* dapat menempuh jarak 10 m dengan kecepatan maksimum 20 m/s, sedangkan pada saat menopang beban 5 orang dengan total berat 337kg kecepatan *towing tug* menurun sehingga hanya menghasilkan kecepatan 0,12 m/s. dari penjelasan tersebut pengujian ini dikatakan berhasil, karena telah melampaui batas beban nosewheel cessna yaitu 329.30 kg.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Program dibuat menggunakan software Arduino IDE, program ini dirancang untuk bisa menggerakkan motor DC berupa pergerakan *2° of freedom* berupa gerak rotasi maju dan mundur serta gerak rotasi belok kiri dan belok kanan yang dikendalikan menggunakan Remote control dari aplikasi android.
2. Rangkaian elektrik dirancang dengan software Proteus 8 Professional, dengan beberapa komponen yaitu: Arduino UNO, dua motor DC, Dua motor Driver BTS7964, Batterai 12Volt, dan Bluetooth HC-05.
3. Simulasi pergerakan translasi maju, mundur, belok kiri dan belok kanan dilakukan menggunakan Software Arduino IDE.
4. Pada pengujian kendali Towing tug remote control, dengan hasil towing tug dapat dikendalikan menggunakan remote control dengan kendali pergerakan *2° of freedom* berupa gerak rotasi maju dan mundur serta gerak rotasi belok kiri dan belok kanan.

5. Towingtug dapat melaju dengan kecepatan 0,23 m/s pada kondisi tanpa beban, Sedangkan pada saat menopang beban 337kg dapat melaju dengan kecepatan 0,12 m/s.
6. Kecepatan towingtug dapat diatur menggunakan slider pada remote control.

Saran

1. Remote control yang digunakan tidak harus remote dari smartphone, misalnya menggunakan joystick dan transmitter rc.
2. Dapat memakai Wifi sebagai perangkat penghubung lainnya

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Kurniawan, "Perancangan Program Kendali Alat Towing Untuk Pesawat Cessna 172," Politeknik Negeri Bandung, Bandung, 2020.
- [2] Acairtechnology, "Acairtechnology AC TrackTech TI," Towing, 20 January 2019. [Online]. Available: <https://acairtechnology.com/>. [Accessed 12 January 2021].
- [3] A. W. Nuryanto, "Rancang Bangun Mobil Remote Control Android," 2015.
- [4] TOWBOTS, "Remote Controlled Aircraft Towing Solutions," Towing remote Control, 30 July 2015. [Online]. Available: <https://towbots.us/>. [Accessed 25 January 2021].
- [5] Mototok, "mototok," Towing tug, 2017. [Online]. Available: www.mototok.com. [Accessed 12 December 2020].
- [6] Anggraini, "Radio Kontrol (Radio Transmitter dan Receiver," 2017.
- [7] K. Dickson, "Teknik Elektronika," 2020.
- [8] I. M. Parsa, Motor-Motor Listrik, Bali: CV Rasi Penerbit, 2018.
- [9] d. Andi Yusika, "Perancangan Mobil RC Menggunakan Remote Control Bluetooth Arduino Uno," 2019.
- [10] W. P. Osborne, Learn to Program in Arduino, USA: Armadillo Books, 2017.
- [11] M. Kazimierczuk, Pulse Width Modulated DC-DC Power Converter Second Edition, New Delhi: Aptara Inc, 2016.
- [12] S. Monk, Programming Arduino: Getting started with sketches , Second edition, New York, 2016.
- [13] J. A. Langbridge, Arduino Sketches Tools and Techniques for Programming Wizardy, Indianapolis, 2015.
- [14] d. Dr. Junaidi, Project Sistem Kendali Elektronik Berbasis Arduino, Lampung: CV Anugrah Raharja, 2018.