

RANCANG BANGUN PINTU GESER OTOMATIS MENGGUNAKAN SENSOR PIR DENGAN MEKANISME GEAR DENGAN VARIASI JUMLAH GIGI MODUL 1,5 DAN PUTARAN MOTOR

Muhammad Nasih¹⁾, Muhammad Nurtohuri²⁾, Elisa Sulistyorini³⁾
Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Indonesia^{1,2,3}

*Email : Sanmhi00@gmail.com¹⁾, Tohurimn@gmail.com²⁾, elisasulistyorini@untag-sby.ac.id³⁾

ABSTRAK

Mekanisme Pintu Geser Otomatis adalah sebuah rangkaian elektronika yang dapat menggerakkan motor stepper sehingga dapat menggeser sebuah pintu secara otomatis bila sensor pir terhalang oleh sebuah benda. Tahapan perancangan sistem buka tutup pintu untuk pintu geser otomatis dilakukan perhitungan roda gigi, mendesain, dan menentukan jenis bahan yang dibutuhkan. Tahapan pengujian menganalisa mekanisme sistem buka tutup pintu dengan mekanisme gear pada pintu geser otomatis dilakukan dengan cara menganalisa data kinematika dari rancangan sistem dan perhitungan daya motor listrik pada sistem buka tutup pintu geser otomatis.

Penelitian yang dilakukan dengan memodifikasi gear pinion dari motor power window menggunakan modul 1,5 yang diterapkan pada pintu geser otomatis dengan mekanisme pinion-rack. Gear pinion dengan 3 variasi antara lain 15 gigi, 20 gigi, dan 25 gigi. Rack gear dengan modul 1,5 dengan panjang 940mm.

Dari hasil perhitungan dapat diketahui bahwa pinion gear dengan jumlah gigi 15 kuat untuk menggerakkan pintu geser dengan beban 90kg, pinion gear dengan jumlah gigi 20 kuat untuk menggerakkan pintu geser dengan beban 67kg, dan pinion gear dengan jumlah gigi 25 kuat untuk menggerakkan pintu geser dengan beban 54kg.

Kata-kata kunci: pintu geser otomatis, mekanisme gear, sensor pir, kinematika, roda gigi

ABSTRACT

The Automatic Sliding Door Mechanism is an electronic circuit that can drive a stepper motor so that it can slide a door automatically when the pir sensor is blocked by an object. The stages of designing an open and close door system for automatic sliding doors are calculating gears, designing, and determining the type of material needed. The testing phase of analyzing the mechanism of the door opening and closing system with a gear mechanism on the automatic sliding door is carried out by analyzing the kinematic data from the system design and calculating the electric motor power in the automatic sliding door opening and closing system.

The research was carried out by modifying the pinion gear of the power window motor using a 1.5 module which was applied to automatic sliding doors with a pinion-rack mechanism. Gear pinion with 3 variations including 15 teeth, 20 teeth and 25 teeth. Gear rack with 1.5 modules with a length of 940mm.

From the calculation results it can be seen that the pinion gear with 15 teeth is forceful to drive the sliding door with a load of 90kg, the pinion gear with 20 teeth is forceful to move the sliding door with a 67kg load, and the pinion gear with 25 teeth is forceful to move the sliding door with a load 54kg.

Keywords: automatic sliding doors, gear mechanisms, pir sensors, kinematics, gears

Pendahuluan

Pintu merupakan alat yang sangat penting dalam suatu rumah, kantor, dan ruangan. Sebab pintu sebagai akses masuk utama semua orang yang masuk ke bangunan tersebut. Semua orang yang ingin memasuki bangunan, pasti mereka akan melewati pintu. Jenis pintu berdasarkan cara membukanya salah satunya adalah slide door (pintu geser). Pintu jenis ini dapat memudahkan orang untuk berlalu-lalang tanpa perlu menyentuh pintu. Pintu ini cocok untuk digunakan pada perkantoran, mall, rumah sakit, gedung pameran, klinik perawatan dan gedung-gedung lainnya.

Perkembangan teknologi yang semakin pesat telah membawa banyak pengaruh dalam berbagai aspek kehidupan terutama dibidang industri. Salah satu perkembangan teknologi yang berkembang pesat adalah sistem kendali otomatis. Seiring perkembangan teknologi tentang sistem kendali otomatis, dibutuhkan sebuah sistem pemantauan yang baik agar pengendalian bisa bekerja lebih efisien.

Buka tutup pintu merupakan suatu sistem yang bekerja untuk membuka menutup pintu dengan sistem kendali otomatis yang dikendalikan oleh seorang operator. Sistem buka tutup pintu ini, dapat dikendalikan sesuai dengan tempat yang telah ditentukan dan sudah dilengkapi dengan pemantau agar dapat dikendalikan dengan mudah.

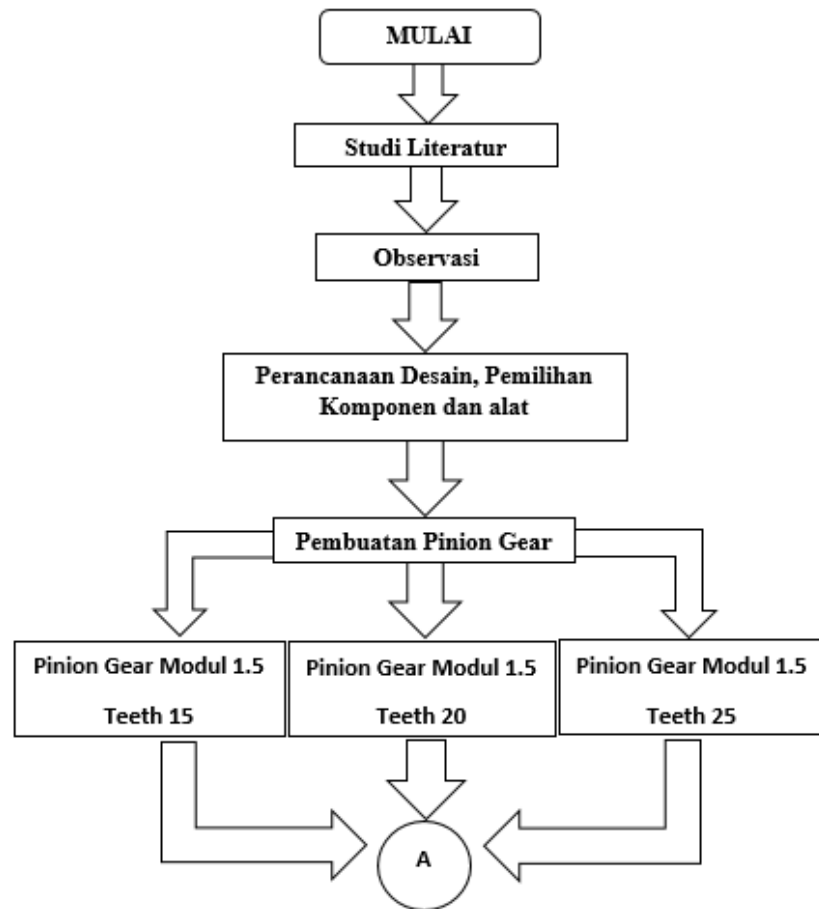
Dengan adanya sensor pir, maka untuk buka tutup pintu otomatis akan membuka pintu pada saat ada orang didepan pintu dan akan menutup pintu pada saat tidak ada orang didepan pintu. Sensor pir memiliki banyak fungsi di berbagai bidang. Salah satu fungsinya untuk mengendalikan sistem operasi pintu otomatis.

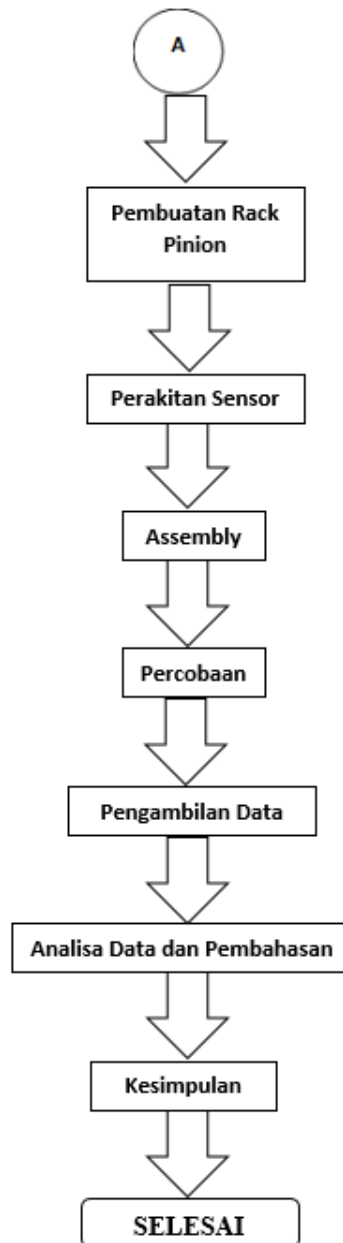
Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan Anwar (2015), membuat prototype penggerak pintu pagar otomatis berbasis Arduino Uno Atmega 328P dengan sensor sidik jari. Dalam penilitiannya disimpulkan dengan spesifikasi prototype, motor dc yang digunakan dapat menggerakkan benda dengan beban pagar hingga maksimal 50 kg.

Penelitian yang dilakukan oleh Anwar (2015) inilah yang melatarbelakangi penelitian ini. Tahapan awal penelitian ini adalah perancangan dan diakhiri dengan pengujian rancangan tersebut. Tahapan perancangan sistem buka tutup pintu untuk pintu geser otomatis dilakukan perhitungan roda gigi, mendesain, dan menentukan jenis bahan yang dibutuhkan. Tahapan pengujian menganalisa mekanisme sistem buka tutup pintu dengan mekanisme gear pada pintu geser otomatis dilakukan dengan cara menganalisa data kinematika dari rancangan sistem dan perhitungan daya motor listrik pada sistem buka tutup pintu geser otomatis.

Penulis berharap dalam penelitian ini rancangan pintu geser dapat menggerakkan beban benda dengan beban pintu melebihi 50 kg dengan mekanisme gear pada pintu geser otomatis menggunakan sensor pir.

Metode





Gambar 1. Diagram alir penelitian yang akan dilakukan dalam pengujian, terdiri dari perencanaan, pembuatan, perakitan, penambilan data dan kesimpulan.

Perancangan pintu geser otomatis terdiri dari besi hollow 20x40 yang digunakan untuk kerangka dari pintu geser. Mekanik untuk menggerakkan pintu geser tersebut adalah motor power window 12V dengan sebuah sensor PIR kami hanya menggunakan gear rack yang terdapat pada bawah pintu tersebut beserta gear pinionnya. Gear rack dan pinionnya kita gunakan dengan modul 1,5. Gear rack dengan panjang 940mm dan 3 buah gear pinionnya (15 gigi, 20 gigi, dan 25 gigi). Hal tersebut dilakukan memodifikasi pada motor power window dibagian gear pinionnya untuk tujuan penelitian yang diharapkan. Proses pengambilan data menggunakan tachometer untuk mengambil kecepatan minimal, kecepatan rata-rata dan kecepatan maksimal

dari gear pinionnya di motor power window.

Prinsip kerja dari pintu geser ini yaitu pintu akan terbuka secara otomatis bila sensor PIR membaca adanya input yang berupa sinar infrared dan diteruskan ke ESP32. Kemudian output dari arduino tersebut diteruskan ke driver relay untuk menggerakkan motor penggerak. Pintu geser ini hanya menggunakan satu pintu yang akan membuka secara otomatis dengan ukuran tertentu, sedangkan motor penggeraknya berada di bagian bawah pintu. Dan juga bagian samping pintu ialah tempat untuk meletakkan sensor PIR.

Hasil dan Pembahasan

Analisis Data

1) Gaya yang diperlukan untuk Menggerakkan Pintu Geser

- Spesifikasi motor:
 - a. $T = 3\text{Nm}$
 - b. $n = 60\text{ rpm}$
 - c. daya (P) = $54\text{ Watt} = 0,054\text{ Kw}$
 - d. Voltage = 12V

- Gaya Normal (N)

$$N = W \times g \quad (1)$$

$$N = 5\text{kg} \cdot 9,81 = 49,05\text{ N}$$

Koefisien friksi *wheel nylon* $\mu = 0,03$ (bulldogcastors company)

2) Gaya yang diperlukan untuk menggerakkan pintu geser

$$F = N \times f \quad (2)$$

$$F = 49,05\text{N} \cdot 0,03 = 1,4715\text{ N}$$

- Gaya yang dihasilkan motor

$$T = F \times r \quad (3)$$

$$3 = F \cdot 0,02$$

$$F = 15\text{ N}$$

$F_{\text{motor}} > F_{\text{Benda}}$, jadi motor yang digunakan kuat untuk menggerakkan pintu geser.

3) Perhitungan Pinyon dan Batang Gigi

Perencanaan Gear Pinyon dan Batang Gigi

- Daya Motor = $54\text{ w} = 0,054\text{ Kw}$

- $n_{\text{motor}} = 60 \text{ rpm}$
- $\text{sudut tekan} = 20^\circ$
- Bahan Gear = S35C

\Rightarrow Perhitungan batang gigi standard dengan $m = 1,5$

$$\Rightarrow \text{Pitch } (p) = \pi \cdot m \quad (4)$$

$$p = 3,14 \cdot 1,5 = 4,71 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{Tinggi kepala gigi} = 1 \cdot m \quad (5)$$

$$\text{Tinggi kepala gigi} = 1 \cdot 1,5 = 1,5 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{Tinggi kaki gigi} = 1,25 \cdot m \quad (6)$$

$$\text{Tinggi kaki gigi} = 1,25 \cdot 1,5 = 1,875 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{Kedalaman gigi} = 2,25 \cdot m \quad (7)$$

$$\text{Kedalaman gigi} = 2,25 \cdot 1,5 = 3,375 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{Kedalaman kerja} = 2 \cdot m \quad (8)$$

$$\text{Kedalaman kerja} = 2 \cdot 1,5 = 3 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{Jarak ujung dan akar} = 0,25 \cdot m \quad (9)$$

$$\text{Jarak ujung dan akar} = 0,25 \cdot 1,5 = 0,375 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{Jari – jari kaki fillet} = 0,38 \cdot m \quad (10)$$

$$\text{Jari-jari kaki fillet} = 0,38 \cdot 1,5 = 0,57 \text{ mm}$$

$$\Rightarrow \text{Lebar dan tebal rack gear} = 10 \cdot m \quad (11)$$

$$\text{Lebar dan tebal rack gear} = 10 \cdot 1,5 = 15 \text{ mm}$$

Jumlah gigi yang akan dibuat :

$$Lg = p \cdot m \cdot z \quad (12)$$

$$940 = 3,14 \cdot 1,5 \cdot z$$

$$z = 191 \text{ gigi}$$

a. Menentukan jumlah gigi

ditetapkan jumlah gigi antara lain:

Pinion 1 = 15 gigi

Pinion 2 = 20 gigi

Pinion 3 = 25 gigi

b. Mencari diameter lingkar jarak bagi (d_0)

$$d_0 = m \cdot z \quad (13)$$

$$\text{Pinion 1} = d_{01} = m \cdot z = 1,5 \times 15 = 22,5 \text{ mm}$$

$$\text{Pinion 2} = d_{02} = m.z = 1,5 \times 20 = 30 \text{ mm}$$

$$\text{Pinion 3} = d_{03} = m.z = 1,5 \times 25 = 37,5 \text{ mm}$$

c. Mencari kelonggaran sisi (c_0) dan kelonggaran puncak (c_k)

$$c_k = 0,25 \times m \quad (14)$$

$$c_k = 0,25 \times 1,5 = 0,375 \text{ mm}$$

$$c_0 = 0$$

d. Mencari diameter kepala (d_k)

$$d_k = (z + 2) m \quad (15)$$

$$d_{k1} = (15 + 2) 1,5 = 25,5 \text{ mm}$$

$$d_{k2} = (20 + 2) 1,5 = 33 \text{ mm}$$

$$d_{k3} = (25 + 2) 1,5 = 40,5 \text{ mm}$$

e. Mencari diameter kaki (d_f)

$$d_f = m (z - 2,5) \quad (16)$$

$$d_{f1} = 1,5 (15 - 2,5) = 18,75 \text{ mm}$$

$$d_{f2} = 1,5 (20 - 2,5) = 26,25 \text{ mm}$$

$$d_{f3} = 1,5 (25 - 2,5) = 33,75 \text{ mm}$$

f. Mencari tinggi kaki (H)

$$H = (2.m) + c_k \quad (17)$$

$$H = (2.1,5) + 0,375 = 3,375 \text{ mm}$$

g. Lebar roda gigi (b)

$$b_1 = 12 \text{ mm}$$

$$b_2 = b_3 = 15 \text{ mm}$$

h. Diameter poros

$$d_s = 12 \text{ mm}$$

i. Ukuran pasak dan alur pasak

$$\text{Pasak} = 4 \times 4$$

$$t1 = 2,5 \text{ mm}$$

$t_2 = 1,8 \text{ mm}$

Pembahasan

Tabel 1. Hasil pengujian sensor.

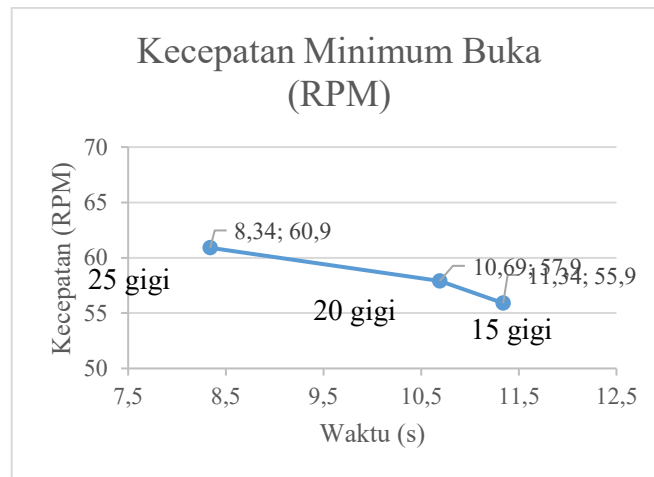
No.	Waktu Respon Buka – Tutup (detik)	Kondisi Sensor PIR	Kondisi motor (Nyala/Tidak Nyala)
1	5	Terbaca	Nyala
2	Kondisi sensor magnet terbaca		Tidak Nyala

Dari tabel hasil pengujian sensor, dapat disimpulkan bahwa cara kerja kontroller sudah sesuai dengan yang diharapkan. Dengan rancangan program jika sensor pir mendeteksi dalam waktu respon 5 detik, maka motor power window menyala untuk membuka atau menutup pintu. Saat kondisi sensor magnet terbaca, maka motor power window berhenti.

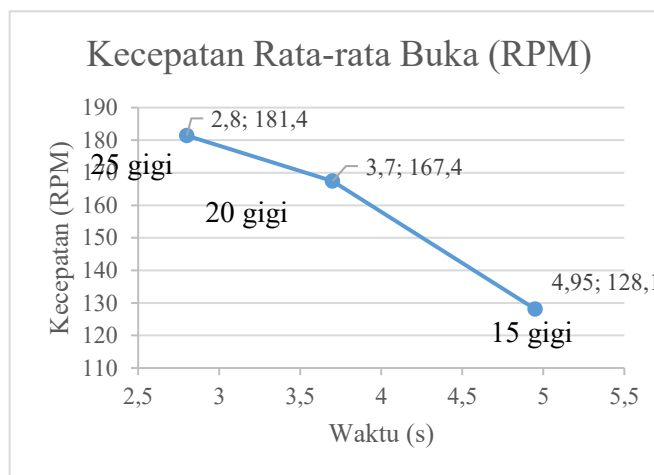
Tabel 2. Hasil pengujian gear.

No	Pinion gear M1,5	Beban (Kg)	Kecepatan minimal buka (RPM)	Kecepatan rata- rata buka (RPM)	Kecepatan maksimal buka (RPM)	Waktu Buka (detik)
1	15 gigi	5	55,9	128,1	221,7	4,95
2	20 gigi	5	57,9	167,4	325,4	3,7
3	25 gigi	5	60,9	181,5	392,7	2,8

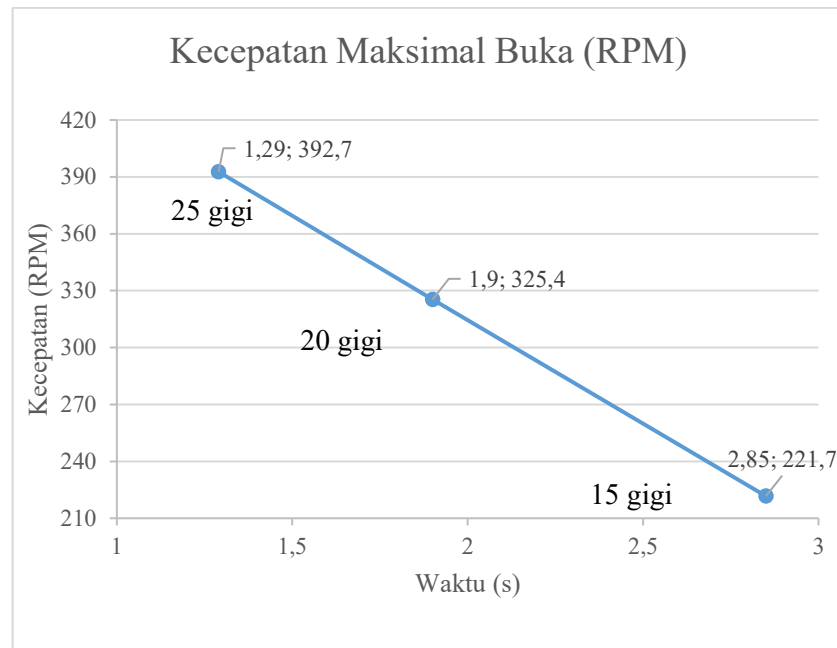
No	Pinion gear M1,5	Beban (Kg)	Kecepatan minimal tutup (RPM)	Kecepatan rata- rata tutup (RPM)	Kecepatan maksimal tutup (RPM)	Waktu Tutup (detik)
1	15 gigi	5	56,6	131,5	266,6	5,2
2	20 gigi	5	57,8	170,8	350,5	3,8
3	25 gigi	5	62,6	193,0	408,6	3,4



Gambar 2. Kecepatan Minimum Buka (RPM) pada ketiga roda gigi yang diuji yang ditampilkan dalam grafik.

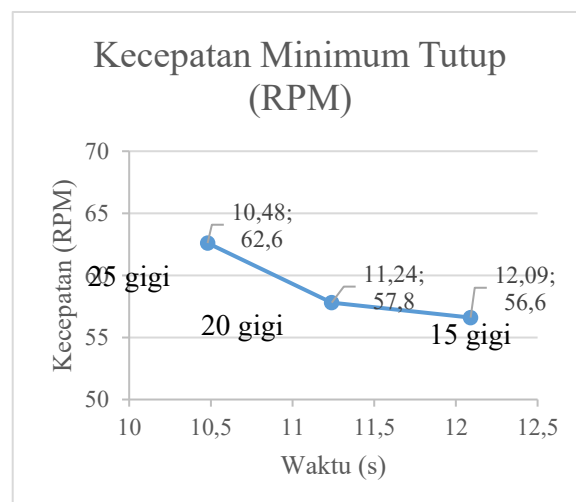


Gambar 3. Kecepatan Rata-rata Buka (RPM) pada ketiga roda gigi yang diuji yang ditampilkan dalam grafik.

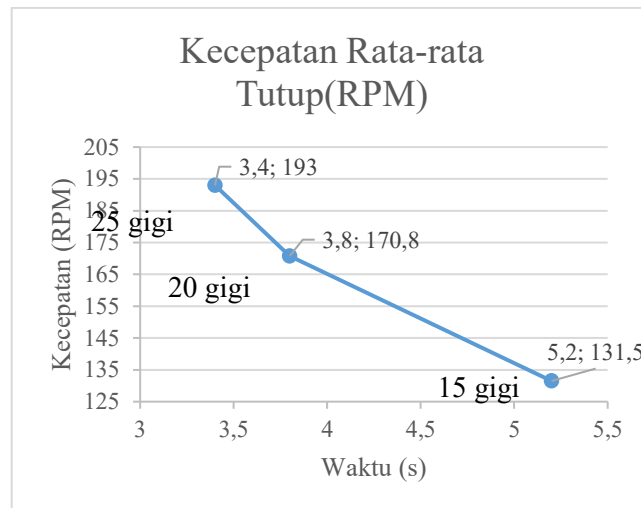


Gambar 4. Kecepatan Maksimal Buka (RPM) pada ketiga roda gigi yang diuji yang ditampilkan dalam grafik.

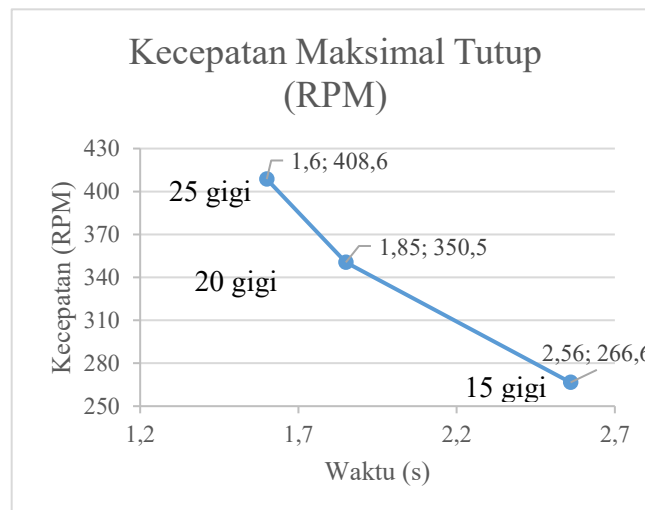
Dari grafik diatas, pada uji kecepatan minimal, rata-rata dan maksimal pada saat membuka pintu dengan beban yang sama dengan gear yang berbeda. Telah melakukan pengujian kecepatan menutup pintu menggunakan tachometer, dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah roda gigi maka semakin cepat putaran pada motor power window dan semakin cepat pula waktu saat menutup pintu geser.



Gambar 5. Kecepatan Minimum Tutup (RPM) pada ketiga roda gigi yang diuji yang ditampilkan dalam grafik.



Gambar 6. Kecepatan Rata-rata Tutup (RPM) pada ketiga roda gigi yang diuji yang ditampilkan dalam grafik.



Gambar 7. Kecepatan Maksimal Tutup (RPM) pada ketiga roda gigi yang diuji yang ditampilkan dalam grafik.

Dari grafik diatas, pada uji kecepatan minimal, rata-rata dan maksimal pada saat membuka pintu dengan beban yang sama dengan gear yang berbeda. Telah melakukan pengujian kecepatan menutup pintu menggunakan tachometer, dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah roda gigi maka semakin cepat putaran pada motor power window dan semakin cepat pula waktu saat menutup pintu geser.

Gaya

$$\tau = F \cdot r \left(r = \frac{D_p}{2} \right) \quad (18)$$

Berdasarkan torsi motor adalah 3N.m, maka gaya yang dihasilkan:

$$\text{Gear 1: } F = 3\text{N.m} / (22,5 / 2000 \text{ m}) = 266,67 \text{ N}$$

$$\text{Gear 2: } F = 3\text{N.m} / (30 / 2000 \text{ m}) = 200 \text{ N}$$

$$\text{Gear 3: } F = 3\text{N.m} / (37,5 / 2000 \text{ m}) = 160 \text{ N}$$

- Berdasarkan spesifikasi rel sliding door beban maksimum pintu 60kg.
- Gaya Normal (N)

$$N = W \cdot g = 60\text{kg} \cdot 9,81 = 588,6 \text{ N}$$

Koefisien friksi *wheel nylon* $\mu = 0,03$ (bulldogcastors company)

Gaya yang diperlukan untuk menggerakkan pintu geser dapat dihitung menggunakan (2):

$$F = N \cdot \mu = 588,6\text{N} \cdot 0,03 = 176,58 \text{ N}$$

$F_{\text{motor}} > F_{\text{Benda}}$, jadi motor yang menggunakan gear 1 dan gear 2 kuat untuk menggerakkan pintu geser dengan beban 60kg.

Langkah berikutnya dapat menggunakan (1).

Untuk gear 1, beban maksimum yang bisa digerakkan adalah:

$$266,67\text{N} = N \cdot 0,03$$

$$N = 888,9\text{N} \rightarrow W = N / g = 888,9 / 9,81 = 90,6 \text{ kg} = 90\text{kg}$$

Jadi untuk gear 1, motor kuat untuk menggerakkan pintu geser dengan beban 90kg

Untuk gear 2, beban maksimum yang bisa digerakkan adalah:

$$200\text{N} = N \cdot 0,03$$

$$N = 666,67\text{N} \rightarrow W = N / g = 666,67 / 9,81 = 67,95\text{kg} = 67\text{kg}$$

Jadi untuk gear 3, motor kuat untuk menggerakkan pintu geser dengan beban 67kg

Untuk gear 3, beban maksimum yang bisa digerakkan adalah:

$$160\text{N} = N \cdot 0,03$$

$$N = 533,3\text{N} \rightarrow W = N / g = 533,3 / 9,81 = 54,36\text{kg} = 54\text{kg}$$

Jadi untuk gear 3, motor kuat untuk menggerakkan pintu geser dengan beban 54kg.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian analisa kecepatan putaran pada mekanisme rack-pinion gear dengan 3 variasi pinion gear dengan jumlah gigi yang berbeda menggunakan M1,5, maka dapat diambil kesimpulan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pada perhitungan roda gigi dihasilkan 3 buah gear pinion dan rack dengan spesifikasi sebagai berikut:
 - a) $b=12\text{mm}$
 - b) gear 1: $z=15$ gigi; $d_0 = 22,5\text{mm}$; $d_k = 25,5\text{ mm}$; $d_f = 18,75\text{ mm}$
 - c) gear 2: $z=20$ gigi; $d_0 = 30\text{ mm}$; $d_k = 33\text{ mm}$; $d_f = 26,25\text{ mm}$
 - d) gear 3: $z=25$ gigi; $d_0 = 37,5\text{ mm}$; $d_k = 40,5\text{ mm}$; $d_f = 33,75\text{ mm}$
 - e) pinion: Besi FC30, rack: Besi FC30
 - f) poros: S35C-D, $d_s = 12\text{mm}$
 - g) pasak: 4×4 , $t_1 = 2,5\text{ mm}$ dan $t_2 = 1,8\text{mm}$
2. Semakin banyak jumlah roda gigi maka semakin cepat putaran pada motor power window dan semakin cepat pula waktu saat membuka dan menutup pintu geser otomatis.
3. Kecepatan membuka dan menutup pintu memiliki kecepatan putaran yang berbeda.
4. Gear pinion dengan jumlah gigi 25 menghasilkan kecepatan putaran tertinggi dari pada gear pinion lainnya.

Daftar Pustaka

- Sularso dan Kiyokatsu, Suga. 2002. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Edisi ke-10. PT Pradnya Paramita. Jakarta.
- Hutahaean, Ramses Y. 2010. *Mekanisme dan Dinamika Mesin*. Edisi ke-1. ANDI. Yogyakarta.
- Sonawan, Hery. 2014. *Perancangan Elemen Mesin*, Edisi ke-1. Alfabeta. Bandung.
- Rochim, Taufiq. 1993. *Teori & Teknologi Proses Pemesinan*. ITB Press. Bandung.
- Istiyanto, Jazi Eko. 2014. *Pengantar Elektronika dan Instrumentasi Pendekatan Project Arduino dan Arduino*. ANDI. Yogyakarta.
- Adi, Agung Nugroho. 2010. *Mekatronika*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Aprillah, Siska, 2019. *Rancang Bangun Prototipe Pintu Otomatis Menggunakan Sensor Passive Infra Red Berbasis Arduino*. JuPerSaTek. 2 (1) : 296-304.
- Muttaqin, idzani. 2018. *Rancang Bangun Pintu Geser Otomatis Berbasis Mikro Kontroler Arduino*. INFO TEKNIK. 19 (2) : 243-252.

Firdaus, Hendra. 2018. *Rancang bangun penggerak pintu pagar geser menggunakan 12 Volt Direct Current (DC) power window motor gear*. Jurnal Media Teknologi. 04 (02) : 155-164.

Kolong, Allan Hertz.2020. *ElMes2-01 Kinematika Roda Gigi*.
<https://www.scribd.com/document/496745952/ElMes2-01-Kinematika-Roda-Gigi>. Diakses 5 Januari 2023.