

RANCANG BANGUN SISTEM RODA TRACK PADA KENDARAAN PENYEMPROT HAMA OTOMATIS

INDRA SAKA PERDANA¹, MUHAMMAD PRAMUDA NUGRAHA SIRODZ¹

¹PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN, INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL BANDUNG

Email : indrasakaperdana@gmail.com

Received 05 09 2021 | Revised 10 09 2021 | Accepted 13 09 2021

ABSTRAK

Penyemprotan pestisida merupakan kegiatan petani untuk menghilangkan hama dari tanaman dan umumnya dilakukan secara manual yang dapat mempengaruhi kesehatan petani. Penelitian sebelumnya dibuat kendaraan penyemprot hama otomatis menggunakan roda karet, sehingga menjadi kendala saat digunakan di area perkebunan. Penelitian ini merancang dan membangun sistem penggerak berupa roda track untuk menggantikan roda karet pada kendaraan penyemprot hama otomatis, dengan harapan kendaraan dapat berfungsi dengan baik. Penelitian diawali dengan perancangan sistem roda track : penentuan dimensi sistem roda track, mampu-kemudi (steerability) kendaraan, pemilihan track shoe, kemudian dilanjutkan dengan pembuatan dan pengujian. Hasil perancangan yang didapat : lebar track 0.115 m, diameter sproket 0.168 m, jarak track 0,046 m dan menggunakan track shoe bertipe singel gauser. Menggunakan sistem penggerak berupa roda track kendaraan dapat melaju di jalan tanah dengan kecepatan rata-rata 1,404 km/jam untuk gerak maju dan 1,368 km/jam untuk gerak mundur.

Kata kunci : Pestisida, Bahaya Pestisida, Sistem Penggerak, Track shoe, singel gauser

ABSTRACT

Spraying pesticides is an activity of farmers to remove pests from plants and is generally done manually which can affect the health of farmers. Previous research made an automatic pest spraying vehicle using rubber wheels, so that it became an obstacle when used in plantation areas. This study designs and builds a drive system in the form of track wheels to replace rubber wheels on automatic pest spraying vehicles, with the hope that the vehicle can function properly. The research begins with the design of the track wheel system: determining the dimensions of the track wheel system, vehicle steerability, selecting track shoes, then proceeding with manufacturing and testing. The design results obtained: track width 0.115 m, sprocket diameter 0.168 m, track distance 0.046 m and use a single gauser type track shoe. Using a drive system in the form of track wheels, the vehicle can drive on dirt roads with an average speed of 1,404 km/hour for forward motion and 1,368 km/hour for reverse motion.

Keyword : Pesticides, Pesticides Hazard, drive System, Track Shoe, Singel Gauser

1. PENDAHULUAN

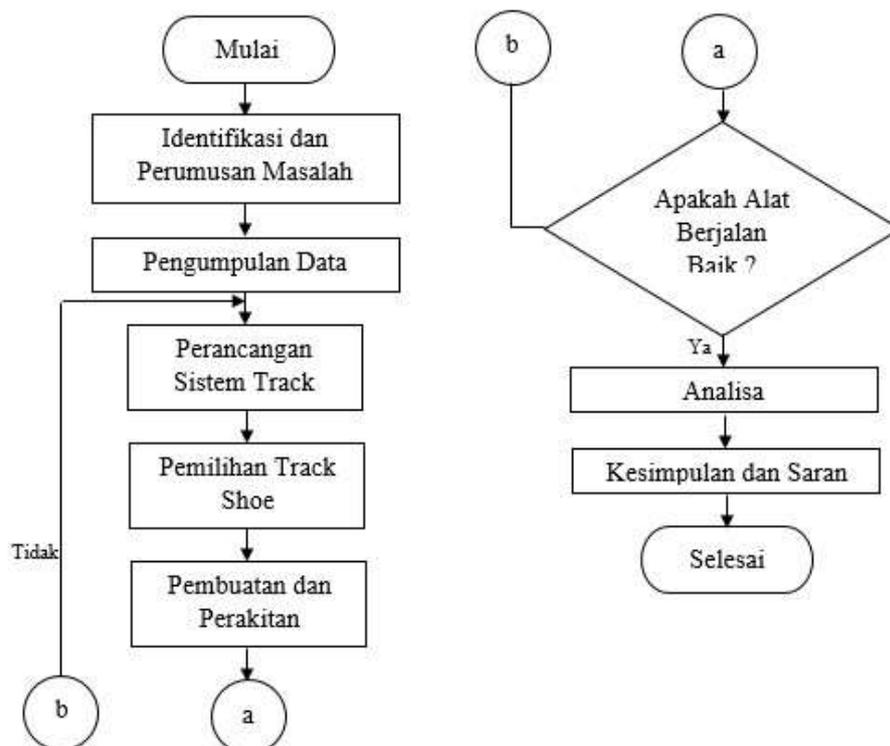
Penggunaan pestisida dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada petani jika terkena paparan pestisida. Efek bagi kesehatan para petani dapat menyebabkan iritasi pada kulit dan mata hingga efek yang lebih mematikan yang mempengaruhi kerja saraf, mengganggu sistem hormon reproduksi dan menyebabkan kanker. (Runia, Yodencia A., 2008).

Penggunaan pestisida umumnya disemprot ke tanaman secara manual oleh petani. Pada penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Lismawan I. dan Febrianto A. telah menghasilkan sebuah kendaraan penyemprot hama otomatis dengan tujuan untuk mengurangi paparan pestisida terhadap petani. Kendaraan tersebut menggunakan roda penggerak berupa roda karet. Roda karet ini memiliki kelemahan ketika digunakan pada lahan dengan kondisi tanah yang gembur yaitu mengalami slip.

Pada lahan dengan kondisi tanah gembur diperlukan traksi yang besar dari sistem penggerak terhadap permukaan tanah. Salah satu cara untuk memperbesar traksi tersebut adalah dengan menggunakan sistem penggerak berupa roda track (Febriani et.al, 2016 dan Kheiralla et.al, 2012). Pada penelitian ini dirancang, dibuat, dan diuji sistem penggerak berupa roda track yang disesuaikan dengan kendaraan penyemprot hama otomatis yang sudah ada.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini proses rancang bangun sistem penggerak roda track menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer berupa luas lahan perkebunan, sedangkan data sekunder antara lain berupa dimensi kendaraan, spesifikasi kendaraan, koefisien gesek tanah. Dari hasil rancangan yang telah dibuat kemudian dilanjutkan dengan proses pembuatan dan pengujian. Diagram alir dari penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Rancang Bangun Sistem Penggerak Roda Track

2.1 Perancangan Sistem Track

Pada bagian ini akan dibahas perancangan pada sistem roda track yang meliputi : diameter track wheel, dimensi sistem track dan mampu-kemudi (steerability).

1. Parameter Penentuan Dimensi Sistem Track Wheel

Dalam menentukan diameter Track Wheel, Paisal et.al, 2018 merumuskan sebagai berikut :

Diameter dalam :

$$Y = \frac{1}{\sin\left(\frac{100}{z}\right)} \quad D_{s1} = p \cdot Y$$

Diameter Luar :

$$D_{s2} = \left\{0,6 + \left(\cot \frac{180}{z}\right)\right\} \times p$$

dimana :

D_{s1} = Diameter sproket dalam, mm

D_{s2} = Diameter sproket luar, mm

p = Pitch, mm

Dengan jumlah gigi sproket sebesar 40 dan pitch gigi sproket sebesar 12.7, maka diperoleh diameter sproket dalam 161.79 mm dan diameter sproket luar sebesar 168.98 mm.

Hubungan tekanan dan keterbenaman track tergantung pada jenis tanah yang digunakan. Pada penelitian ini akan digunakan persamaan tekanan dan keterbenaman untuk jenis tanah organik (Febriani et.al,2016), yaitu :

$$p = k_p \cdot z + 4 \cdot m_m \cdot z^2 / D_h \quad (1) \text{ dimana : } p = \text{tekanan, kPa.}$$

$$k_p = \text{kekuatan tanah, kN. } m^{-3} z$$

= keterbenaman (sinkage), m.

m_m = kekuatan permukaan (strength of surface mat), kN.m³.

D_h = diameter hidrolis, $D_h = 4 \cdot (L \cdot B) / 2 \cdot (L + B)$, m.

L = panjang track, m.

B = lebar track, m.

Tekanan yang diakibatkan oleh berat kendaraan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$p = \frac{W}{2 \cdot L \cdot B} \quad (2)$$

dimana :

p = tekanan, kPa.

W = berat kendaraan, kN.

L = panjang track, m.

B = lebar track, m.

Substitusi persamaan (1) ke persamaan (2), menghasilkan lebar track:

$$B = \frac{W - (4 \cdot m_m \cdot z^2 \cdot L)}{2 \cdot z \cdot (L \cdot k_p + 2 \cdot m_m \cdot z)} \quad (3)$$

Dengan berat kendaraan 0.369 kN, kekuatan permukaan 27.07 kN, keterbenaman yang diasumsikan sedalam 0.01 m, panjang track 0.07 m dan kekuatan tanah yaitu 224.38 kN/m², maka diperoleh lebar dari track yaitu 0.115 m.

Wong et.al, 2001 menyebutkan bahwa untuk mencapai kecepatan operasi yang tinggi biasanya digunakan track dengan jarak yang pendek (short track pitch). Hal ini diperlukann untuk meminimalkan fluktuasi kecepatan dan getaran akibat pengaruh dari hubungan antara gigi sproket dan track. Persamaan fluktuasi kecepatan kendaraan dipengaruhi oleh perbandingan jarak-track dan diameter sproket :

$$\delta = 1 - \sqrt{1 - \left(\frac{T_p}{D_s}\right)^2} \quad (4)$$

Dengan demikian track pitch adalah:

$$T_p = D_s \times \sqrt{1 - (1 - \delta)^2} \quad (5)$$

dimana :

D_s = diameter sproket (sproket), m. T_p

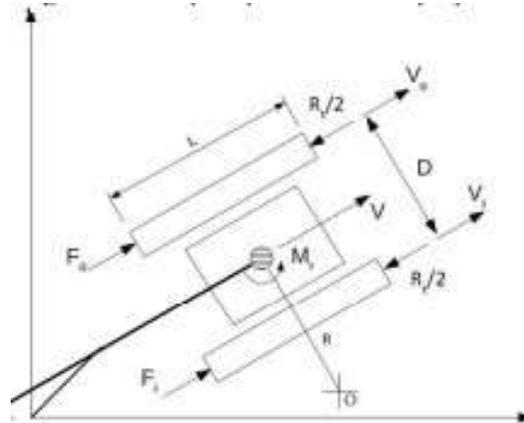
= jarak-trek (track pitch), m.

δ = fluktuasi kecepatan, %.

Dengan diameter sproket 168.98 mm dan fluktuasi kecepatan maju kendaraan dibatasi pada 3.72 %, maka didapat track pitch yang dihasilkan yaitu 0.046 m.

2. Sistem Kemudi Track

Untuk membelokkan kendaraan track, diperlukan salah satu track bergerak lebih cepat dari yang lain, sehingga kendaraan berbelok ke arah trek yang lebih lambat. Cara berbelok seperti ini disebut kemudi-geser (skid steering) (Febriani et.al, 2016). Prinsip kemudi-geser track digambarkan seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Skid Steering (Febriani et.al, 2016)

Pada kecepatan rendah, gaya sentrifugal dapat diabaikan, sehingga pergerakan kendaraan trek dapat dijelaskan oleh persamaan berikut :

$$m \cdot \frac{d^2 s}{dt^2} = F_o + F_i - R_{tot} = 0 \quad (6)$$

$$I_z \cdot \frac{d^2 \theta}{dt^2} = \frac{D}{2} \cdot (F_o - F_i) - M_r = 0$$

dimana :

s = Perpindahan dari pusat gravitasi kendaraan, m.

t = waktu, detik.

F_o = gaya luar, kN.

F_i = gaya dalam , kN.

- R_t = gaya hambatan-gerak lateral total, kN.
 θ = perpindahan radial dari pusat gravitasi kendaraan, rad.
 D = jarak antar trek kendaraan, m.

Rancang Bangun Sistem Roda Track Pada Kendaraan Penyemprot Hama Otomatis

- M_r = momen hambatan putar, kN.m.
 f_r = koefisien hambatan-gerak.
 W = berat total kendaraan, kN.

Persamaan kesembangan gaya dan momen yang terjadi adalah (Wong, 2001):

$$F_o + F_i - R_{tot} = 0 \quad (7)$$

$$\frac{D}{2} \cdot (F_o - F_i) - M_r = 0$$

dimana :

$$R_t = f_r \cdot W$$

$$M_r = \frac{D}{2} \cdot (F_o - F_i)$$

Berdasarkan persamaan (7), diperoleh gaya luar dan gaya dalam track berikut:

$$F_o = \frac{f_r \cdot W}{2} + \frac{M_r}{D} \quad (8)$$

$$F_i = \frac{f_r \cdot W}{2} - \frac{M_r}{D}$$

Untuk tekanan normal sepanjang track yang terdistribusi secara merata, gaya hambatangerak lateral adalah:

$$R_t = \mu_t \cdot W \quad (9)$$

dimana :

- R_t = gaya hambatan-gerak lateral total, kN.
 μ_t = koefisien hambatan lateral.
 W = berat total kendaraan, kN.

Momen hambatan putar adalah :

$$M_r = \frac{R_t \cdot L}{2} = \frac{\mu_t \cdot W \cdot L}{2} \quad (10)$$

Dimana :

- M_r = momen hambatan putar, kN.m.
 R_t = gaya hambatan-gerak lateral total, N.
 L = panjang kontak track, m.
 μ_t = koefisien hambatan lateral.
 W = berat total kendaraan, kN.

Substitusi persamaan (10) ke persamaan (7), diperoleh:

$$F_o = \frac{f_r.W}{2} + \frac{\mu_t.W.L}{4.D} f$$

$$F_i = \frac{f_r.W}{2} - \frac{\mu_t.W.L}{4.D} \quad (11)$$

Kendaraan trek akan terkendali di lapangan/medan tertentu tanpa terputar apabila :

$$F_o \leq F_t = A. \tau$$

$$\leq A. (c + p. \tan\emptyset)$$

dimana :

- Fo = gaya luar, kN.
- Fi = gaya dalam, kN
- A = luas track bagian luar, m² .
- C = kepadatan (cohesiveness) tanah, kN.m⁻² .

Indra Saka Perdana

- P = tekanan normal rata-rata trek pada tanah, kN.m⁻² .
- \emptyset = sudut tahanan geser internal (angle of internal shearing resistance) tanah, derajat.

Substitusi persamaan (11) pada persamaan (12) menghasilkan:

$$\frac{f_r.W}{2} + \frac{\mu_t.W.L}{4.D} \leq A. (c + p. \tan\emptyset)$$

$$\frac{L}{D} \leq \frac{2}{\mu_t} \left\{ \frac{2.c.A}{W} + \tan\emptyset - f_r \right\} \quad (12)$$

dimana :

- L = panjang kontak track, m.
- D = jarak antar track kendaraan, m.
- μ_t = koefisien hambatan lateral.
- W = berat total kendaraan, kN. A = luas track bagian luar, m² .
- c = kepadatan (cohesiveness) tanah, kN.m⁻² .
- \emptyset = sudut tahanan geser internal (angle of internal shearing resistance) tanah, derajat.
- p = tekanan normal rata-rata track pada tanah, kN.m⁻² .

Dengan berat kendaraan 0.369 kN, koefisien hambatan gerak 0.1, koefisien gesek yang dipilih sesuai dengan medan 0.85 dan panjang kontak track yaitu 0.07 m, maka didapat gaya dalam pada saat kendaraan berbelok -0.138 kN dan gaya luar 0.175 kN.

Dengan demikian, kendaraan trek dapat berbelok tanpa terputar (spinning), jika perbandingan berikut terpenuhi :

$$\frac{L}{D} \leq \frac{2}{\mu_t} \left\{ \frac{c}{p} + \tan\emptyset - f_r \right\} \quad (13)$$

dimana :

- p = tekanan normal rata-rata track pada tanah p = W / 2.L.B, kN.m⁻² .

Dengan tekanan normal rata-rata track pada tanah 2,291 kN. m⁻², kepadatan tanah 1.36 kN. m⁻², sudut tahanan geser internal 23.78, dan koefisien hambatan gerak 0.1, maka

perbandingan dengan pajang kendaraan dan lebar kendaraan didapat $2 < 2.198$. Sehingga kendaraan aman tidak terguling.

2.2 Hasil perancangan Sistem Track

Parameter tanah untuk lahan gambut sebagaimana telah dilakukan eksperimen oleh rahmat, et al. adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Parameter Tanah

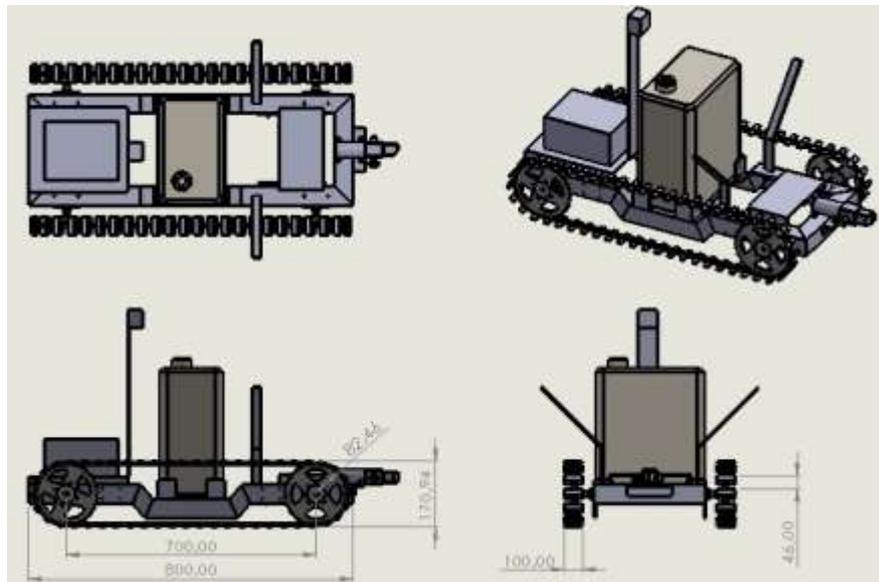
Parameter Tanah			
Parameter	Simbol	Nilai	Unit
Moisture contents	ω	83,510	%
Peat bulk density	γ	1.530	kN/m^3
Cohesion	C	1.360	kN/m^2
Internal Frictional angel	ϕ	23.789	degree
Shear deformation modulus	K_{ω}	0.012	M
	M_m	27.070	kN/m^3
Underlying peat stiffness	K_p	224.380	kN/m^3

Sedangkan untuk spesifikasi kendaraan adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Spesifikasi Kendaraan

Spesifikasi Kendaraan			
Parameter	Simbol	Nilai	Unit
Berat	W	369	N
Jumlah Gigi	Z	40	
<i>Picth</i>	p	12,7	mm
Keterbenaman	z	0.01	m
Panjang <i>track</i>	L	0.7	m
Fluktuasi kecepatan	δ	3.72	%
Hambatan gerak	f_r	0.1	
Jarak antara track	L	0.35	m
Koefesien gesek	μ_t	0.85	
Diameter sproket dalam	D_{s1}	161.78	mm
Diameter sproket luar	D_{s2}	168.98	mm
Lebar track	B	0.115	m
Track pitch	T_p	0.046	m
Sistem kemudi	F_o	0.175	kN
	F_i	-0.138	kN
	L / D	< 2.198	

Dari hasil perhitungan di atas, kebutuhan rancangan sistem track yang dioperasikan pada lahan dapat dipenuhi. Panjang track yang kontak dengan tanah 700 mm, lebar track 100 mm, diameter sproket 168.98 mm, jarak minimum antar track 46 mm, dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Hasil Perancangan Sistem Roda Track

2.3 Pemilihan Track Shoe

Track shoe memiliki beberapa jenis yang sesuai dengan permukaan yang akan dilalui pada kendaraan berat, untuk mengurangi slip antara roda dengan permukaan tanah. Sehingga pemilihan track shoe pada kendaraan penyemprot hama ini disesuaikan dengan permukaan

Diseminasi FTI-3

Indra Saka Perdana

yang akan dilalui, berupa tanah gembur atau tanah lunak (Surya et.al, 2018). Dapat disimpulkan jenis track shoe yang dapat digunakan pada kendaraan penyemprot hama yaitu track shoe singel gouser.

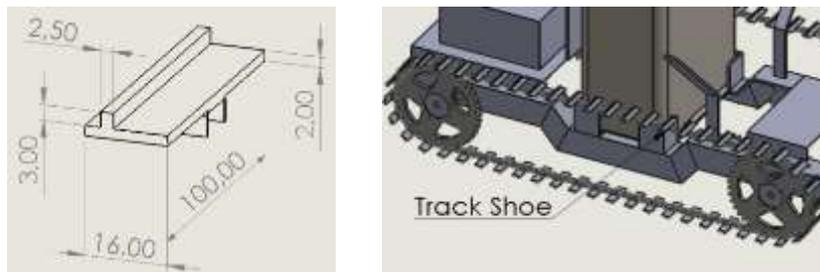


Gambar 4. Track Shoe Singel Gouser

2.4 Pembuatan dan Perakitan Track

1. Pembuatan

Pada proses pembuatan track shoe ini menggunakan bahan plat baja ST-37 yang dihubungkan dengan baja hollow yang dibagi dua, lalu dilakukan proses pengelasan. Ukuran hollow yang digunakan yaitu 30 x 20 mm dengan tebal 2 mm dan panjang plat 100 mm dengan tebal 3 mm. Pada bagian vertikal juga dilakukan proses pengelasan yang menggunakan bahan baja persegi dengan ukuran 5 mm x 5mm. Track shoe ini dibuat sebanyak 76 buah.



(a) Dimensi Track Shoe (b) Jumlah Penempatan Track Gambar 5. Pembuatan Track Shoe

2. Perakitan

Pada proses perakitan ini ada beberapa komponen yang harus dipasang pada rangka kendaraan seperti pillow block, poros, motor DC, bosh gear track, bosh gear kecil dan track shoe yang telah dipasang pada rantai. Pillow block yang digunakan dipasang pada bagian bawah rangka dengan cara menggunakan baut, lalu poros dipasang pada pillow block yang telah dipasang dengan bosh gear track dan bosh gear kecil. Lalu dilanjutkan pemasangan motor DC dengan menyesuaikan rantai yang akan digunakan. Dapat dilihat pada gambar 6 (a)

:



(a) Perakitan Pillow Block, Bosh Gear Track, Bosh Gear Kecil dan motor DC



(b) Hasil Perakitan Gear Track ke Bosh Gear Track



(c) Perakitan Track Shoe

Gambar 6. Hasil Perakitan Keseluruhan

Setelah komponen diatas dipasang pada setiap sisi – sisinya, selanjutnya pemasangan gear track pada bosh gear track dengan cara dibaut, dapat dilihat pada gambar 6 (b). Selanjutnya perakitan track ke rantai dilakukan dengan cara memasang hollow yang telah disambung dengan plat ke rantai menggunakan tang untuk menjepit lalu di pukul supaya track tersebut terjepit dengan kuat. Setelah selesai track dipasang pada rantai, maka dapat dipasang pada gear track yang sudah pada rangka, dapat dilihat pada gambar 6 (c).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Penelitian

Pada pengujian sistem track kendaraan ini dilakukan pada permukaan tanah dengan melihat apakah kendaraan tersebut dapat berjalan sesuai medan yang akan dilaluinya. Pada pengujian gerak maju mundur kendaraan yang akan dilakukan, dengan mengambil parameter dari kecepatan kendaraan pada saat beroperasi. Sehingga kecepatan kendaraan di dapat dengan mengambil sample jarak dan waktu kendaraan pada saat pengujian. Jarak pengujian sepanjang 10 meter dengan dilakukannya 5 kali pengujian. Maka waktu yang ditempuh kendaraan dengan jarak 10 meter didapat dengan menggunakan stopwatch.



Gambar 7. Pengujian Gerak Maju Mundur Kendaraan

Tabel 4.3 Pengujian Gerak Maju dan Mundur

Maju	Jarak	Waktu	Kecepatan
Pengujian 1	10 meter	22 detik	0,45 m/s
Pengujian 2	10 meter	23 detik	0,43 m/s
Pengujian 3	10 meter	25 detik	0,4 m/s
Pengujian 4	10 meter	28 detik	0,35 m/s
Pengujian 5	10 meter	29 detik	0,34 m/s
Rata - Rata	-	-	0,39 m/s

Mundur	Jarak	Waktu	Kecepatan
Pengujian 1	10 meter	22 detik	0,45 m/s
Pengujian 2	10 meter	24 detik	0,42 m/s
Pengujian 3	10 meter	26 detik	0,38 m/s
Pengujian 4	10 meter	29 detik	0,34 m/s
Pengujian 5	10 meter	32 detik	0,31 m/s
Rata - Rata	-	-	0,38 m/s

Pada pengujian belok ini, kendaraan diambil sampel dengan cara mengukur radius belok dari posisi kendaraan tersebut diam sampai posisi akhir kendaraan selesai berbelok.



Gambar 8. Pengujian Gerak Belok Kendaraan

Tabel 4.4 Pengujian Gerak Belok Kanan dan Kiri

Pengujian	Radius Belok	Keterangan
Belok Kiri	-	Belum Berhasil
Belok Kanan	-	Belum Berhasil

Dari hasil pengujian kendaraan dapat melaju dengan kecepatan rata-rata 1,404 km/jam untuk gerak maju dan 1,308 km/jam untuk gerak mundur. Jarak tempuh kendaraan sesuai jalur perkebunan sepanjang 1296 m atau sejauh 1,296 km perjalanan, maka waktu yang dibutuhkan kendaraan beroperasi, yaitu :

$$waktu = \frac{\text{panjang jalur}}{\text{kecepatan kendaraan}}$$

$$waktu = \frac{1,296 \text{ km}}{1,404 \text{ km/jam}}$$

$$waktu = 0,923 \text{ jam} = 55,38 \text{ menit}$$

Setelah dilakukan pengujian, kendaraan tidak dapat berbelok. Ini disebabkan motor listrik yang digunakan tidak dapat mengatasi gaya gesek antara track dengan tanah disebabkan pada mekanisme track saat berbelok, satu track berputar sedangkan track yang lain diam sehingga gesekan track dengan tanah menjadi besar. Selain itu juga pergantian mekanisme penggerak dari roda menjadi track membuat berat isi kendaraan bertambah dari 24 kg menjadi 37,5 kg, sehingga torsi satu motor sebesar 1,85 N.m belum dapat menggerakkan kendaraan untuk berbelok.

4. Kesimpulan dan Saran

1. Kesimpulan

1. Hasil perancangan track shoe didapat :
 - Track shoe menggunakan singel gauser
 - Diameter sproket = 168,98 mm
 - Lebar track = 0,115 m
 - Track pitch = 0,046 m
2. Modifikasi sistem peggerak roda dari kendaraan penyemprot hama otomatis menggunakan track shoe, dapat bergerak maju dan mundur di medan tanah dengan kecepatan rata-rata 1,404 km/jam untuk gerak maju dan 1,308 km/jam untuk gerak mundur. Namun kendaraan belum dapat bergerak belok.

2. Saran

Dikarenakan adanya penambahan sistem track shoe, maka seharusnya motor DC yang akan digunakan memiliki torsi yang lebih besar minimal 3,6 N.m

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Allah SWT., orang tua yang selalu memberikan dukungan dan doa, kepada pak M. Pramuda N. S. sebagai pembimbing yang telah memberikan banyak arahan dan ilmu demi penelitian ini, kepada bapak Hj. Idan S. yang telah memberikan dukungan dan ilmunya, serta kepada orang-orang yang telah mendukung sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Febrianto, A.(2020). "Rancang Bangun Sistem Kontrol Penyemprot Hama Otomatis". Institut Teknologi Nasional Bandung.
- Febriani, A. Y., Riyanto, R. D., dan Toha, I. S. "Perancangan Awal Traktor trek mini Polman Bandung". Politeknik Manufaktur Negeri Bandung : Bandung.
- Rahman, A., Yahaya, A., dan Zoehadi, M. "Designing Framework Of A Segmented Rubber Tracked Vehicle For Sepang Peat Terrain In Malaysia". Universitas Putra Malaysia : Malaysia.
- Suryo, Sumar H. dan Yuniarto, Bambang (2018). "Pengaruh Kekuatan Bahan Pada Track Shoe Excavator Menggunakan Pengujian Abrasive Wear dengan Metode Ogoshi Universal High Speed Testing". Universitas Diponegoro : Semarang.