

RANCANG BANGUN SEPEDA PENYAPU SAMPAH DENGAN SISTEM SAPU BERPUTAR

Ahmad Triya Sanusi¹, Pongky Lubas Wahyudi²

¹Teknologi Manufaktur, Fakultas Vokasi

²Dosen Teknologi Manufaktur, Fakultas Vokasi
Universitas 17 Agustus 1945, Surabaya, Indonesia

¹e-mail : ahmadtriya2@gmail.com

²e-mail : pongkywahyudi2017@gmail.com

ABSTRAK

Sampah sering menjadi barang tidak berarti bagi manusia, sehingga menyebabkan sikap acuh tak acuh terhadap keberadaan sampah. Orang sering membuang sampah sembarangan, seolah-olah mereka tidak memiliki salah apapun. Hal tersebut tentunya sangat berpengaruh terhadap lingkungan sekitar dimana lingkungan menjadi kotor dengan sampah yang menumpuk menjadi tempat penyakit. Dalam proses pembersihan sampah di jalan biasanya menggunakan petugas sapu jalan, baik itu sampah dari dedaunan kering yang jatuh dari ranting-ranting pohon atau sampah yang dibuang oleh manusia. Petugas sapu jalan membersihkan sampah dengan cara manual yang kemudian sampah dikumpulkan ke tempat penampungan sampah. Oleh karena itu berdasarkan kondisi di atas perlu adanya kajian tentang teknologi tepat guna yang bermanfaat, maka disini penulis mempunyai ide untuk membuat sepeda penyapu jalanan yang mampu meringankan beban tukang sapu jalan dalam membersihkan sampah. Sepeda sapu sampah ini dapat bekerja dengan memanfaatkan putaran roda untuk menggerakkan 3 poros yang dihubungkan oleh pulley type A dengan ukuran 10 in dan 2,5 in yang terhubung dengan sabuk v-belt yang panjangnya 1117,6 mm dan 1244 mm dengan output putaran poros sapu 460 rpm. Dengan hasil kesimpulan di atas menurut penulis sepeda penyapu sampah lebih mudah dalam pembersihan sampah karena mampu menjangkau area yang lebih luas.

Kata kunci : Sampah, Sepeda penyapu sampah, Otomatis

PENDAHULUAN

Salah satu factor yang menyebabkan rusaknya lingkungan hidup yang sampai saat ini masih tetap menjadi masalah besar bagi bangsa Indonesia adalah membuang sampah sembarangan. Dalam kehidupan sehari-hari, masih banyak dijumpai orang-orang yang membuang sampah sembarangan di jalanan, baik di jalan perkotaan maupun jalan pedesaan. Jalan akan terasa nyaman digunakan bila dirawat dan dijaga dengan baik, Akibatnya Banyak sekali sampah yang berserakan dimana-mana, padahal sudah ada tempat pembuangan sampah tetapi masih membuang sampah sembarangan.

Padahal membuang sampah merupakan perbuatan tidak menunjukkan kepedulian terhadap lingkungan. Hal tersebut tentunya sangat berpengaruh terhadap lingkungan sekitar dimana lingkungan menjadi kotor dengan adanya sampah. Masyarakat biasanya menjaga kebersihan lingkungan dengan cara sederhana. Membahas tentang alat yang digunakan untuk membersihkan sampah yang sering digunakan adalah sapu. Sapu terbuat dari ijuk (lidi, sabut dan lainnya) yang diikat dan diberi tongkat baik pendek atau panjang sebagai tempat pegangan supaya mudah dalam menggunakannya. Seiring berjalannya waktu menyapu dengan menggunakan alat sederhana sangat tidak efisien, karena menguras waktu dan tenaga. Dengan kondisi tersebut seharusnya manusia sudah beralih ke alat-alat inovasi terbaru mengenai sapu otomatis.

Dengan berdasarkan masalah diatas peneliti melakukan penelitian dan perancangan alat tentang “Rancang Bangun Sepeda Penyapu Sampah dengan Sistem Sapu Berputar”. Peneliti berharap agar alat sapu otomatis yang diciptakan mampu membantu dan mempermudah pekerjaan dalam menyapu sampah di jalan dan juga mengurangi timbulnya penyakit yang diakibatkan oleh sampah.

LANDASAN TEORI

Sampah di jalan biasanya berbagai macam mulai dari sampah plastic maupun daun-daun dari pohon-pohon disepanjang jalan, selain itu juga ditemukan material lain seperti debu, pasir dan juga batu-batu kecil. Proses pembersihan sampah diatas biasanya masih menggunakan proses sederhana yaitu dengan bantuan sapu untuk mengumpulkan sampah dan juga pengki atau serokan sampah untuk mengambil sampah yang telah dikumpulkan.

Pada penelitian perancang ingin membuat sepeda penyapu sampah yang dapat membantu dalam membersihkan sampah yang memiliki mekanisme kerja seperti becak onthel, tetapi untuk bagian depan akan diubah sebagai alat sapu jalan yang nantinya bekerja dengan memanfaatkan gerak dari putaran roda untuk menggerakkan sapu. Kemudian sampah akan langsung ditampung ditempat yang telah disediakan supaya sampah yang telah disapu tidak berserakan kembali

METODE



Gambar 2 flowchart pelaksanaan

a. Studi literatur

Perancangan dan pembuatan alat ini dimulai dengan studi kelayakan mencari literatur yang akan dijadikan pedoman pengerjaan. Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data dari berbagai sumber.

b. Desain dan Analisa

Setelah mendapatkan literatur yang sesuai kami berupaya melakukan desain alat untuk merancang sistem yang lebih sederhana, efisien, dan praktis. Selain itu dalam hal ini agar anggota lainnya mudah mengerti desain atau rancangan yang akan dibuat nantinya.

c. Pengumpulan Alat dan Bahan

Pembelian part /komponen yang dibutuhkan seperti: besi hollow, bearing, poros, dan komponen yang lainnya

d. Perencanaan Alat

Perencanaan alat ini dipakai saat sebelum membuat alat yang melakukan koordinasi antara desain dengan pembuat

e. Pembuatan Alat

Pembuatan dimulai dari pengelasan rangka dan nantinya dilanjutkan dengan perakitan komponen lainnya

f. Pengujian Alat

Kegiatan ini untuk mengetahui kinerja dan kemampuan alat dalam hal fungsi komponen, keluaran dan keselamatan kerja. Uji coba dilaksanakan ketika alat sudah selesai proses pembuatan

g. Evaluasi

Setelah melewati uji coba maka diketahui kelemahan atau ketidaksempurnaan yang terdapat pada alat yang kami rancang. Dengan mempelajari kelemahan pada alat yang dihasilkan maka kami akan melakukan evaluasi hasil uji coba alat, Evaluasi dilakukan dengan cara mengumpulkan data setiap bagian yang memiliki kelemahan. Data hasil evaluasi pada saat uji coba awal digunakan sebagai acuan untuk penyempurnaan alat

h. Publikasi Artikel ilmiah

Dimana tujuan dari publikasi artikel ilmiah ini adalah guna mendapatkan Pengajuan hak paten yang akan dilakukan setelah semua proses pembuatan selesai dan sudah teruji dengan baik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan penentuan daya yang dipakai

1. Perhitungan daya yang digunakan (**P**)

Dengan mengetahui:

Massa rangka depan = 5 kg

Massa sepeda = 3 kg

Massa pengemudi = 70 kg

Massa Total = 78 kg

a. Koefisien gesek dapat dihitung dengan rumus

$$f_s = w * \mu \quad (\mu=0,01)$$

$$= w \times g \times \mu$$

$$= 78 \times 9,81 \times 0,01$$

$$= 7,651 \text{ N}$$

b. Tahanan guling

$$F_r = C_{rr} * W$$

$$= C_{rr} * g * W$$

$$= 0,008 \times 9,81 \times 78$$

$$= 6,121 \text{ N}$$

c. Gaya akselerasi

$$F_{aks} = m \times a$$

$$= 78 \times 1,5 \text{ m/s}^2$$

$$= 175,5 \text{ N}$$

$$(a = 1,5 \text{ m/s}^2)$$

d. Beban total

$$F = F_s + F_r + F_{aks}$$

$$= 7,651 + 6,121 + 175,5$$

$$= 189,27 \text{ N}$$

e. Daya sepeda yang dihasilkan yaitu:

$$\begin{aligned}
P &= F \times V && (V = 5 \text{ km/jam}) \\
&= 189,27 \times 5 \text{ km/jam} \\
&= 189,27 \times 1,38 \text{ m/s} \\
&= 261,1 \text{ watt}
\end{aligned}$$

Jadi daya yang dihasilkan adalah 261,1 watt atau sama dengan **0,35 Hp**

Perhitungan pulley

a. Putaran yang direncanakan

Putaran yang direncanakan dapat dihitung melalui Persamaan perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\frac{N_2}{N_1} &= \frac{d_1}{d_2} \\
V_{sabuk1} &= V_{sabuk2}
\end{aligned}$$

Keterangan:

d1 = diameter puli 1 = (D1) = 254 mm

d2 = diameter puli 2 = (D2) = 63,5 mm

N1 = Kecepatan puli 1 = (N1) = 115 rpm

N2 = Kecepatan puli 2

$$\frac{N_2}{115} = \frac{254}{63,5} \Rightarrow N_2 = \frac{115 \cdot 254}{63,5}$$

N2 = 460 rpm

b. Perbandingan putaran pada pulley

$$\begin{aligned}
\frac{n_1}{n_2} &= i = \frac{D_p}{d_p} = \frac{1}{u}; u = \frac{1}{i} \\
i &= \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow \frac{115}{460} = 4
\end{aligned}$$

Jadi perbandingan yang didapat dari perhitungan putaran antara puli 1 dan puli 2 bernilai 4.

Perhitungan Sabuk

a. Daya rencana (P)

$$\begin{aligned}
P_d &= f_c \times P && (f_c = 1,1 \text{ dari tabel factor koreksi}) \\
&= 1,1 \times 0,27 \text{ kW} \\
&= 0,351 \text{ kW} && (\text{Sularso, 1991})
\end{aligned}$$

Keterangan:

P = daya rencana (kW)

f_c = Factor koreksi

P_d = daya rencana (kW)

b. Kecepatan sabuk (v)

$$\begin{aligned}
v &= \frac{\pi \times d_p \times n_1}{60 \times 1000} && (\text{Sularso, 1991}) \\
v &= \frac{\pi \times 254 \times 115}{60 \times 1000} = \frac{91719,4}{60000} \\
&= 1,5 \text{ m/s}
\end{aligned}$$

Keterangan :

V = kecepatan puli (m/s)

d_p = diameter puli (254 mm)

n₁ = putaran puli kecil (115 rpm)

c. Panjang keliling

$$L_1 = \pi(r_1 + r_2) + 2x + \frac{(r_1 - r_2)^2}{x} \quad (\text{Sularso, 1991})$$

$$= \pi(127 + 31,75) + 2 \cdot 305 + \frac{(127 - 31,75)^2}{305}$$

$$= 1138,174 \text{ mm atau sama dengan } 44 \text{ inch}$$

Cara diatas dipakai jika pulley yang digunakan besar atau diameternya berbeda.

$$L_2 = 2\pi r + 2x \quad (\text{Sularso, 1991})$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 31,75 + (2 \times 520)$$

$$L_2 = 1239,39 \text{ mm atau } 49 \text{ inch}$$

Cara ini dipakai jika pulley yang digunakan sama besarnya.

d. Jarak sumbu poros

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 8(D_2 - D_1)}}{8} \quad (\text{Sularso, 1991})$$

$$b = 2L - 3,14 (D_1 + D_2)$$

Keterangan :

dp = diameter jarak bagi puli kecil (mm)

Dp = diameter jarak bagi puli besar (mm)

L = anjang sabuk yg dipakai

$$b_1 = 2 \cdot 1117,6 - 3,14 (254 + 63,5)$$

$$= 1238,25 \text{ mm}$$

$$C_1 = \frac{1238,25 + \sqrt{1238,25^2 - 8(63,5 - 254)}}{8}$$

$$= 309,63 \text{ mm}$$

$$b_2 = 2 \cdot 1244,6 - 3,14 (254 + 63,5)$$

$$= 2090,42 \text{ mm}$$

$$C_2 = \frac{2090,42 + \sqrt{2090,42^2 - 8(63,5 - 254)}}{8}$$

$$= 522,60 \text{ mm}$$

e. Sudut kontak

$$\theta = 180 \frac{57(D_p - d_p)}{c} \quad (\text{Sularso, 1991})$$

$$\theta = 180 \frac{57(254 - 63,5)}{c}$$

$$= 0,613 \text{ rad}$$

Keterangan

dp = diameter jarak bagi puli kecil (mm)

Dp = diameter jarak bagi puli besar (mm)

C = Jarak sumbu poros (mm)

f. Tegangan sabuk

Tegangan sabuk dapat dihitung melalui Persamaan

$$T = (F_1 - F_2)R \text{ atau } (F_1 - F_2) = \frac{T}{R} \quad (\text{RS Khurmi})$$

Dimana:

T = momen torsi

F1 = tegangan sabuk sisi tarik (kg)

F2 = tegangan sabuk sisi kendur (kg)

R = radius pulley motor (mm) $63,5/2 = 31,75 \text{ mm}$

Gaya tarik efektif

$$f_e = \frac{102 \cdot 0,351}{1,5}$$

$$= 23,8 \text{ kg}$$

$$f_e = \sqrt{23,8^2}$$

$$= 23,8 \text{ kg}$$

$$T = f_r \cdot r \quad (r = \text{jarak sabuk dengan roda})$$

$$= 23,8 \times 20$$

$$= 476 \text{ kg.mm}$$

$$(F_1 - F_2) = \frac{T}{R} \Rightarrow (F_1 - F_2) = \frac{476}{31,75} = 14,9 \dots \dots \dots \text{Pers 1}$$

Untuk menentukan besarnya sabuk dapat dihitung melalui Persamaan

$$2,3 \log \frac{F_1}{F_2} = \mu \cdot \theta \quad (\text{RS Khurmi})$$

$$\mu = 0,3$$

$$\theta = 0,613$$

$$\log \frac{F_1}{F_2} = 0,3 \cdot 0,613 / 2,3$$

$$= 0,079$$

$$\frac{F_1}{F_2} = 1,2$$

$$F_1 = 1,2 \cdot F_2$$

Disubstitusikan persamaan 1 dan persamaan 2

Menggunakan linier 2 variabel

$$F_1 - F_2 = 14,9$$

$$1,2 \cdot F_1 + F_2 = 0$$

$$1,2 \cdot F_2 = 14,9$$

$$F_2 = \frac{14,9}{1,2}$$

$$F_2 = 12 \text{ kg}$$

Sehingga mencari F_1

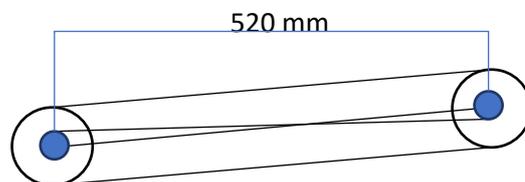
$$F_1 = 1,2 \cdot F_2$$

$$= 1,2 \cdot 12$$

$$= 14 \text{ kg}$$

Sehingga mendapat hasil $F_1 = 14 \text{ kg}$ dan $F_2 = 12 \text{ kg}$

g. Tegangan tarik



Gambar 4.3 2D jarak antar poros

Diketahui

F_1 = tegangan sabuk sisi tarik 3,8Kg

F_2 = tegangan sabuk sisi kendur 2,06 Kg

C = jarak antar sumbu poros = 520mm

Selisih tinggi titik poros = 85mm

Maka dapat ditentukan,

Panjang sisi miring dengan rumus pythagoras

$$a^2 + b^2 = c^2 \Rightarrow 520^2 + 85^2$$

$$\sqrt{270400 + 7225} = 526,9 \text{ mm}$$

X = sudut titik poros, Mencari sudut antar titik poros

$$\left[\frac{\sin A}{a} = \frac{\sin B}{b} \right] = \left[\frac{\sin A}{520} = \frac{\sin 90^\circ}{526,9} \right]$$

$$= [\sin A \cdot 526,9 = 520 \cdot 1] = \left[\sin A = \frac{520}{526,9} \right]$$

$$[\sin A = 0,982] = 79^\circ$$

$$T_1 = \text{tegangan tarik} = 14 \cdot \sin 79^\circ$$

$$= 14 \cdot 0,982$$

$$= 13,74 \text{ kg}$$

Jadi dari perhitungan tersebut tegangan sisi tarik yang ditemukan sebesar 13,74Kg.

Perhitungan Poros

a. Daya rencana

$$Pd = fc \times p \quad (fc = 1,1 \text{ dari tabel})$$

$$= 1, \times 0,27 \text{ kW}$$

$$= 0,351 \text{ kW} \quad (\text{Sularso, 1991})$$

Keterangan:

P = daya rencana (kW)

fc = Factor koreksi

Pd = daya rencana (kW)

b. Momen puntir rencana

Sebelum menghitung momen puntir rencana terlebih dahulu menghitung kecepatan putar terlebih dahulu

$$\frac{N_2}{115} = \frac{254}{63,5}$$

$$N_2 = 460 \text{ rpm}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{pd}{n_1}$$

$$= 9,74 \times 10^5 \frac{0,351}{460}$$

$$= 743,2 \text{ kg.mm}$$

c. Momen puntir dan lentur

Beban

H = Horizontal

V = Vertical

$$H_1 = \text{Tegangan tarik belt} = 13,74 \text{ kg}$$

$$H_2 = 13,74 \text{ kg}$$

$$V_1 = 0,5 + 13,74 = 14,24 \text{ kg}$$

$$V_2 = 0,5 + 13,74 = 14,24 \text{ kg}$$

$$Rh_1 = \frac{h_1 \cdot \text{jarak bantalan ke beban } Rv_2 + h_2 \cdot \text{jarak bantalan ke beban}}{\text{Panjang poros}}$$

$$= \frac{13,74 \cdot 60 \text{ mm} + 13,74 \cdot 120 \text{ mm}}{760} = \frac{2486,94}{760}$$

$$= 3,2 \text{ kg}$$

$$Rh_2 = (H_1 + H_2) - Rh_1$$

$$= (13,74 + 13,74) - 3,2 \text{ kg}$$

$$= 24,8 \text{ kg}$$

$$R_{V1} = \frac{14,24 \cdot 60 \text{ mm} + 14,24 \cdot 120 \text{ mm}}{760}$$

$$= \frac{2563,2}{760}$$

$$= 3,3 \text{ kg}$$

$$R_{V2} = (14,24 + 14,24) - 3,3$$

$$= 25,18 \text{ kg}$$

Harga - harga momen lentur horizontal dan vertikal pada pulley I dan pulley II adalah

Momen lentur horizontal

$$M_{h1} = 3,2 \cdot 60 = 192 \text{ kg.mm}$$

$$M_{h2} = 24,28 \cdot 120 = 2913,6 \text{ kg.mm}$$

Momen lentur vertikal

$$M_{V1} = 3,3 \cdot 60 = 198 \text{ kkg.mm}$$

$$M_{V2} = 25,18 \cdot 120 = 3021,6 \text{ kg.mm}$$

Momen lentur gabungan dari momen lentur horizontal dan momen lentur vertikal

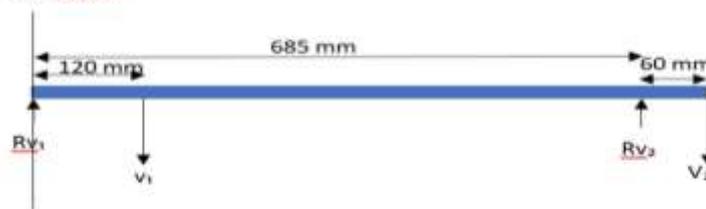
$$Mr_1 = \sqrt{M_{h1}^2 + M_{V1}^2} = \sqrt{192^2 + 198^2}$$

$$= 275 \text{ kg.mm}$$

$$Mr_2 = \sqrt{M_{h2}^2 + M_{V2}^2} = \sqrt{2913,6^2 + 3021,6^2}$$

$$= 4.197 \text{ kg.mm}$$

Gaya vertical poros 1



d. Diameter poros

$$d_s = \left[\frac{5,1}{Tq} \sqrt{(k_m M)^2 + (k_t T)^2} \right]^{1/3}$$

$$= \left[\frac{5,1}{4,1} \sqrt{(4197 \cdot 2)^2 + (1,5 \cdot 275)^2} \right]^{1/3}$$

$$d_s = 21 \text{ mm}$$

e. Tegangan yang diizinkan

$$\tau_a = \sigma B / (S_{F1} x S_{F2})$$

$$= \frac{37}{(6) \times (1,5)}$$

$$= 4,1 \text{ kg/mm}^2$$

f. Tegangan geser

$$\tau = \frac{T}{\left(\pi d_s^3/16\right)} = \frac{5,1T}{d_s^3}$$

$$= \frac{5,1 \times 743,2}{19^3}$$

$$= 0,55 \text{ kg/mm}^2$$

Perhitungan bantalan

Perhitungan bearing

Data- data yang diketahui yaitu

Besar beban radial

$$f_e = \frac{102 \cdot p}{v}$$

$$= \frac{102 \cdot 0,35}{1,5}$$

$$= 23,8 \text{ kgf}$$

23,8 kgf sama dengan 233,39 N

Dimana

f_e = kecepatan v-belt

v = kecepatan V-belt

P = Daya yang dipakai

Beban equivalen pada bearing

$$P = X \times V \times Fr + Y \times Fa$$

$$= 1 \times 1 \times 233,39 + 0 \times 0$$

$$= 233,39 \text{ N}$$

Keterangan :

P = beban equivalen

Fr = beban radial (233,39 N)

Fa = beban aksial (besarnya=0)

V = beban putar (=1)

X = faktor beban radial (besarnya=1)

Y = faktor beban aksial (besarnya=0)

Dengan factor kecepatan

$$f_n = \left[\frac{33,3}{n} \right]^{1/3}$$

$$= \left[\frac{33,3}{115} \right]^{1/3}$$

$$= 0,309$$

Dimana

f_n = factor kecepatan

n = putaran poros

Factor umur



$$f_h = f_n \frac{c}{p}$$

$$= 0,309 \frac{599}{23,8}$$

$$= 7,776$$

f_h = factor umur

f_n = factor kecepatan

c = basic load kgt

p = beban ekuivalen

Untuk umur bantalan

$$L_h = 500 \cdot f_h^3$$

$$= 500 \cdot (7,776^3)$$

$$= 18\,597 \text{ jam}$$

Jika alat bekerja 8 jam setiap hari maka bearing harus diganti setelah 36 bulan pemakaian

Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan

Pada dasarnya inovasi Sepeda sapu sampah dengan sistem sapu berputar ini berfungsi untuk memudahkan dalam membersihkan sampah di jalan, dan diharapkan dengan adanya alat penyapu sampah menggunakan becak tenaga listrik ini dapat menambah efisien dan efektif.

Keseluruhan pembahasan, perancangan, dan perhitungan sepeda sapu sampah dengan sistem sapu berputar telah dituliskan. Dari semua pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah berhasil merancang dan membuat perhitungan konstruksi sepeda sapu sampah,
2. Sepeda sapu sampah dengan sistem sapu berputar ini menggunakan rangka depan bahan besi hollow 3,5mm x 3,5mm dengan ketebalan 1mm,
3. Untuk pegangan sepeda sapu sampah ini menggunakan besi pipa
4. Sepeda sapu sampah dengan sistem sapu berputar ini menggunakan poros dengan ukuran diameter 19 mm dan dengan material Baja ST37,
5. Perhitungan pulley sepeda penyapu sampah menggunakan perbandingan 1 : 4 dengan tipe A dan Panjang v-belt 44 in dan 49 in
6. Putaran output dari poros penggerak adalah 115 rpm sebagai penggerak dan 460 rpm sebagai penggerak sapu

Saran

Saran yang diberikan berdasarkan penelitian dari proyek akhir yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Diharapkan penelitian sepeda sapu sampah dengan sistem sapu berputar ini dapat menjadi acuan untuk pengembangan mesin berikutnya.
2. Diharapkan bisa meningkatkan kualitas pengerjaan mesin, perubahan desain yang lebih efisien untuk segi ukuran, dan kualitas komponen yang lebih baik.
3. Meskipun alat ini sudah dapat membantu meringankan pekerjaan membersihkan sampah di jalan, tetapi perawatan pada alat ini masih harus tetap dilakukan. Seperti memberi pelumasan pada gear yang merubah putaran, bearing, sapu, dan sabuk v-belt.

Daftar Pustaka

- Fadlan Harahap, Muhammad. Muhammad Alfikar Marpaung. Dwi Jaka Pranata. Batu Mahadi Siregar. 2018. *Inovasi Penyapu Sampah Menggunakan Becak Tenaga Listrik di Kota Medan*. Jurnal Fakultas Teknik. Volume 2 No. 2. Universitas Negeri Medan : Medan. Retrived from jurnal.uisu.ac.id. Diakses 07 Maret 2021
- Nur Fauzi, Muhammad. 2018. *Sistem Transmisi Rantai Pada Purwarupa Kursi Roda Lincah UNS*. UNS-F. Teknik Prog. DIII Teknik Mesin-18614027. Universitas Negeri Surakarta : Surakarta. Retrived from library.uns.ac.id. diakses: 23 Maret 2021
- Saputra, Onang. Herman Istiasih, Rahmad Santoso. 2020. *Perancangan Alat Penyapu Jalan Otomatis*. Seminar Nasional Inovasi Teknologi. Universitas Negeri PGRI Kediri : Kediri. Retrived from <http://repository.unpkediri.ac.id>. Diakses 07 Maret 2021
- Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2000. *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Jakarta: Pradnya Paramitha
- Zakarsi, Taqiudin. 2014. *Fisika Dalam Sepeda*. Resume. Program Pasca Sarjana Prodi Pendidikan IPA (Fisika)-0402513122. Universitas Negeri Semarang : Semarang. Retrived from www.academia.edu/pdf-fisika-dalam-sepeda_convert_compress.pdf. Diakses: 05 April 2021
- Ziyad, Muhammad. Aidil Zamri. Zulhendri. 2018. *Rancangan Bangun Kontruksi Rangka dan Bak Penampung Alat Penyapu Jalan*. Jurnal Teknik Mesin. Volume 11 No. 1. Politeknik Negeri Padang : Padang. Entry from Yuliyetri@pnp.ac.id. Retrived from <http://ejournal12.pnp.ac.id/index.php/jatim>. Diakses 07 Maret 2021