

PERANCANGAN SEGWAY

Lukas Kurniawan¹⁾, Joni Dewanto²⁾

Program Otomotif Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri

Jl. Siwalankerto 121 – 131 Surabaya 60236

Telp. (031) – 2983455, Fax. (031) – 8417658

Email: all_catraz@yahoo.com¹⁾, jdewanto@peter.petra.ac.id²⁾

ABSTRAK

Dalam jaman yang modern ini banyak para ahli yang melakukan penemuan alat transportasi. Sehingga muncul gagasan untuk membuat alat transportasi yang mudah dikendalikan yang dapat membantu kegiatan sehari – hari. Makalah ini membahas perancangan segway yang terdiri dari perancangan sistem penggerak, perancangan sistem kemudi, perancangan sistem kelistrikan dan perancangan body segway. Untuk sistem penggerak akan ada motor , roda dan differential. Pada sistem kemudi ada stang setir, stang rem. Pada sistem kelistrikan ada aki, fuse dan potensiometer. Untuk body segway menggunakan plat besi setebal 1,8mm.

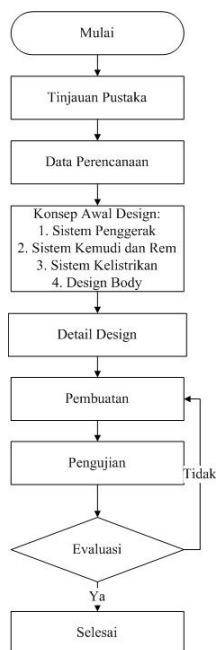
Kata kunci : segway , perancangan

1. Pendahuluan

Dizaman yang modern ini banyak para ahli yang sudah menemukan atau membuat berbagai macam alat transportasi dari yang beroda dua , beroda tiga, sampai beroda dua puluh. Sehingga muncul gagasan untuk membuat alat transportasi yang kecil sehingga dapat digunakan untuk kegiatan sehari – hari.

2. Metode Perancangan

Penelitian dilakukan seperti yang dipaparkan pada Gambar 1.



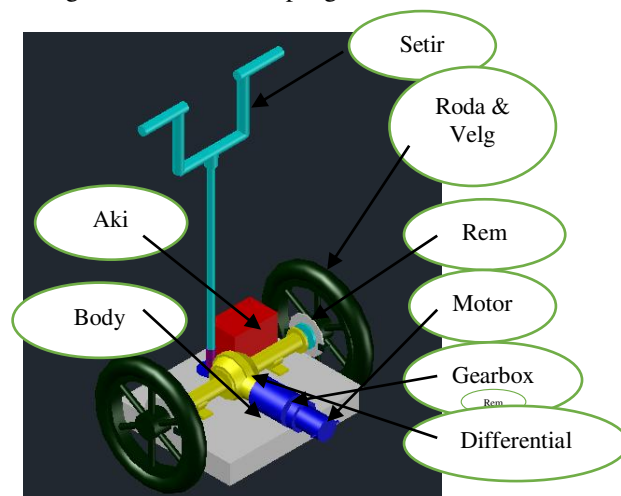
Gambar 1. Diagram Perancangan Tugas Akhir.

3. Pembahasan

3.1 Konsep Design Segway

Pembuatan segway ini adalah bertujuan untuk belajar merancang dan mengetahui secara detail setiap proses yang akan dirancang dimulai dari perancangan sistem

penggerak , body, kemudi, chasis dan kelistrikan. Dalam merancang segway perlu untuk komponen inti dari segway tersebut. Sistem penggerak dari segway ini akan menggunakan dinamo yang berperan untuk mengubah energi listrik menjadi energi gerak yang di teruskan menggunakan gardan / differential, dan sedikit di modifikasi supaya dinamo dan gardan dapat bekerja dengan baik. Pada segway ini sumber energi berasal dari aki yang di letakan di body segway dan juga sebagai pemberat, begitu juga controler segway itu diletakan pada sebelah aki tapi di bagian dalam body jadi aman dari kotoran dan debu dan controler segway. Untuk mengemudikan segway agar segway dapat berbelok maka pada kedua roda segway akan diberi rem, rem disini menggunakan rem sedepa angin yang berbentuk piringan cakram, cara kerjanya mudah jika kita ingin berbelok kiri maka akan diberi pengurangan gaya pada roda kiri dengan cara melakukan pengereman.



Gambar 2. Konsep Design Segway

3.2 Perencanaan Sistem Penggerak

Sistem penggerak segway ini ditunjang oleh beberapa macam part yang mendukung agar segway dapat bergerak dengan normal.

3.2.1 Pemilihan Roda dan Velg

Velg yang digunakan adalah velg sepeda motor yang terbuat dari bahan aluminium, dikarenakan bahan aluminium tersebut lebih ringan dari pada velg yang terbuat dari besi dan disini segway menggunakan velg ukuran diameter 50 cm. Dikarenakan ada hubungan antara pemilihan velg dan motor. Jika menggunakan velg diameter 50 cm maka didapat keliling roda adalah.

$$K = \pi \times d$$

Dimana : K = keliling roda

π = phi

d = diameter roda

Maka keliling rodanya adalah:

$$\begin{aligned} K &= \pi \times d \\ &= 3.14 \times 50 \text{ cm} \\ &= 157 \text{ cm} \end{aligned}$$

3.2.2. Pemilihan Differential

Dalam kasus ini penulis melakukan inovasi dari segway yang sudah ada dimana Segway pada umumnya menggunakan 2 motor untuk menjalankan segway tersebut, tetapi penulis menggunakan 1 motor dibantu dengan differential untuk mendistribusikan daya dari motor tersebut ke 2 rodanya dengan pemilihan menggunakan differential fungsi yang seharusnya untuk berbelok pada segway pada umum nya menggunakan salah satu motor pada setiap roda ini digantikan dengan differential yang gunanya untuk membedakan kecepatan pada tiap – tiap roda agar Segway dapat berbelok sesuai dengan yang kita inginkan. Keuntungan menggunakan differential adalah mudah ditemukan diberbagai tempat salah satunya tempat penjualan part bekas serta harga differential yang terjangkau. Dibalik itu menggunakan differential pasti memiliki kekurangan yaitu bentuk differential yang besar dan berat yang akan menambah beban pada body Segway, Segway pasti lebih kasar tidak sehalus yang menggunakan 2 motor. Jadi, penulis menggunakan differential pada rancangan ini dikarenakan barang mudah ditemukan dan harga yang terjangkau serta memiliki kriteria yang sesuai dengan pemilihan motor. [1]

3.2.3 Menentukan besarnya torsi yang diperlukan segway

Untuk menentukan torsi yang dibutuhkan disini tidak menggunakan hitungan tetapi menggunakan alat bantu yaitu neraca pegas / timbangan gantung dikarenakan segway itu sudah jadi sehingga tidak perlu menggunakan perhitungan sistematis dikarenakan bisa ditentukan secara eksperimen atau pengujian.



Gambar 3. Neraca Pegas

Cara untuk melakukan pengujian sebagai berikut :

1. Siapkan timbangan gantung / neraca pegas.
2. Standart tekanan angin ban 225 kpa.
3. Pengujian pada lantai keramik.

Pertama pastikan ketentuan – ketentuannya di lakukan dengan baik. Untuk melakukan pengujian ini pertama kaitkan neraca pegas pada segway, lalu tarik sehingga segway bergerak dan baca hasil dari neraca pegas tersebut lakukan proses ini minimal 3 kali supaya dapat hasil yang akurat.



Gambar 4. Tempat untuk mengaitkan neraca pegas

Lalu setelah didapatkan posisi langsung dilakukan eksperimen dengan cara menarik neraca pegas ke depan dengan lurus pastikan kriteria beban yang akan diukur sudah siap semua agar dapat hasil yang sesuai. Setelah itu dilakukan proses penarikan untuk mengetahui hasilnya, hasilnya dapat ditentukan dari tarikan pertama Segway ini bergerak.

Dari data diatas terdapat tiga kali percobaan maka akan diambil rata – rata dari percobaan tersebut. Maka ,

$$\frac{5 \text{ kg} + 5,2 \text{ kg} + 5,5 \text{ kg}}{3} = 5,2 \text{ kg}$$

Nilai rata – rata yang diperoleh kemudia di konversikan ke perhitungan Newton , 5,2 kg x 9,8 N = 50,96 N, lalu untuk menentukan torsi maka perlu mengetahui lengan torsi , lengan torsi ditentukan dari jari – jari roda tersebut karena Segway masih 1 poros dengan roda tersebut, maka jari – jari roda adalah 25 cm = 0,25 m.

$$\tau = l \times F$$

Dimana :

$$\begin{aligned} \tau &= \text{Torsi (Nm)} \\ l &= \text{lengan torsi (m)} \\ F &= \text{gaya tarik (N)} \\ \tau &= 0,25 \text{ m} \times 50,96 \text{ N} \\ &= 12,74 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Maka torsi yang dibutuhkan Segway adalah 12,74 Nm.

3.2.4 Menentukan Motor

Motor listrik seringkali dijumpai dalam kehidupan sehari – hari dalam berbagai aplikasinya. Dalam pemilihan motor ini memiliki beberapa pengaruh

terhadap segway. [2]

Diketahui kecepatan yang diinginkan 10km/h = 16666 cm/menit, keliling roda 157 cm.

$$= \frac{16666}{157} = 106 \text{ rpm}$$

Maka putaran motor yang dipilih ada 106 rpm, karena tidak ada putaran motor 106 maka penulis menentukan putarannya yang digunakan adalah 140 rpm.

Jika diketahui putaran yang dibutuhkan maka bisa menentukan daya yang diperlukan adalah :

$$D = \tau \times \omega$$

Dimana : $D = \text{Daya (W)}$

$$\tau = \text{Torsi (Nm)}$$

$$\omega = \text{putaran motor (rpm)}$$

$$D = 12,74 \text{ Nm} \times 140 \text{ rpm}$$

Maka 140 rpm harus dikonversi dahulu ke rad/s karena satuan dari daya adalah J/s

$$\text{Diperoleh : } \frac{140}{60} 2\pi \text{ rad/s}$$

$$: 14,65 \text{ rad/s}$$

$$D = 12,74 \text{ Nm} \times 14,65 \text{ rad/s} \\ = 186 \text{ W}$$

Maka daya efektif yang dibutuhkan Segway sebesar 186 W.

Jadi daya yang dibutuhkan Segway harus lebih besar dari daya efektif karena daya efektif itu hanya daya yang bekerja pada roda Segway.

3.2.5 Pemilihan gearbox

Diketahui daya motor yang digunakan (D) = 200 W, putaran motor 2100 rpm = 219,8 rad/s, maka torsi motor tersebut adalah 0,909 Nm. Maka dengan hasil itu segway tidak dapat beroperasi dengan normal dikarenakan membutuhkan torsi sebesar 12,74Nm maka perlu penambahan gearbox agar T/torsi motor itu bertambah dengan mengorbankan putaran motor. Maka gearbox yang dibutuhkan harus memiliki perbandingan 5 : 1 sesuai dengan ketersediaan di lapangan, karena dari gearbox masih diteruskan menggunakan *differential* yang memiliki perbandingan 3 : 1, jadi putaran akhirnya adalah 140 rpm = 14,65 rad/s.

$$200 \text{ W} = \tau \times 14,65 \text{ rad/s} \\ = 13,65 \text{ Nm}$$

3.3. Perencanaan Sistem Kemudi dan Rem

Sistem rem pada kendaraan ini dipasang pada ke 2 buah rodanya yang bertujuan untuk mengurangi kecepatan dan juga bertujuan untuk berbelok kendaraan ini. Rem disini menggunakan rem disc brake milik sepeda MTB karena disc brake ini memiliki ukuran yang pas, praktis dan ringan diaplikasikan pada roda Segway, selain itu penggunaan rem discbrake ini memiliki daya pengereman yang kuat. Pemasangan sistem rem ini sedikit melakukan modifikasi kedudukan caliper rem karena jenis dudukan ini tidak dijual dipasaran sehingga perlu melakukan pembuatan secara custom sesuai dengan keinginan ini akan diletakan dimana akhirnya kedudukan caliper tersebut diletakan di *body* Segway lalu diberi mur dan baut agar dudukan rem itu dapat terpasang sempurna dan tidak mudah lepas.

Untuk kemudi Segway menggunakan stang sepeda BMX yang digunakan untuk tempat pemasangan stang rem dan

pegangan pengguna Segway.



Gambar 5. Sistem rem segway

Stang kemudi disini berfungsi sebagai tempat pegangan tangan dan tempat stang rem diletakan bukan untuk mengemudikan segway karena untuk berbelok segway hanya menggunakan sistem rem yang ada pada segway.

Untuk menentukan gaya dorong pada segway kita harus menentukan percepatan, menentukan percepatan dapat kita gunakan rumusan ,

$$V_{max} = a \cdot t$$

Dimana : V_{max} = kecepatan maximum (km/h)

a = percepatan (m/s²)

t = waktu (s)

Jika kecepatan maximum segway ini adalah 10 km/h = 2,7 m/s dan jika waktu pengereman yang direncanakan sebesar 3 detik.

$$V_{max} = a \cdot t$$

$$\frac{2,7 \text{ m/s}}{3 \text{ s}}$$

$$a = \frac{2,7 \text{ m/s}}{3 \text{ s}}$$

$$a = 0,9 \text{ m/s}^2$$

Jadi percepatannya adalah 0,9 m/s²

Lalu setelah mendapatkan percepatan sekarang menentukan F dengan rumusan,

$$F = \frac{m \cdot a \cdot b}{l}$$

Dimana: F = gaya (N)

m = masa (kg)

a = percepatan (m/s²)

b = letak titik berat orang (m)

l = tinggi kemudi (m)

Jika massa yang ditentukan 75 kg, percepatan 0,9 m/s², dan letak titik berat orang di asumsikan setengah dari tinggi orang laki yaitu 180 cm = 90 cm, dan tinggi lengan kemudi Segway yaitu 90 cm.

$$F = \frac{75 \text{ kg} \cdot 0,9 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,9 \text{ m}}{0,9 \text{ m}}$$

$$F = 67,5 \text{ N}$$



Gambar 6. Stang kemudi segway

3.4 Perencanaan Sistem Kelistrikan

Dalam perancangan sistem kelistrikan ini penulis menggunakan sebuah potensiometer untuk mengendalikan kecepatan putaran dinamo tersebut, jadi kecepatan Segway ini bisa diatur sesuai dengan keinginan pengemudi, lalu untuk menunjang dayanya disini penulis menggunakan 1 buah accu mobil berukuran 12V dengan kapasitas daya 32 Ah, supaya ketahanan suplay daya nya cukup besar untuk menjalankan Segway tersebut.

3.4.1 Pemilihan Aki

Pemilihan accu disini bertujuan untuk memberi tenaga listrik kepada driver motor lalu dari driver motor diteruskan ke motor DC, sehingga motor itu dapat bergerak, disini penulis menggunakan accu mobil dengan tegangan 12 V, 32A yang cukup untuk menjalankan Segway.

Dengan spesifikasi aki tersebut maka didapat hitungan :

$$P = V \times I$$

Dimana :

P : Daya (W)

V : Tegangan (V)

I : Kuat Arus (A)

Maka di peroleh $P = V \times I$

$$P = 12 \text{ V} \times 32 \text{ Ah}$$

$$P = 384 \text{ Whr}$$

Jika daya motor tersebut 200 W maka daya tahan aki tersebut:

$$= 384 \text{ Whr} : 200 \text{ W}$$

$$= 1,9 \text{ hr} = 115 \text{ menit}$$

3.4.2 Potensiometer

Potensiometer adalah resistor tiga terminal dengan sambungan geser yang membentuk pembagi tegangan dapat disetel.[3]



Gambar 6. Driver segway

3.4.3 Fuse

Dalam rancangan ini Segway ini dilengkapi dengan pengaman, yaitu Fuse yang bertujuan sebagai pengaman dalam suatu rangkaian listrik apabila terjadi kelebihan muatan listrik atau suatu hubungan arus pendek. Untuk menentukan seberapa besar Fuse yang dibutuhkan dapat menggunakan rumusan $P = V \times I$

Dimana :

P : Daya (W)

V : Tegangan (V)

I : Kuat Arus (A)

Maka di peroleh $P = V \times I$

$$200 \text{ W} = 12 \text{ V} \times I$$

$$I = 16 \text{ A}$$

Jadi fuse yang dibutuhkan sebesar 16 A.

Perhitungan diatas merupakan batas standart tetapi jika digunakan full power maka fuse tidak akan kuat maka fuse yang di pilih harus lebih besar dari fuse perhitungan sehingga fuse yang digunakan sebesar 20A.

3.5 Pemilihan Body

Pemilihan bodi disini berguna sebagai cover dan juga sebagai tempat pijakan untuk orang berdiri dan mengemudikan segway sekaligus juga sebagai tempat komponen – komponen penunjang segway tersebut. Dan rangka Segway ini terbentuk dari plat besi lalu di lakukan proses penekukan sebagai pondasi segway. Body segway ini terbuat dari plat besi yang berukuran tebal 1.8mm yang sudah cukup kuat untuk menahan beban sebesar 75 kg tanpa perlu diberi penyangga dibawahnya.

4. Pengujian

4.1 Pengujian kecepatan segway

Pengujian kecepatan segway dilakukan dengan cara eksperimen jika kecepatan yang diinginkan adalah 10km/h maka dapat disederhanakan menjadi 2,7 m/s.



Gambar 7. Contoh lintasan uji segway

Lintasan uji disini menggunakan bantuan ubin berukuran panjang 30 cm, jika membutuhkan panjang 2,7 m, jadi membutuhkan 9 balok ubin. Setelah itu posisikan Segway pada posisi start pada garis hitam atas menuju garis hitam bawah. Dari hasil pengujian tersebut segway membutuhkan waktu 8 detik untuk menempuh jarak 2,7m. Dikarenakan ada salah pemilihan gearbox sehingga kecepatan tidak bisa mencapai 10km/h dan

hanya mampu 1,5km/h.

4.2 Pengujian kekuatan body segway

Pengujian body segway ini dengan cara memberi beban kepada body.



Gambar 8. Pemberian beban

Pemberian beban pada gambar tersebut adalah untuk mengetahui kemampuan *body* untuk menahan beban penumpang, pada gambar diatas itu diberikan beban sebesar 130 kg dan *body* segway tetap kuat menahan. Ternyata *body* segway ini mampu menahan beban lebih dari yang diperkirakan yaitu 75kg.

4.3 Pengujian batang setir

Pengujian setang kemudi segway menggunakan eksperimen dengan menggunakan alat bantu neraca pegas untuk menentukan gaya dorong yang terjadi pada batang setir segway.



Gambar 9. Menguji kekuatan batang setir

Pengujian setang kemudi diberikan gaya tarik sebesar 7,5 kg dan setang kemudi tetap kuat tidak ada perubahan.

4.1 Pengujian Daya Tahan Aki

Untuk mengetahui daya tahan aki bisa menggunakan eksperimen dengan bantuan tank ampere dengan cara memasang tank ampere pada kabel output dari motor tersebut, setelah itu akan muncul di layar seberapa kuat arus yang bekerja. Pada pengujian ini potensio harus dibuka maximum agar hasil yang didapat akurat. Pada gambar dilayar tank ampere didapat angka 7.0 A, maka dengan kuat arus di aki 35A, maka daya tahan aki

mampu selama 5 jam, tetapi dikarenakan aki yang kurang prima maka daya tahan aki kuat hanya 57 menit untuk tenaga maximum, dan setelah itu kuat arus dari aki menurun.



Gambar 10. Pengujian arus pada motor

4.4 Pengujian rem dan belok segway

Pengujian ini ditujukan untuk mengetahui kemampuan rem untuk melakukan manuver belok. Cara melakukan pengujian dengan alat bantu spidol yang dipasang pada *body* depan segway.



Gambar 11. Menguji belok segway dengan spidol

Untuk pengujian manuver belok dilakukan dengan cara mengerem salah satu roda dari segway agar berbelok ke arah yang diinginkan.



Gambar 12. Pengujian rem pada 1 roda.

Jika dilihat dari gambar 12 segway dapat berputar

360 derajat dan dari hasil spidol dapat menggambar garis membentuk sebuah lingkaran.

5. Kesimpulan

1. Kecepatan Segway yang didapat adalah 1,5 km/h dikarenakan daya dari motor yang diperlukan kurang yang seharusnya membutuhkan daya sebesar 4305W agar bisa berjalan 10km/h yang didapat dari perhitungan $P = F \cdot V$

Dimana :
P = daya (W)
F = gaya (N)
V = kecepatan (m/s)

Jika diketahui: F total 75kg + 80 kg =
 $155 \times 10 = 1550N$

$$\begin{aligned}V &= 10 \text{ km/h} = 2,7 \text{ m/s} \\P &= F \times V \\&= 1550 \text{ N} \times 2,7 \text{ m/s} \\&= 4305 \text{ W}\end{aligned}$$

2. *Body* mampu menahan sampai beban 130 kg.
3. Aki mampu bertahan sampai 57 menit.
4. Segway dapat berputar 360° dari titik poros roda.

6. Daftar Pustaka

- [1]<http://boss-otomotif.blogspot.com/2013/12/pengertian-dan-fungsi-gardan.html#.VMhievmsxmw>
- [2]<http://electrical-icezz.blogspot.com/2013/04/motor-dc.html>
- [3]<https://fahmizaleeits.wordpress.com/tag/driver-motor-dc/>