

Perencanaan *Design Engine* pada Mobil Minimalis Roda Tiga

Rezky Fardhan Fahrezy^{1*}, George Endri Kusuma², Tri Andi Setiawan³

Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia.^{1,3}

Program Studi Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111, Indonesia.²
E-mail : rezkyfahrezy11@gmail.com^{1*}

Abstract – In every era development from time after time also followed with requirement development of transportation in society. Generally there are 2 kinds of land transportations that human mostly have, they are 2 wheel and 4 wheel transportations. While for complete the deficiency from that 2 kinds of transportation, then three wheel car concept created. Three wheel car have minimalist concept that mean comfortable and simple. With using tilting trike system which it make sure the easy acces for any situation on the road which its need suitable engine spesification to support that concept. Because of that, this research is made to plan design engine that suitable with that concept by using torque and power manual calculation method, which it later tested by dynotest to look for the result of engine performances on three wheel car. From torque and power calculation, its show minimum torque requirements at 6500 rpm is 13,63 Nm and power requirements at 8500 rpm is 12,15 Hp. Then the result obtained Yamaha Scorpio Z 2007 engine that applied on three wheel car which is tested by Dynotest and show the result maximum torque at 5318 rpm is 22,90 Nm and maximum power at 8500 rpm is 20,7 Hp.

Keywords : design engine, Dynotest, power, Three wheel car, torque

1. PENDAHULUAN

Setiap perkembangan era dari waktu ke waktu diikuti juga dengan perkembangan kebutuhan di masyarakat. Salah satu kebutuhan masyarakat di era sekarang ini adalah transportasi. Di Indonesia transportasi yang cukup menjadi salah satu perhatian bagi masyarakat adalah kendaraan roda 4 atau mobil. Mobil minimalis roda tiga memiliki konsep mobil yang diperuntukkan untuk akses dalam berkendara yang cukup mudah seperti kendaraan roda 2 dan memiliki kenyamanan saat berkendara seperti kendaraan roda 4. Sedangkan untuk berjalannya mobil tersebut jelas dibutuhkan konsep Design Engine yang tepat. Design Engine sendiri mencakup perencanaan mesin untuk kebutuhan mobil minimalis roda tiga tersebut. Dimulai dari perhitungan torsi dan daya yang dibutuhkan untuk menggerakkan mobil tersebut dengan mempertimbangkan beberapa faktor seperti berat dari mobil, yang dibutuhkan guna memudahkan dalam pemilihan tipe mesin dan Transmisi yang tepat berdasarkan besarnya perhitungan daya dan torsi yang telah dikalkulasi. Harapannya didapatkan mesin yang sesuai pengaplikasiannya pada mobil minimalis roda tiga yang diuji melalui dynotest.

2. METODOLOGI

Pada penelitian ini diperlukan perhitungan daya dan torsi untuk mengetahui pemilihan kebutuhan mesin yang sesuai konsep mobil minimalis roda tiga yang diasumsikan mampu melaju hingga 72

Km/h. Sebelum itu perlu dicari besarnya hambatan yang terjadi seperti tahanan gelinding, tahanan angin dan tahanan tanjakan.

2.1 Tahanan gelinding

Akibat adanya *Rolling Resistance* maka ban kendaraan mengalami hambatan atau tahanan. Tahanan ini disebabkan saat ban mengalami fase maju atau mundur. Besarnya tahanan yang dialami tergantung pada berat kendaraan antara gesekan ban dan permukaan jalan yang didapat dari rumus berikut :

$$Fr = c \times W \text{ (N)}$$

Dimana :

Fr : Besar tahanan gelinding (N)
W : $m \times a_g$ (N)
m : Berat total (Kg)
 a_g : Percepatan gravitasi (9,81 m/s²)
c : Koefisien tahanan gelinding

2.2 Tahanan angin

Tahanan angin terjadi saat kendaraan bergerak bergantung dengan kecepatan angin, kecepatan kendaraan, luas permukaan, dan koefisien dari bentuk kendaraan tersebut.

$$Fa = \rho / 2 \times Cd \cdot A \cdot V^2 \text{ (N)}$$

Dimana :

Ra : Besar tahanan udara atau air resistance (N)
 ρ : Massa jenis udara (1,2 Kg/m³)
Ca : Koefisien tahanan angin pada mobil biasa
A : Luas penampang kendaraan (m²)
V : Kecepatan kendaraan (m/s)

2.3 Mencari daya yang dibutuhkan

Untuk mencari besarnya daya minimum yang dibutuhkan sebuah kendaraan harus diketahui dulu besar total hambatan yang terjadi dengan rumus :

$$F_t = F_r + F_a (N)$$

Dimana :

- F_t : Total hambatan (N)
- F_r : Tahanan gelinding (N)
- F_a : Tahanan angin (N)

dapat diketahui dengan rumus :

$$P = F_t \times V / \eta \text{ (Watt)}$$

Dimana :

- P : Daya yang dibutuhkan (Watt)
- F_t : Tahanan total (N)
- V : Kecepatan maksimal (m/s)
- η : Koefisien Low gear (0,85) jika High gear (0,90)

2.4 Mencari torsi yang dibutuhkan

Untuk mengetahui kebutuhan atau minimum besarnya torsi yang dibutuhkan suatu kendaraan dapat diketahui dengan rumus :

$$T = P / (2 \times \pi \times nrps) \text{ (Nm)}$$

$$= 0,159 P / nrps = P / (2 \times \pi \times (nrpm/60))$$

$$= 9,55 P / nrpm$$

Dimana :

- T : Torsi (Nm)
- P : Daya (Watt)
- nrps : Engine speed (rps, rev/sec)
- nrpm : Engine speed (rpm, rev/min)

2.5 Kemampuan saat tanjakan

Beberapa kendaraan akan berat atau susah menanjak karena kemampuan mesinnya sendiri tidak mendukung atau karena beban yang overload ataupun karena derajat ketinggian tanjakan yang ekstrem dapat dicari dengan rumus :

$$F_g = W h / i$$

$$= W \sin \alpha$$

$$= m a g \sin \alpha$$

Dimana :

- F_g : Gradient resistance (N)
- W : m x ag (N)
- α : Sudut tanjakan (°)
- h : tinggi tanjakan (m)
- i : jarak tanjakan (m)

2.6 Mencari gaya traksi

Tractive Force, merupakan gaya yang mampu dilakukan untuk mengangkat beban dengan nilai tertentu dapat diketahui dengan rumus :

$$F_{tr} = \mu t \times W$$

$$= \mu t \times m \times a g$$

Dimana :

- F_{tr}: Gaya traksi (N)
- μt : Koefisien traksi
- W : m x ag (N)
- m : Massa benda (N)
- ag : percepatan gravitasi (9,81 m/s²)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengumpulan data terkait perencanaan Design Engine diperoleh :

- Berat total mobil roda tiga = 400 Kg, dengan rincian :

Berat rangka = 50 Kg (penelitian terdahulu).

Berat body = 100 Kg (penelitian terdahulu).

Berat mesin = 40 Kg

Berat penumpang = 210 Kg

-Jarak pembebanan ke pusat rotasi = 0,425

3.1 Tahanan gelinding

$$F_r = c \times W (N)$$

$$= 0,01 \text{ (untuk jalan aspal)} \times 400 \times 9,81$$

$$= 39,24 \text{ N}$$

3.2 Tahanan angin

$$F_a = \rho / 2 \times C_d \cdot A \cdot V^2 (N)$$

$$= 1,2/2 \times 0,29 \times 5,1 \times 20^2 = 354,96 \text{ N}$$

3.3 Mencari daya yang dibutuhkan

$$F_t = F_r + F_a$$

$$= 39,24 + 354,96 = 394,2 \text{ N}$$

$$P = F_t \times V / \eta \text{ (Watt)}$$

$$= 394,2 \times 20 / 0,85 = 9275,29$$

$$\text{Watt} = 12,15 \text{ Hp}$$

3.4 Mencari torsi yang dibutuhkan

$$T = 9,55 P / nrpm$$

$$= 9,55 (9275,29) / 6500 = 13,63 \text{ Nm}$$

Jadi dapat disimpulkan bahwa torsi minimum yang dibutuhkan mobil minimalis roda tiga pada 6500 rpm adalah 13,63 Nm.

3.5 Pemilihan mesin

Tabel 1: Sampel pemilihan mesin

Spesifikasi	Kawasaki Pulsar DTS-i 180 (180 cc)	Honda Tiger 2013 (200 cc)	Yamaha Scorpio Z 2007 (225 cc)
Daya maksimal	16,8 Hp pada 8500 Rpm	15,7 Hp pada 8500 Rpm	18,74 Hp pada 8000 Rpm
Torsi maksimal	14,22 Nm pada 6500 Rpm	16,42 Nm pada 7000 Rpm	18,25 Nm pada 6500 Rpm
Bore x Stroke	63,5 x 56,4 (mm)	63,5 x 62,2 (mm)	70 x 58 (mm)
Harga mesin di pasaran	Rp 3.000.000	Rp 4.550.000	Rp 3.600.000

Tabel 2: Kriteria seleksi pemilihan mesin

Kriteria seleksi	Bobot (%)	Konsep mesin					
		Kawasaki Pulsar DTS-i 180		Honda Tiger 2013		Scorpio Z 2007	
		Rate	Skor bobot	Rate	Skor bobot	Rate	Skor bobot
Kesesuaian kebutuhan Torsi	20 %	1	0,2	2	0,4	3	0,6
Kesesuaian kebutuhan daya	20 %	2	0,4	1	0,15	3	0,6
Sistem konfigurasi silinder	5 %	3	0,15	3	0,15	3	0,15
Teknologi kepala silinder	5 %	3	0,15	3	0,15	3	0,15
Sistem pengolahan bahan bakar	5 %	3	0,15	3	0,15	3	0,15
Jumlah silinder	5 %	3	0,2	3	0,2	3	0,15
Siklus motor	5 %	3	0,2	3	0,2	3	0,15
Kemudahan pencarian Sparepart	15 %	2	0,3	3	0,45	3	0,45
Segi Ekonomis	10 %	3	0,3	3	0,2	3	0,3
Kemudahan dalam perawatan	10 %	2	0,2	3	0,3	3	0,3
Nilai Absolut dan Relatif		2,25 (30,2 %)		2,35 (31,5%)		2,85 (38,25%)	

Dapat disimpulkan dari tabel penilaian di atas didapatkan nilai absolut dan relatif tertinggi adalah konsep Yamaha Scorpio Z tahun 2007 yang memiliki nilai absolut 2,85 dan nilai relatif 38,25 % tertinggi diantara kedua konsep lainnya.

3.6 Kemampuan saat tanjakan

Mencari Gradient resistance

$$\begin{aligned}
 F_g &= W h/i = W \sin \alpha \\
 &= m a g \sin \alpha \\
 &= 400 \times 9,81 \times \sin(15^\circ) \\
 &= 1015,606 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Mecari Gaya traksi

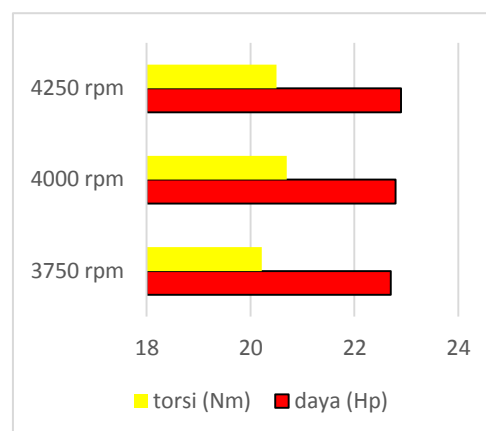
$$\begin{aligned}
 F_{tr} &= \mu t \times W(N) \\
 &= \mu t \times m \times a g \\
 &= 0,9 \times 400 \times 9,81 = 1177,2 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tractive force} &> \text{Gradient resistance} \\
 1177,2 &> 1015,6076
 \end{aligned}$$

Sehingga dapat disimpulkan bahwa gaya traksi atau gaya angkat bebannya lebih besar daripada hambatan tanjakan pada 15 derajat dengan jarak

9,5 meter dan tinggi 2,5 meter, yang berarti bahwa mobil minimalis roda tiga mampu melewati tanjakan 15°.

3.7 Hasil uji data (dynotest)



Gambar 1. Grafik torsi dan daya maksimum hasil uji dynotest

4. KESIMPULAN

1. Dari perhitungan torsi dan daya didapat besar torsi yang dibutuhkan pada 6500 rpm sebesar 13,63 Nm dan besar daya pada 8500 rpm sebesar 12,15 Hp.
2. Untuk kebutuhan mesin mobil minimalis roda tiga didapat mesin Yamaha Scorpio Z 2007 dengan Spesifikasi torsi maksimum pada 6500 rpm sebesar 18,2 Nm dan daya maksimum pada 8500 rpm sebesar 18,7 Hp. Dari perhitungan dan pemilihan konsep dan efisiensi didapat sistem transmisi manual dengan 5 percepatan.
3. Dari data dynotest dapat dilihat torsi maksimal mobil minimalis roda tiga pada 5318 rpm sebesar 22,90 Nm dan daya maksimum pada 7019 rpm sebesar 20,7 Hp. Sehingga dapat disimpulkan jika mesin yang digunakan pada spesifikasinya torsi maksimum 18,25 @6500 rpm dan saat diaplikasikan ke mobil minimalis roda tiga dan dilakukan dynotest mampu mencapai torsi maksimum 22,90 @5318 rpm dan begitu juga daya maksimum pada spesifikasi mesin 18,7 Hp @ 8500 rpm setelah diaplikasikan dan dilakukan dynotest mampu mencapai 20,7 @7019 rpm.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arif, M.K. (2017). *Perancangan Kerangka Chasis Mobil Minimalis Roda Tiga. Tugas Akhir Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya.*

- [2] Darmawansyah (2015). *Pengaruh Pembebanan Mesin terhadap Torsi dan Daya yang dihasilkan Mesin Matari MGX200/SL*. **Tugas Akhir Universitas Muhammadiyah Pontianak**, Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah, Pontianak.
- [3] Hawadi, L.F. (2013). **Komponen Utama Mesin Bensin**. Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia dini Nonformal dan Informal Direktorat Khusus Pembinaan dan Pelatihan, Jakarta.
- [4] Rahman F. R., Wikarta A dan Sutantra I. N. (2018). *Perancangan dan Analisis Karakteristik Traksi pada Mobil Pedesaan Serbaguna WAPRODES*. **Jurnal Teknik ITS**, Vol 7, No 1 2337-3539, Departemen Teknik Mesin, Fakultas Industri Institut Teknologi Sepuluh November.
- [5] Prayoga, B. D., Purnomo, H., & Bisono, F. (2018, January). Perancangan Dan Analisis Sistem Pengereman Hydraulic Pada Mobil Minimalis Roda Tiga. In Conference on Design and Manufacture and Its Application (Vol. 1, No. 1, pp. 094-104).
- [6] Sutiman dan Solikin A. (2005). **Mesin Sepeda Motor**. Insania, Yogyakarta