

TROUBLESHOOTING DAN PERANCANGAN ULANG DIFFERENTIAL GEAR WHEEL LOADER XGMA XG955H

Fadel Ahmad Baihaqi, Ir. Agus Haryanto, M.T.

**Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah
Surakarta**

Abstrak

Wheel loader adalah suatu alat berat beroda karet (ban) yang dapat digunakan untuk memuat material ke dalam dump truck atau bisa juga digunakan untuk memindahkan material ke suatu tempat ke tempat yang lain. Differential adalah suatu komponen untuk meneruskan tenaga putar dari transmisi melalui propeller shaft yang selanjutnya akan membuat penyaluran tenaga lebih halus dari final gear ke roda kiri dan kanan pada kondisi apapun. Crown wheel berfungsi untuk mentransmisikan gaya sehingga bisa dihantarkan ke roda dari mesin. Analisa ini bertujuan mengetahui jenis kerusakan crown wheel. Mengetahui langkah perawatan dan perbaikan pada crown wheel loader XGMA 935H. Pemeriksaan dilakukan secara visual pada differential. Hasil analisa kerusakan pada crown wheel dikarenakan berkurangnya roda gigi crown wheel. Langkah perbaikan yang dilakukan dengan mengganti komponen yang rusak dan membersihkan semua komponen dari kotoran. Tindakan pencegahan dengan menjalankan daily check dan preventive maintenance sesuai prosedur.

Kata Kunci: *Wheel Loader, differential, crown wheel.*

Abstract

Wheel loader is a heavy equipment with rubber wheels (tires) that can be used to load material into a dump truck or can also be used to move material from one place to another. Differential is a component to forward the rotating power of the transmission through the propeller shaft which will then make the power distribution smoother from the final gear to the left and right wheels under any conditions. Crown wheel functions to transmit force so that it can be delivered to the wheels of the engine. This analysis aims to determine the type of crown wheel damage. Knowing the maintenance and repair steps on the crown wheel loader XGMA 935H. The inspection is done visually on the differential. The results of the analysis of damage to the crown wheel due to reduced crown wheel gears. Repair steps taken by replacing damaged components and cleaning all components from dirt. Preventive measures by carrying out daily checks and preventive maintenance according to procedures.

Keywords: *Wheel Loader, differential, crown wheel.*

1. PENDAHULUAN

Wheel Loader merupakan *tractor* dengan roda karet yang dilengkapi dengan sebuah perlengkapan kerja, yaitu *bucket* yang berfungsi untuk menggali, membawa dan memuat. *Wheel Loader* sangat efisien untuk bekerja di daerah kering, rata dan kokoh juga memiliki *bucket* yang cukup besar dibandingkan dengan *hydraulic excavator*, sehingga *wheel loader* dapat bekerja

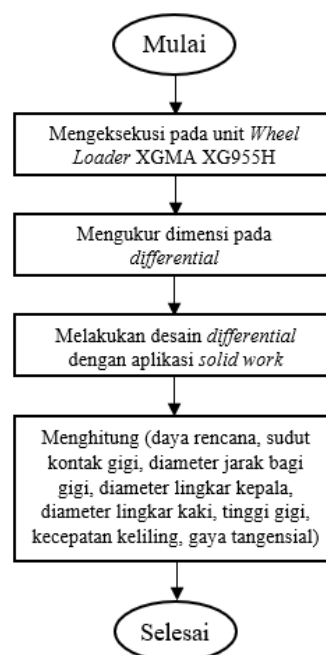
dengan produktivitas lebih tinggi. Penggunaan *wheel loader* secara terus menerus yang digunakan pada jangka panjang maka di perlukan suatu *assembly*.

Alat Berat adalah mesin yang berukuran besar dan didesain untuk melakukan pengerjaan kontruksi seperti pada proyek – proyek besar, pertambangan, dan lain sebagainya. Dengan adanya alat berat dapat mempercepat, mempermudah serta meringankan pekerjaan. Salah satunya adalah *wheel loader*. *Wheel loader* adalah jenis *tractor* yang dilengkapi dengan roda karet dan *bucket* untuk menggali (*digging*), membawa (*carrying*), dan memuat (*loading*) material pada proyek tertentu. Dalam industri, *Wheel loader* dapat bekerja dengan kemampuan yang lebih besar dan sangat efisien digunakan pada sektor – sektor seperti pertambangan dan pembangunan infrastruktur kota.

Pengunci *differential* (*differential lock*), merupakan sistem pengunci *axle shaft* pada rumah *differential* yang membuat roda kiri dan kanan berputar dengan putaran yang sama. Sistem pengunci *differential* sangat penting digunakan bila salah satu roda belakang selip. Adapun kerusakan yang sering terjadi pada *differential* yaitu kerusakan pada pinion gear. Berdasarkan hal itu, penulis ingin menganalisa kerusakan dan perbaikan pada sistem *differential gear wheel loader*. Untuk itu penulis mengambil judul **“Perancangan Ulang Differential Gear Wheel Loader XGMA XG955H”**.

2. METODE

Adapun beberapa langkah pada proses mendesain pada *differential* ditunjukkan seperti pada gambar 1



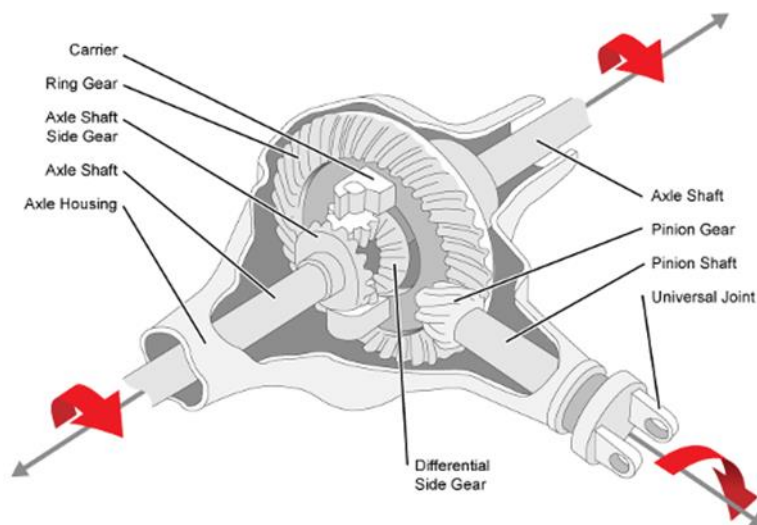
Gambar 1 *Flowchart* Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Perhitungan Pada Differential Gear sebagai berikut :

3.1 Tinjauan Teori *Conventional Differential Gear*

Bagian-bagian utama *conventional differential gear* diberikan dan dijelaskan dalam gambar. Saat kendaraan bergerak lurus *differential* akan membuat roda kiri dan roda kanan mempunyai kecepatan yang sama, tetapi pada saat unit berkeleok atau jalan yang rusak maka roda pada sisi luar atau dimana hambatan kecil akan berputar lebih cepat. Bagian utama *conventional differential gear* dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2 *Conventional Differential Gear*

(Sumber : <https://www.themachinedesign.com/differential-gear/>)

3.2 Spesifikasi *Wheel Loader XGMA XG955H*

Berdasarkan hasil *survey* diperoleh data sebagai berikut :

- Daya mesin = 8,5 kW
- Putaran maksimum = 2200 rpm
- Input = 2200 rpm
- Output = 1450 rpm
- Putaran poros penggerak $n = 1450$ rpm
- Jarak sumbu poros $a = 200$ mm
- Perbandingan gigi $i_1 = 0,366$
 $i_2 = 0,347$
- Perbandingan reduksi $i = 2$

- Sudut tekanan gigi $\alpha = 20^0$
- Jumlah gigi $Z_1 = 22$
 $Z_2 = 86$
- Modul $= 3$
- Diameter jarak bagi gigi $d_{o1} = 66 \text{ mm}$
 $d_{o2} = 258 \text{ mm}$
- Bahan yang digunakan $= \text{Baja Karbon (S45 C)}$

3.3 Perencanaan Roda Gigi

1. Differential Wheel Loader XGMA XG955H

$$Pd = f_c \times P \dots\dots\dots (4.1)$$

dimana: $f_c =$ Faktor koreksi

Diasumsikan $f_c = 1,4$

Diketahui : $P = 8,5 \text{ kW}$

Maka,

$$Pd = 1,4 \times 8,5$$

$$= 11,9 \text{ kW}$$

(4.1) Sularso, Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin, hal.238

2. Diameter jarak bagi gigi (d_0)

$$d_o = m \times Z \dots\dots\dots (4.2)$$

$$d_{o1} = 3 \times 22 = 66 \text{ mm}$$

$$d_{o2} = 3 \times 86 = 258 \text{ mm}$$

3. Diameter lingkaran kepala (d_k)

$$d_k = (d_o + 2) \times m \dots\dots\dots (4.3)$$

$$d_{k1} = (66 + 2) \times 3 = 204 \text{ mm}$$

$$d_{k2} = (258 + 2) \times 3 = 774 \text{ mm}$$

4. Diameter lingkaran kaki (d-f)

$$df = Z \times m \times \cos \alpha \dots\dots\dots (4.4)$$

$$df1 = 66 \times 3 \times \cos 200 = 186 \text{ mm}$$

$$df2 = 258 \times 3 \times \cos 200 = 727 \text{ mm}$$

5. Tinggi Gigi (h)

$$h = (2 \times m) + ck \dots\dots\dots(4.5)$$

dimana :

$$ck = 0,25 \times m$$

$$= 0,25 \times 3$$

$$= 0,75$$

$$h = (2 \times 3) + ck$$

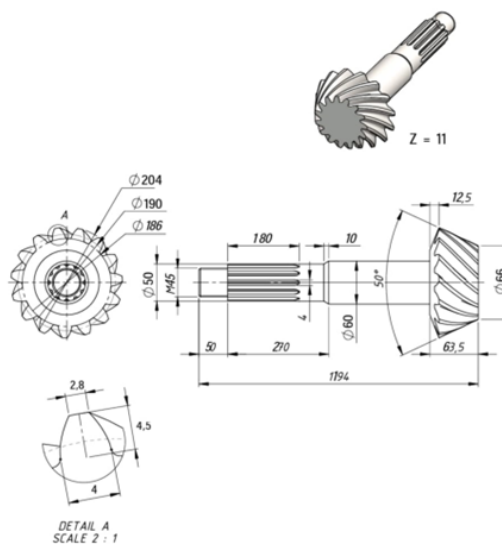
$$= (2 \times 3) + 0,75 = 4,5 \text{ mm}$$

(4.2) Sularso, Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin. Hal.220

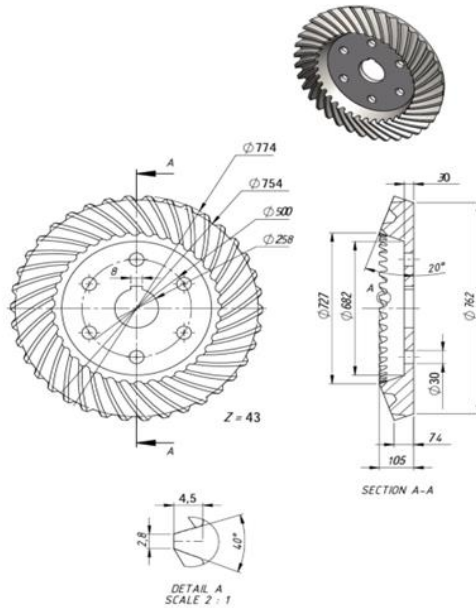
(4.3) Ibid. Hal.220

(4.4) Ibid. Hal.220

(4.5) Ibid. Hal.219



Gambar 3 Desain Hasil Perhitungan Pada *Pinion Gear*
(Sumber : *Solidwork Application*)



Gambar 4 Desain Hasil Perhitungan Pada *Drive Pinion Gear*
 (Sumber : *Solidwork Application*)

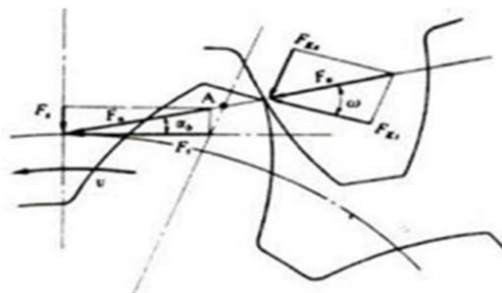
6. Kecepatan Keliling (V)

$$V_1 = \frac{\pi \cdot d_{o1} \cdot n}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 66 \cdot 1450}{60 \cdot 1000} = 5,008 \text{ m/s}$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot d_{o2} \cdot n}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 258 \cdot 1450}{60 \cdot 1000} = 19,577 \text{ m/s}$$

7. Gaya Tangensial (F_t)

Gaya Tangensial yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 4.4 Gaya Tangensial Yang Terjadi
 (Sumber : Buku Elemen Mesin (Sularso)

$$F = \frac{102 \cdot P_d}{V_1} \dots\dots\dots (4.6)$$

$$F_{t1} = \frac{102 \cdot P_d}{V_1} = \frac{102 \cdot 11,9}{5,008}$$

$$= \underline{242 \text{ Newton}}$$

$$F_{t2} = \frac{102 \cdot P_d}{V_2} = \frac{102 \cdot 11,9}{19,577}$$

$$= \underline{62 \text{ Newton}}$$

(4.6) Sularso, Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin. Hal.238

8. Faktor Dinamis (F_v)

$V = 0,5 - 10 \text{ m / s}$ termasuk kecepatan rendah

$V = 10 - 20 \text{ m / s}$ termasuk kecepatan sedang

$V = 20 - 50 \text{ m / s}$ termasuk kecepatan tinggi

Data hasil perhitungan di atas v_1 adalah termasuk dalam kecepatan rendah, sehingga :

$$F_{v1} = \frac{3}{3 + v_1} = \frac{3}{3 + 5,008}$$

$$= 0,37$$

Data hasil perhitungan di atas v_2 adalah termasuk dalam kecepatan sedang, sehingga :

$$F_{v2} = \frac{6}{6 + v_2} = \frac{6}{6 + 19,577}$$

$$= 0,23$$

9. Bahan Untuk Roda Gigi Digunakan baja karbon S45 C

Tegangan lentur yang diijinkan (σ) = 30 kg / mm²

Tegangan Tarik (σ_b) = 58 kg / mm²

Kekerasan (Hb) = 167 – 229

Tabel 1 Tegangan Lentur yang di izinkan σ_a pada bahan roda gigi

Kelompok Bahan	Lambang Bahan	Kekuatan Tarik σ_B (kg/mm ²)	Kekerasan (Brinell) H_B	Tegangan Lentur yang di izinkan σ_a (kg/mm ²)
Besi Cor	FC 15	15	140 – 160	7
	FC 20	20	160 – 180	9
	FC 25	25	180 – 240	11
	FC 30	30	190 – 240	13
Baja Cor	SC 42	42	140	12
	SC 46	46	160	19
	SC 49	49	190	20
Baja Karbon Untuk Konstruksi Mesin	S 25 C	45	123 – 183	21
	S 35 C	52	149 – 207	26
	S 45 C	58	167 – 229	30
Baja Paduan Dengan Pengerasan Kulit	S 15 CK	50	400 (dicelup dingin dalam minyak)	30
	SNC 21	80	600 (dicelup dingin dalam minyak)	35 – 40
	SNC 22	100		40 – 55
Baja Khrom Nikel	SNC 1	75	212 – 255	35 – 40
	SNC 2	85	248 – 302	40 – 60
	SNC 3	95	269 – 321	40 – 60
Perunggu Logam Delta Perunggu Fosfor (coran) Perunggu Nikel (coran)		18	85	5
		35 – 60	-	10 – 20
		19 – 30	80 – 100	5 – 7
		64 – 90	180 – 260	20 – 30
Damar Phenol, Dll.				3 – 5

10. Beban lentur yang diijinkan per – satuan Lebar ($F'b$)

$$F'b = \sigma_a \times m \times Y_1 \times F_v \dots\dots\dots(4.7)$$

dimana :

$$Y_1 = 0,226 \text{ (Faktor bentuk gigi)}$$

$$Y_2 = 0,396 \text{ (Faktor bentuk gigi)}$$

$$\begin{aligned} F'b_1 &= \sigma_a \times m \times Y_1 \times F_{v1} \\ &= 30 \times 3 \times 0,226 \times 0,37 \\ &= 7,5 \text{ kg / mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F'b_2 &= \sigma_a \times m \times Y_2 \times F_{v2} \\ &= 30 \times 3 \times 0,396 \times 0,23 \\ &= 8,2 \text{ kg / mm} \end{aligned}$$

11. Lebar Sisi Gigi (b)

$$b = \frac{F_t}{F'b} \dots\dots\dots(4.8)$$

Roda gigi 1 dan 2

$$\begin{aligned} b &= \frac{F_t}{F'b} \\ &= \frac{242}{7,5} \\ &= 32,2 \text{ mm} \end{aligned}$$

12. Tegangan lentur yang terjadi (σ_b).

$$\sigma_b = \frac{F_t}{b \times m \times Y} \dots\dots\dots(4.9)$$

• Roda gigi 1

$$\begin{aligned} \sigma_{b1} &= \frac{F_{t1}}{b \times m \times Y_1} = \frac{242}{32,2 \times 3 \times 0,266} \\ &= 9,4 \text{ kg / mm}^2 \end{aligned}$$

σ_a roda gigi (30 kg/mm^2) > σ_{b1} adalah aman

• Roda gigi 2

$$\begin{aligned} \sigma_{b2} &= \frac{F_{t2}}{b \times m \times Y_2} = \frac{62}{32,2 \times 3 \times 0,396} \\ &= 1,6 \text{ kg / mm}^2 \end{aligned}$$

σ_a roda gigi (30 kg/mm^2) > σ_{b2} adalah aman

4. PENUTUP

Setelah melakukan pembahasan tentang *troubleshooting* dan perancangan ulang pada *differential Gear* pada *Wheel Loader XGMA XG955H*, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Setelah dilakukannya perancangan kembali *differential wheel loader XGMA XG955H*, maka dapat disimpulkan bahwa perancangan melalui tahapan perancangan yaitu : melakukan eksekusi langsung *differential* pada unit *Wheel Loader XGMA XG955H*, mengukur dimensi pada *differential*, melakukan desain ulang dengan menggunakan aplikasi *solid work*, menghitung (Daya Rencana, modul (m) dan sudut kontak gigi, diameter jarak bagi gigi, diameter lingkaran kepala, diameter lingkaran kaki, tinggi gigi, kecepatan keliling, gaya tangensial) pada *differential*.
2. Setelah dilakukan proses desain ulang pada *differential wheel loader XGMA XG955H* diketahui tahapan untuk desain ulang pada *differential* yaitu : melakukan desain dengan aplikasi *solid work* dan pada komponen *differential* dengan melihat dimensi pengukuran *differential* yang akan dirancang.
3. Setelah diketahui tipe *differential* yang digunakan *wheel loader XGMA XG955H*, maka dapat disimpulkan bahwa tipe *differential*nya yaitu : Tipe *conventional differential gear* dan memiliki pengunci *differential (differential lock)*.
4. Dari perhitungan yang telah dilakukan, maka didapatkan data analisa seperti berikut ini :

- Diameter Jarak Bagi Gigi (d_o)
 - $d_{o1} = 132 \text{ mm}$
 - $d_{o2} = 516 \text{ mm}$
- Diameter Lingkaran Kepala (d_k)
 - $d_{k1} = 404 \text{ mm}$
 - $d_{k2} = 1554 \text{ mm}$
- Diameter Lingkaran Kaki (d_f)
 - $d_{f1} = 372 \text{ mm}$
 - $d_{f2} = 1454 \text{ mm}$
- Tinggi Gigi (h)
 - $c_k = 1,25$
 - $h = 11,2$

- Kecepatan Keliling (V)
 - $h_1 = 10 \text{ m/s}$
 - $h_2 = 39 \text{ m/s}$
- Gaya Tangensial (F_t)
 - $F_1 = 121 \text{ Newton}$
 - $F_2 = 31 \text{ Newton}$
- Faktor Dinamis (F_v)
 - $F_{v1} = 0,37 \text{ m/s}$
 - $F_{v2} = 0,12 \text{ m/s}$
- Bahan Untuk Roda Gigi
Digunakan baja karbon S45 C
 - Tegangan lentur yang diijinkan (σ_a) = 30 kg / mm^2
 - Tegangan Tarik (σ_b) = 58 kg / mm^2
 - Kekerasan (H_b) = $167 - 229$
- Beban Lentur yang diijinkan per – satuan Lebar ($F'b$)
 - $F'b_1 = 7,5 \text{ kg / mm}^2$
 - $F'b_2 = 4,2 \text{ kg / mm}^2$
- Lebar Sisi Gigi (b)
 - $b = 16 \text{ mm}$
- Tegangan Lentur yang Terjadi (σ_b).
 - $(\sigma_{b1}) = 9,4 \text{ kg / mm}^2$
 - $(\sigma_{b2}) = 1,6 \text{ kg / mm}^2$

DAFTAR PUSTAKA

Rochmanhadi. 1982. “Alat - Alat Berat dan Penggunaanya”. Semarang

Team Pengembang Vokasi. 2021. “*Product Knowledge*”. Surakarta: Sekolah Vokasi

Team Pengembang Vokasi. 2021. “Axle, Wheel, & Suspension”. Surakarta: Sekolah Vokasi

Sularso. 1997. “Dasar Perancangan Dan Pemilihan Elemen Mesin”. Jakarta

Muhammad Zhilalurrahman. 2023. “Analisa Kerusakan Dan Perbaikan *Hydraulic Tilt Cylinder* Pada Unit *Wheel Loader XGMA XG955H*” Tugas Akhir. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta

<https://arparts.id/cara-kerja-system-differential-pada-alat-berat/>

www.gghyd.com/cylinders.html

www.penambang.com/differential

www.sultan-khalaf.com

<https://www.themachinedesign.com/differential-gear>