

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT BANTU PEMERIKSAAN DIFERENSIAL OTOMOTIF

Sigit Yoewono Martowibowo dan Agustinus Cahyo Nugroho

Institut Teknologi Bandung, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara
Jl. Ganesa 10, Bandung 40132, Indonesia
Tel.: +62-22-2504243, FAX:+62-22-2534099, E-mail: sigit@ftmd.itb.ac.id

Ringkasan

Perkembangan dunia industri global yang semakin cepat telah menjangkau semua bidang kehidupan, termasuk industri jasa, khususnya jasa perawatan otomotif. Persaingan yang sangat ketat dalam industri jasa perawatan otomotif menuntut komitmen yang kuat dalam menjaga kualitas dan efisien agar dapat bersaing.

Perkakas bantu merupakan satu dari beberapa solusi untuk menjaga kualitas sekaligus menurunkan biaya perawatan. Dengan menggunakan alat bantu yang benar, selain kualitas produk dapat terjaga, efisiensi proses perbaikan dapat tercapai dan waktu proses perbaikan kendaraan dapat dipersingkat dengan menghilangkan beberapa langkah yang tidak perlu. Satu diantara sejumlah kegiatan perbaikan kendaraan yang menjadi perhatian adalah perbaikan differential pada mobil berpengerak roda belakang.

Dalam makalah ini dibahas perancangan dan pembuatan alat bantu berupa jig pemeriksa differential. Pembahasan dimulai dari identifikasi kebutuhan konsumen, sehingga diperoleh beberapa kriteria alat bantu yang diperlukan yaitu alat bantu yang mudah dioperasikan, dapat menjamin kualitas differential secara konsisten, dan waktu yang diperlukan untuk melakukan pengukuran menggunakan alat bantu tersebut cukup singkat. Oleh karena itu, alat bantu tersebut harus mempunyai kemudahan pengoperasian dan waktu siklus pengukuran yang singkat. Selanjutnya, setelah permasalahan teridentifikasi, dibuat konsep rancangan alat bantu dan dilakukan evaluasi. Konsep yang telah disepakati dilanjutkan dalam proses desain sehingga diperoleh rancangan yang berupa gambar teknik. Kemudian dilakukan proses produksi komponen-komponen dan perakitan alat bantu.

Setelah semua tahapan di atas dilakukan maka jig pemeriksa differential dicoba untuk memeriksa differential. Dari hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa pemeriksaan differential menggunakan alat bantu tersebut dapat memeriksa differential dengan baik dan menghemat waktu kerja sekitar 40%. Dengan demikian waktu yang dibutuhkan untuk proses perbaikan kendaraan dapat dipersingkat.

Keyword : *Automotive Service Industries, Jig and Fixture, Differential, Repair, Quality, Efficient*

1. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia industri global yang semakin cepat telah menjangkau semua bidang kehidupan, termasuk industri jasa, khususnya jasa perawatan otomotif. Dampak nyata yang dapat dilihat dari pengaruh perkembangan teknologi industri tersebut adalah semakin banyaknya mesin-mesin otomotif yang canggih dan efisien. Perkembangan mesin-mesin yang ada tersebut juga diikuti dengan perkembangan komponen-komponennya, diantaranya adalah differential dari rangkaian penerus daya (*drive train*).

Pada perawatan rangkaian penerus daya

tersebut, pemeriksaan *differential* meliputi pemeriksaan kesalahan putar (*run out*) *ring gear*, kelonggaran celah (*backlash*) *pinion gear* dan *ring gear* serta bidang kontak antara *pinion gear* dan *ring gear* harus dilakukan. Adapun tujuan pemeriksaan tersebut adalah untuk mengetahui apakah *differential* tersebut akan mengeluarkan *noise* atau tidak pada saat mobil berjalan.

Waktu yang diperlukan untuk memeriksa *differential* tersebut cukup lama karena bentuk dari rumah *differential* yang bergelombang dan belum ada alat bantu untuk mempermudah pemeriksaan *differential*



tersebut. Selama ini, proses pemeriksaan dilakukan dengan menjepit *differential* menggunakan ragam sehingga mekanik yang melakukan pemeriksaan banyak menemukan kesulitan sewaktu memeriksa *differential*. Untuk itu dibutuhkan sebuah alat bantu / *jig* untuk pemeriksaan *differential* otomotif yang sederhana dan efisien.

2. JIG dan FIXTURE

Jig dan *fixture* adalah alat bantu pengekaman dan penepat posisi suatu objek yang dibuat untuk mempermudah suatu proses pemesinan (*manufacture*), proses inspeksi dan proses perakitan (*assembly*). *Jig* dan *fixture* sangat diperlukan terutama bila suatu proses pemesinan, proses inspeksi maupun proses perakitan objek dilakukan dalam jumlah yang besar dan dituntut waktu pengerjaan yang cepat. Pengertian *jig* sendiri, biasanya selalu berhubungan dengan alat bantu pengekaman pada proses pemesinan yang mana terdapat penuntun untuk perkakas potong yang bergerak relatif terhadap objek yang dicekam, contoh: *jig* untuk proses gurdi (*drilling*), freis (*milling*) dan sebagainya. Sedangkan *fixture* digunakan untuk mencekam objek dimana tidak ada penuntun untuk perkakas potong yang bergerak, contoh: *fixture* untuk inspeksi suatu objek (*inspection fixture*). Karena itu, pembuatan *jig* dan *fixture* harus memperhatikan beberapa poin berikut:

- Lokasi penempatan objek yang benar, relatif terhadap alat potong yang bergerak.
- Cara pengekaman yang aman dan kuat bagi objek (*workpiece*).
- Panduan gerakan alat potong pada *jig*.

Selain hal-hal tersebut di atas, pembuatan *jig* dan *fixture* juga harus memenuhi beberapa kriteria berikut:

- Harus dapat mengurangi faktor kesalahan yang diakibatkan oleh manusia/operator (*human error*).
- Harus mudah dalam penggunaan/pengoperasian.

3. DIFFERENTIAL

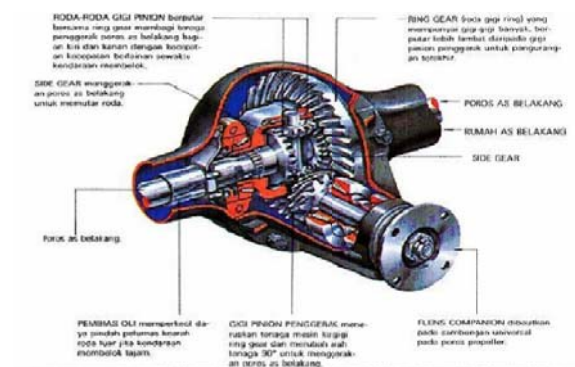
Rangkaian penerus daya kendaraan bermotor roda empat, secara garis besar terdiri atas:

- Unit kopling
- Unit transmisi
- Unit *propeller shaft* (untuk kendaraan penggerak roda belakang) / Unit *drive shaft* (untuk kendaraan penggerak roda depan)
- Unit *differential* (untuk kendaraan penggerak roda belakang) / Unit *transaxle* (untuk kendaraan penggerak roda depan)

Unit differential

Differential terbagi menjadi 2 (dua) bagian utama, yaitu:

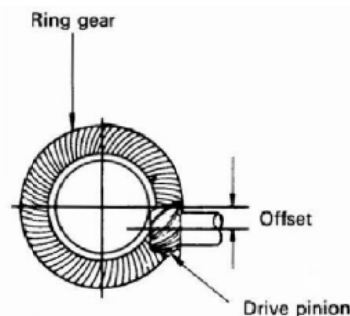
- *Final gear*, terdiri atas *pinion drive* dan *ring gear*. *Final gear* berfungsi untuk memperbesar momen dan mengubah arah putaran *propeller shaft* menjadi 90° .
- *Differential gear*, terdiri atas *side gear* dan *pinion gear*. *Differential gear* berfungsi untuk membedakan kecepatan putar roda kiri dengan roda kanan pada saat kendaraan membelok.



Gambar 1. Differential mobil

Hypoid bevel gear

Jenis ini digunakan pada kendaraan penggerak roda belakang, yang mana *pinion drive* terpasang *offset* dengan garis tengah *ring gear*. Jenis ini mempunyai keuntungan suara yang halus.



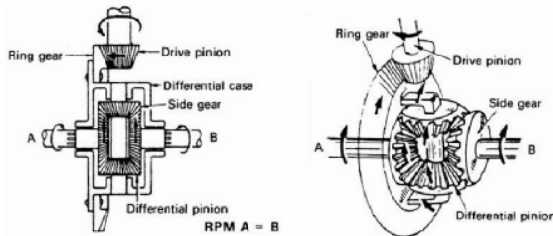
Gambar 2. Hypoid bevel gear

Cara kerja unit differential

- Pada jalan lurus
Pinion drive memutar *ring gear* dan *ring gear* memutar *differential case* dan *differential case* menggerakkan *pinion gear*



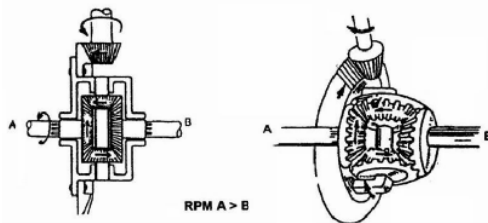
melalui *pinion shaft* kemudian *pinion gear* memutar *side gear* kiri dan kanan dengan putaran yang sama. Hal ini yang menghasilkan putaran roda kiri dan roda kanan sama.



Gambar 3. Cara kerja *differential* saat jalan lurus

- **Belok kanan**

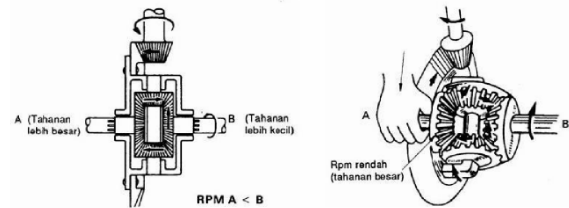
Pinion drive memutar *ring gear* dan *ring gear* memutar *differential case* dan *differential case* menggerakkan *pinion gear* melalui *pinion shaft* kemudian *pinion gear* memutar *side gear* kiri mengitari *side gear* kanan karena tahanan roda kanan lebih besar daripada roda kiri. Hal ini yang menyebabkan putaran roda kiri lebih besar daripada roda kanan.



Gambar 4. Cara kerja *differential* saat belok kanan

- **Belok kiri**

Pinion drive memutar *ring gear* dan *ring gear* memutar *differential case* dan *differential case* menggerakkan *pinion gear* melalui *pinion shaft* kemudian *pinion gear* memutar *side gear* kanan mengitari *side gear* kiri karena tahanan roda kiri lebih besar daripada roda kanan. Hal ini yang menyebabkan putaran roda kanan lebih besar daripada roda kiri.



Gambar 5. Cara kerja *differential* saat belok kiri

4. PERANCANGAN ALAT BANTU

Fungsi *Jig* Pemeriksa *Differential*

Sebelum melakukan proses perancangan, perlu diketahui fungsi dari *jig* pemeriksa *differential*. Fungsi alat bantu ini adalah sebagai pemegang/pencekam unit *differential* sehingga inspeksi/pemeriksaan terhadap *differential* tersebut dapat dilakukan dengan mudah dan benar. Jenis pemeriksaan yang dapat dilakukan menggunakan alat bantu ini adalah:

- Pemeriksaan kesalahan putar (*run-out*) *ring gear*.
- Pemeriksaan *backlash* antara *ring gear* dan *pinion drive*.
- Pemeriksaan bidang kontak antara *ring gear* dan *pinion drive*.

Perkakas bantu ini tidak saja harus memenuhi persyaratan sebagai alat bantu cekam yang baik tetapi harus juga memenuhi persyaratan sebagai alat bantu pengukuran.

Identifikasi Kebutuhan

Deskripsi dari kebutuhan konsumen dapat dipaparkan sebagai berikut:

- Permasalahan secara umum: membuat alat bantu untuk inspeksi/pemeriksaan *differential*.
- Jaminan keamanan terhadap objek (*differential*) saat dilakukan pemeriksaan.
- Jaminan keamanan terhadap operator saat melakukan pemeriksaan.
- Metode dan hasil pemeriksaan yang dapat dipertanggungjawabkan.
- Kemudahan dalam proses pemeriksaan agar waktu pemeriksaan rata-rata yang diinginkan tercapai.

Dalam tahap ini juga dilakukan analisis DR&O yaitu rancangan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. *Must requirement*
 - a. Bisa digunakan dengan mudah oleh

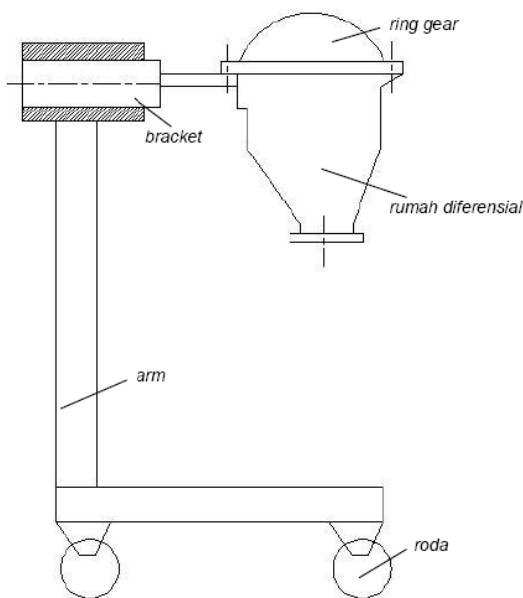


- satu orang operator/mekanik tanpa bantuan orang lain.
 - b. Kuat sehingga dapat memegang *differential* dengan kokoh.
 - c. Mudah dalam penempatan atau pemindahan.
 - d. Mekanisme pencekaman *differential* harus mudah, aman dan kuat.
 - e. *Jig* atau alat bantu tidak merusak *differential*.
 - f. Tidak membahayakan pengguna.
2. *Wish requirement*
- a. Tidak menyita lahan.
 - b. Material yang digunakan tahan karat.
 - c. Estetika (bentuk alat bantu yang rapih).
 - d. Mudah dalam perawatan.
 - e. Biaya pembuatan murah.

- Kekuatan roda.
- Kekuatan baut pengikat *differential*.

5. PENGUJIAN

Pengujian alat bantu pemeriksa *differential* dilakukan untuk menguji kualitas fungsional dari disain dengan cara melakukan proses pemeriksaan terhadap *differential*, meliputi pemeriksaan kesalahan putar *ring gear*, pemeriksaan *backlash* antara *pinion drive* dengan *ring gear*, dan pemeriksaan bidang kontak antara *pinion drive* dengan *ring gear*. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan waktu pengukuran yang dibutuhkan menggunakan pencekaman *differential* tanpa alat bantu dan pencekaman *differential* dengan menggunakan alat bantu yang telah dibuat, untuk melakukan ketiga jenis pemeriksaan tersebut.



Gambar 6. Skesta desain *jig fixture* untuk *differential*

Berdasarkan DR&O yang telah disebutkan sebelumnya, maka dipilih *jig fixture stand* seperti diperlihatkan gambar 6.

Selanjutnya dilakukan beberapa perhitungan terhadap desain *jig fixture stand*, yang meliputi:



- Kekuatan pengelasan.



Tabel 1. Perbandingan metode pencekaman dan posisi pemeriksaan *differential*

No.	Jenis Pemeriksaan	Tanpa Alat Bantu	Menggunakan Alat Bantu
1	Kesalahan putar <i>ring gear</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Dial indicator</i> pada sisi samping ragum, sensor menyentuh bidang belakang <i>ring gear</i> • Rumah <i>differential</i> dicekam menghadap ke atas 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Dial indicator</i> diletakkan pada <i>bracket</i>, sensor menyentuh bidang belakang <i>ring gear</i> • Rumah <i>differential</i> dicekam pada <i>bracket</i>, 90° terhadap <i>arm</i>
2	<i>Backlash</i> antara <i>pinion drive</i> dengan <i>ring gear</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Dial indicator</i> pada sisi depan ragum, sensor menyentuh bidang kontak gigi <i>ring gear</i> • Rumah diferensial dicekam menghadap ke atas 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Dial indicator</i> diletakkan pada <i>bracket</i>, sensor menyentuh bidang kontak gigi <i>ring gear</i> • Rumah diferensial dicekam pada <i>bracket</i>, 0° terhadap <i>arm</i>.
3	Bidang kontak antara <i>pinion drive</i> dengan <i>ring gear</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Rumah <i>differential</i> dicekam menghadap ke samping 	<ul style="list-style-type: none"> • Rumah <i>differential</i> dicekam pada <i>bracket</i>, 90° terhadap <i>arm</i> dengan <i>ring gear</i> menghadap ke atas.

Tabel 2. Perbandingan waktu yang dibutuhkan untuk pemeriksaan *differential*

No.	Jenis Pemeriksaan	 Waktu tanpa Menggunakan Alat Bantu (menit)	 Waktu dengan Menggunakan Alat Bantu (menit)
1	❖ Kesalahan putar <i>ring gear</i>	40	25
2		38	20
3	❖ <i>Backlash</i> antara <i>pinion drive</i> dengan <i>ring gear</i>	45	20
4		35	20
5	❖ Bidang kontak antara <i>pinion drive</i> dengan <i>ring gear</i>	35	20
Waktu rata-rata		38.6	21

Analisis:

Waktu rata-rata siklus untuk melakukan proses pemeriksaan *differential* dengan metode yang lama adalah 38.6 menit. Sedangkan waktu rata-rata siklus untuk melakukan proses pemeriksaan *differential* dengan menggunakan alat bantu adalah 21 menit atau 17.6 menit lebih cepat dibandingkan terhadap metode yang lama. Jika waktu acuan untuk memeriksa *differential* adalah 36 menit, maka seorang mekanik

dapat menghemat waktu sebesar 15 menit atau terjadi efisiensi waktu sebesar 41,7%.

6. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Setelah melalui tahapan-tahapan identifikasi kebutuhan, mendefinisikan persoalan, pengumpulan informasi, konseptualisasi, dan



pemilihan konsep, maka alat bantu untuk memeriksa *differential* berhasil dibuat.

2. Waktu rata-rata yang diperlukan untuk melakukan pemeriksaan *differential* dengan menggunakan alat bantu ini menjadi lebih cepat 15 menit, dari semula 36 menit menjadi 21 menit atau terjadi efisiensi waktu sebesar 41,7 %.

DAFTAR PUSTAKA

1. R. Taufiq, *Teori dan Teknologi Proses Pemesinan*, Higher Education Development Support Project dan Laboratorium Teknik Produksi Jurusan Teknik Mesin FTI-ITB, Bandung, 1993.
2. G.H. Edward, *Jig and Fixture Design*, 4th edition, Delmar Publisher, 1996.
3. M. Weck, "*Hand Book of Machine Tools*, Volume 1, John Wiley & Sons, 1984.
4. R. Taufiq, *Spesifikasi, Metrologi dan Kontrol Kualitas Geometrik*, Penerbit ITB, 2001.

