

IDENTIFIKASI BAHAN *STEERING KNUCKLE*

Erinofiardi⁽¹⁾

⁽¹⁾ Staf Pengajar Program Studi Teknik Mesin, Universitas Bengkulu

ABSTRACT

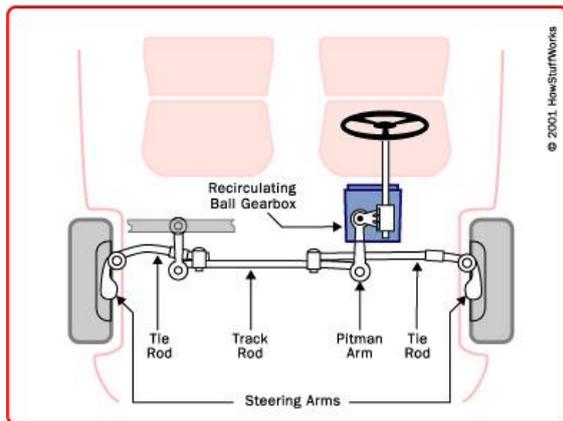
Steering knuckle is an important part of rear suspension of a car. It uses to be pivot point in steering system. Steering knuckle must have enough toughness and stiffness to support load of a car. The steering knuckle that investigates belongs to Kancil car. The aim of this research is to know the function of steering knuckle in a car, and to know what kind of materials that fill the requirement. Base on analysis of micro structure and hardness test, Nodular Cast Iron is chosen that fit with standard ASTM a 536 grade 80-55-06.

Keywords: *Steering Knuckle, Kancil, Nodular Cast Iron.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Steering knuckle merupakan komponen yang penting dalam sebuah suspensi depan pada kendaraan roda empat atau lebih. Fungsinya adalah sebagai *pivot point* dari sebuah sistem kemudi. *Steering knuckle* dihubungkan dengan *steering arm* oleh *steering turnbuckle* dimana poros depan (*front axle*) akan tersambung kepada bagian-bagian tersebut.



Gambar 1 Suspensi depan pada kendaraan

Steering knuckle diharapkan memiliki kekuatan dan kekakuan yang cukup untuk menahan beban pada saat kendaraan diam maupun pada saat berbelok. Desain bentuk dan material dari *steering knuckle* itu sendiri bermacam-macam, akan tetapi semuanya memiliki fungsi yang sama.

Berdasarkan kebutuhan tersebut, maka perlu dilakukan suatu penelitian yang bertujuan untuk mengetahui fungsi *steering knuckle* pada kendaraan bermotor, dan pemilihan jenis material yang digunakan pada *steering knuckle*. *Steering knuckle* yang diamati pada penelitian ini adalah *steering knuckle* pada mobil KANCIL.

1.2 Identifikasi Masalah

Dari latar belakang yang dikemukakan sebelumnya, dapat diidentifikasi beberapa masalah yang akan diuraikan pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Sistem kemudi dan *Linkages*
2. *Steering knuckle*
3. Jenis material yang digunakan untuk *steering knuckle*

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan ini adalah untuk mengetahui sistem kemudi dan linkages dan *steering knuckle*, dan juga untuk melihat jenis material yang digunakan pada *steering knuckle*.

1.4 Metoda Penelitian

Metoda yang digunakan dalam penelitian ini adalah metoda studi literatur dan deskriptif analitis. Studi literatur dilakukan dengan penelitian kepustakaan sehingga didapat data-data teoritis. Metoda deskriptif analisis dilakukan dengan menganalisis data atau informasi yang terkumpul pada saat proses pengerjaan.

Langkah awal penelitian dilakukan dengan studi literatur sehingga didapatkan pengetahuan awal untuk mengkaji objek penelitian pada tahap selanjutnya. Studi literatur juga dilakukan untuk membandingkan dan sebagai sumber utama proses-proses manufaktur pada objek penelitian yang dapat dan mungkin dilakukan.

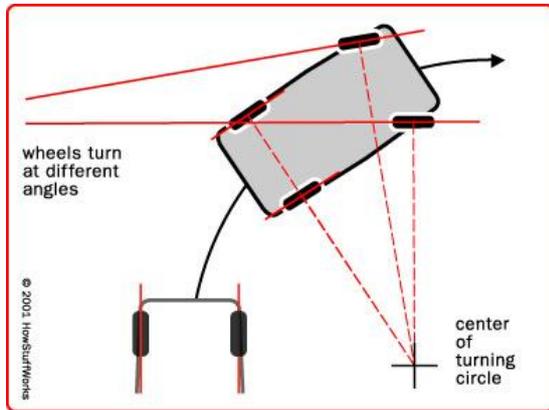
Penelitian yang dilakukan menghasilkan data-data penting yang nantinya akan memberikan jawaban dari tujuan. Data-data didapatkan dari hasil pengukuran yang telah dilakukan pada objek penelitian. Data yang dilakukan antara lain hasil uji kekerasan dan metalografi.

Analisa dilakukan dengan bantuan literatur sehingga dapat dibandingkan dan diperkirakan material yang digunakan pada *steering knuckle*.

2. SISTEM KEMUDI DAN STEERING LINKAGES

2.1 Sistem Kemudi

Sistem kemudi mempunyai fungsi utama untuk mengubah arah mobil atau membelokkan mobil. Pada saat membelokkan mobil, roda depan mobil tidak dipusatkan pada arah yang sama.



Gambar 2 Mekanisme mobil berbelok pada sistem kemudi

Agar mobil dapat berbelok secara halus, setiap roda harus mengikuti sebuah lingkaran yang berbeda. Karena roda dalam mengikuti lingkaran dengan radius yang lebih kecil, maka sebenarnya roda dalam membuat belokan yang lebih sempit atau lebih ketat dibandingkan roda luar. Jika sebuah garis tegak lurus digambar pada setiap roda, garisnya akan bertemu pada titik pusat belokan. Geometri dari sambungan setir membuat roda dalam berbelok atau berputar lebih dari roda luar.

Dua dari beberapa mekanisme kemudi yang banyak digunakan adalah "rack and pinion" dan *standard (recirculating-ball) systems*.

Sistem kemudi manual, biasanya terdiri dari beberapa bagian :

- Roda kemudi dan *column*
- *Manual gearbox* dan *pitman arm* (untuk *recirculating-ball*) atau *rack and pinion assembly*
- *Linkages*
- *Wheel spindle assemblies*

2.2 Steering Linkages

Steering linkage terdiri atas beberapa bagian yang saling berhubungan dan selalu bergerak setiap kali setir dibelokkan. Bagian-bagiannya terdiri atas :

2.3 Tie rod

Merupakan bagian yang terhubung langsung dengan *steering center link*, setiap kali setir digerakkan, *tie rods* akan meneruskan gaya yang diberikan oleh setir

kepada *steering knuckle* dan menyebabkan roda berbelok. *Outer tie rod end* terhubung dengan *adjusting sleeve* untuk mengatur panjang *tie rod*, sedangkan *inner tie rod end* bertugas untuk mengikuti gerakan *steering wheel*.

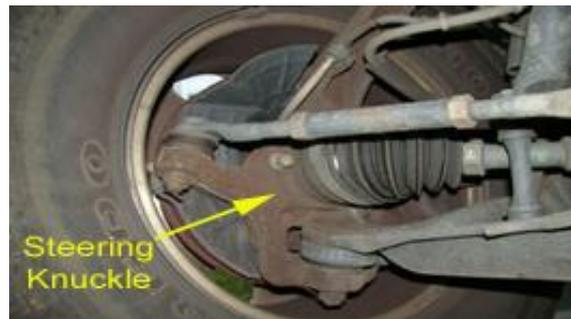


Gambar 3 Steering Linkages

2.4 Suspension Arm

Fungsinya adalah untuk menjaga agar posisi ban tetap paralel, dan poros bagi *knuckle* untuk berbelok saat *tie rod* menarik dan mendorong *knuckle*.

2.5 Steering knuckle



Gambar 4 Steering knuckle

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, fungsi dari *steering knuckle* adalah sebagai *pivot point* dari sebuah sistem kemudi yang mengizinkan roda untuk berbelok. Desain dari *steering knuckles* selalu berbeda-beda pada setiap kendaraan. Pada mobil KANCIL, *steering knuckle*-nya memiliki tiga buah *joints* yang menghubungkan *steering knuckles* dengan *tie rod*, *lower* dan *upper suspension arm*.

Steering linkages harus mengalami perawatan secara berkala seperti lubrikasi dan inspeksi agar tidak terjadi kerusakan dan gangguan pada saat pemakaian kendaraan. Kerusakan pada salah satu sistem, dapat merusak *steering alignment*, menyebabkan ban mudah aus, atau yang paling parah dapat menyebabkan kehilangan kendali atas kontrol kendaraan. *Steering linkages* yang sudah mengalami kerusakan, dapat dikenali apabila terdapat suara berisik pada saat setir dibelokkan.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Steering knuckle merupakan salah satu bagian penting dari sistem suspensi depan mobil yang banyak menerima pembebanan, baik pengaruh pembebanan dari dalam maupun dari luar. *Steering knuckle* meneruskan gaya dari roda ke *wishbones*. Oleh karena itu diperlukan material khusus yang memenuhi standar kerja dari *steering knuckle* tersebut.

Aspek-aspek yang paling berpengaruh dalam pemilihan material untuk *steering knuckle* dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

- Pembebanan

Karena *steering knuckle* merupakan bagian dari sistem suspensi, dan saling terhubung antara satu dan lainnya, maka *steering knuckle* menerima

banyak kombinasi pembebanan, antara lain gaya normal : tekan dan tarik, juga beban impact. Oleh karena itu, material yang digunakan harus kuat dan cukup ulet sesuai dengan standar kerjanya. Material yang dipakai sebagai *steering knuckle* harus memiliki *toughness* yang tinggi.

- Kondisi operasional

Material yang digunakan harus memiliki ketahanan korosif yang cukup baik, karena tempat kerja *steering knuckle* berada dibagian bawah kendaraan dan berhubungan langsung dengan tanah dan lumpur serta udara luar.

Terdapat 3 jenis material dengan proses manufaktur yang berbeda yang biasa digunakan untuk *steering knuckle*, yaitu : *forged steel*, *cast aluminum*, dan *cast iron*. Perbandingan sifat mekanik dari ketiga material tersebut terlihat pada tabel berikut :

Table 1: Summary of mechanical properties and their comparative ratios (forged steel is taken as the base for ratio calculations).

	Forged Steel 11V37	Cast Aluminum A356-T6	ratio	Cast Iron 65-45-12	ratio
Monotonic Properties					
Modulus of elasticity, E (GPa)	201	78	0.39	193	0.96
Yield strength (0.2% offset), YS (MPa)	556	232	0.42	300	0.54
Ultimate strength, S _u (MPa)	821	302	0.37	471	0.57
Percent elongation, %EL (%)	21	5	0.24	10	0.48
Percent reduction in area, %RA (%)	37	10	0.27	25	0.68
Strength coefficient, K (MPa)	1,347	418	0.31	796	0.59
Strain hardening exponent, n	0.157	0.095	0.6	0.187	1.19
True fracture strength, σ _f (MPa)	496	301	0.6	219	0.44
True fracture ductility, ε _f (%)	47	10	0.23	28	0.59
Cyclic and Fatigue Properties					
Cyclic modulus of elasticity, E' (GPa)	196	73	0.38	169	0.87
Cyclic strength coefficient, K' (MPa)	1,269	430	0.34	649	0.51
Cyclic strain hardening exponent, n'	0.137	0.063	0.46	0.075	0.55
Cyclic yield strength, YS' (MPa)	541	291	0.54	407	0.75
Fatigue strength coefficient, σ' _f (MPa)	1,157	666	0.58	761	0.66
Fatigue strength exponent, b	-0.052	-0.117	1.42	-0.076	0.92
Fatigue ductility coefficient, ε' _f	3.032	0.094	0.03	0.864	0.28
Fatigue ductility exponent, c	-0.791	-0.61	0.77	-0.771	0.97
Fatigue strength, S _f @ 10 ⁸ cycles (MPa)	362	122	0.35	253	0.72

Tabel 2 Perbandingan karakteristik antara *ductile iron* vs *ferrous cast materials*

Characteristic	Ductile Iron	Malleable Iron	Grey Iron	0.3% C Cast Steel	White Iron
Castability	Best	Good	Good	Good	Good
Ease of Machining	Best	Good	Good	Good	NA
Vibration Damping	Best	Good	Good	Good	Good
Surface Hardenability	Best	Good	Good	Good	NA
Modulus of Elasticity	Best	Good	Good	Good	NA
Impact Resistance	Best	Good	Good	Good	NA
Corrosion Resistance	Best	Good	Good	Good	Good
Strength/Weight	Best	Good	Good	Good	NA
Wear Resistance	Best	Good	Good	Good	Good
Cost of Manufacture	Best	Good	Good	Good	Good

BEST [Color Scale] WORST

Berdasarkan data-data diatas maka dipilih material besi cor nodular yang memenuhi semua kriteria tersebut. Meskipun kekuatannya tidak setinggi dengan teknik *forging*, tapi memiliki kekuatan dan ketahanan kerja yang memenuhi standar kerja dari *steering knuckle* tersebut, dan pembuatannya lebih mudah serta lebih ekonomis dibandingkan dengan teknik *forging*.

4. DATA DAN ANALISA

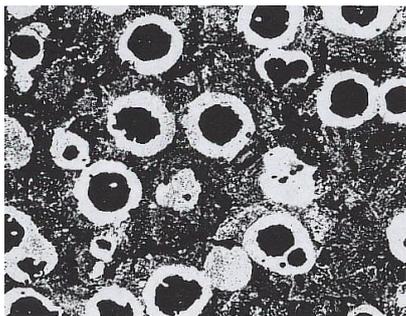
4.1 Analisa Struktur Mikro

Analisa Struktur mikro dilakukan dengan metalografi. Adapun urutan langkah kerja yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- Pemilihan dan Pematangan spesimen di bagian *ball joint*

- Pengampelasan dengan amplas ukuran 400-2000
- Polishing dengan Alumina
- Etsa dengan Nital 3% (HNO₃ dan alkohol)
- Pengamatan di Omnimet

Hasil struktur mikro yang diperoleh menunjukkan bahwa *steering knuckle* terbuat dari Besi Cor Nodular (*Nodular Cast Iron*) dengan grafit bulat dan matriks yang mengelilingi terdiri dari fasa perlit 75% dan ferit 25%.



Gambar 4 Hasil struktur mikro dibandingkan dengan standar ASTM A 536 grade 80-55-06

4.2 Uji Kekerasan

Uji keras dilakukan dengan metode Brinell, dan menghasilkan nilai 229 HB. Berdasarkan nilai kekerasan tersebut, klasifikasi besi cor nodular termasuk kedalam spesifikasi ASTM A 536 grade 80-55-06.

4. KESIMPULAN

Dari data dan hasil analisa di atas dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam pemilihan material untuk *steering knuckle* perlu diperhatikan pembebanan dan kondisi operasional.
2. Setelah dilakukan analisa struktur mikro dapat diketahui bahwa *steering knuckle* pada mobil kancil terbuat dari Besi Cor Nodular, yang terdiri dari 75% fasa perlit dan 25% fasa ferit. Hasil identifikasi struktur mikro mirip dengan spesifikasi ASTM A 536 grade 80-55-06.

3. Hasil uji kekerasan menghasilkan nilai 229 HB, yang termasuk ke dalam spesifikasi ASTM A 536 grade 80-55-06.

Pustaka

1. **American Standard of Testing Materials**, *ASTM Handbook Inc.*, 1993.
2. **S., Kalpakjian**, *Manufacturing Processes an Integrated Approach*, McGrawHill, NewYork, 1993.
3. **Djaprie, Sriati**, *Ilmu dan Teknologi Bahan*, Pradnya Paramita, 1991.

CURRICULUM VITAE

Erinofiardi, ST., MT., menyelesaikan pendidikan S1 Teknik Mesin Universitas Andalas, S2 ITB Bandung. Alamat : Jl. Raya Kandang Limun, Bengkulu. Telp. (0736) 21170, dan email: rhino_212@yahoo.com