

Perancangan Mekanisme *Front Arm* Sepeda Motor Tiga Roda

Tito Shantika, Liman Hartawan, Muhammad Saleh Ali

Email: tshantika@gmail.com

Abstrak

Kendaraan Roda tiga merupakan salah satu jenis transportasi yang masih berkembang saat ini. Modifikasi Kendaraan tiga rodadilakukan untuk digunakanoleh disabilitas sehingga untuk meningkatkan kestabilan dalam berkendara. Pada penelitian ini akan dirancang mekanisme front arm motor tiga roda yang diharapkan dapat digunakan untuk memodifikasi motor dua roda untuk dapat digunakan oleh disabilitas atau penyandang cacat. Metoda yang dilakukan menggunakan metoda perancangan Gerhart Phal sehingga diharapkan dapat menghasilkan rancangan yang sesuai dengan kebutuhan. Hasil perancangan didapatkan mekanisme front arm motor tiga rodadengan dua buah batang dengan jarak150 mm, dengan kemiringan maksimum 45°, sebagai pengunci pada saat diam menggunakan rem cakram sehingga stabil pada saa diam sehingga pada saat berhenti kaki tidak perlu diturunkan.

Kata Kunci: tree wheel, front arm, sepeda motor roda tiga.

Pendahuluan

Kendaraan merupakan roda dua saat ini perkembangan penggunaannya cukup pesat. Terutama untuk jalan-jalan yang kepadatannya cukup tinggi kendaraan jenis ini sangat diminati. Kendaraan untuk penyandang cacat masih jarang diproduksi secara masal, namun beberapa bengkel telah dapat memodifikasi motor dua roda menjadi tiga roda. Modifikasi tersebut tentunya membutuhkan ketepatan dalam pembuatannya sehingga kenyamanan, kestabilan dan keselamatan dapat terjaga. Modifikasi yang telah ada menggunakan roda belakang menjadi 2 buah dengan landung mengkopel (tanpa diferensial gear) poros pada kedua rodanya sehingga pada saat berbelok kestabilannya akan rendah. Hal tersebut juga mengakibatkan laju kendaraan tidak dapat cepat sehingga mobilitas kurang baik. Sehingga pada penelitian ini bagaimana membuat mekanisme kendaraan tiga roda yang digunakan oleh penyandang cacat atau disabilitas maupun masyarakat pada umumnya dimana kendaraan stabil pada saat berjalan dan pada saat diam, sehingga pengendara tidak perlu menurunkan kaki pada saat diam tersebut. Namun masih dapat digunakan pada kondisi sama seperti kendaraan roda dua pada umumnya. Pada penelitian ini diharapkan mendapatkan hasil rancangan mekanisme front arm sepeda motor matic roda tiga, dengan cara memodifikasi sepeda motor yang umum dua roda menjadi tiga roda dengan mekanisme pengunci rangka sehingga pengendara tidak harus menyeimbangkan badan dan menurunkan kaki pada saat berhenti untuk meningkatkan keamanan dan kenyamanan pengendara.

Kendaraan roda 3 telah banyak dikembangkan seperti pada sepeda motor yang telah dikembangkan oleh lutfianto dimana Prototipe kendaraan roda tiga hasil rancangan menggunakan revolute joint frame untuk memperoleh handling kendaraan yang lebih baik. Kendaraan tiga roda ini dirancang dengan satu penggerak belakang dimana roda belakang terdapat 2 buah. (lutfianto,2009).

Kendaraan tiga roda telah banyak diproduksi secara masal juga, namun harga yang terlalu mahal (sekitar 200 juta rupiah per unit) untuk masyarakat menengah kebawah. Salah satu produsen motor tiga roda yang dikenal yaitu piaggio dan yamaha yang memproduksi motor tiga roda dimana roda depan dua buah.





Gambar 1. Motor tiga Roda piagio MP3 Hybrid 300ie
(Sumber: <http://oto.detik.com/read/2010/07/01/>)

Proses perancangan front arm sepedamotor tiga roda menggunakan metoda perancangan dari Gerhart Phal, perancangan metode ini terdiri dari beberapa tahapan utama yaitu: Penjabaran tugas (*Clarification of the task*). Perancangan dengan konsep (*Conceptual design*). Perancangan wujud (*Embodiment design*). Perancangan dengan terperinci (*Detail design*).

Perhitungan elemen Mesin

Diameter Poros (d)

Diameter poros untuk beban lentur murni dapat ditentukan dengan persamaan (Sularso, 1991) yaitu

$$d_s = \left[\frac{10.2}{\sigma_a} M_1 \right]^{1/3} \quad (1)$$

Dimana σ_a adalah tegangan lentur yang diijinkan yang dipengaruhi oleh faktor keamanan untuk batas kelelahan puntir (Sf_1) dan faktor keamanan karena pengaruh konsentrasi tegangan (Sf_2), dengan persamaan :

$$\tau_a = \frac{\tau_b}{Sf_1 \cdot Sf_2} \quad (2)$$

τ_b = tegangan dari bahan

Sf_1 = faktor keamanan untuk batas kelelahan puntir harganya (5,6-6)

Sf_2 = faktor keamanan karena pengaruh konsentrasi tegangan harganya 1,3 s.d 3,0

Perhitungan diameter poros dengan beban lentur dan torsi menurut sularso, 1991 digunakan persamaan (3) seperti dibawah. Dengan mengingat macam beban, sifat beban. ASME menganjurkan suatu rumus untuk menghitung diameter poros secara sederhana dimana sudah dimasukkan pengaruh kelelahan karena beban berulang. Disini faktor koreksi K_t untuk momen puntir seperti terdapat dalam persamaan (2.6) akan terpakai lagi. Faktor lenturan C_b dalam perhitungan ini tidak akan dipakai, dan sebagai gantinya dipergunakan faktor koreksi K_m untuk momen lentur yang dihitung. Pada poros yang berputar dengan pembebanan momen lentur yang tetap, besarnya faktor K_m adalah 1,5. Untuk beban dengan tumbukan ringan K_m terletak antara 1,5 dan 2,0 dan untuk beban dengan tumbukan berat K_m terletak antara 2 dan 3.

$$\left[\left(\frac{5,1}{\tau_{max}} \right) \sqrt{(K_m M)^2 + (K_t T)^2} \right]^{1/3} \quad (3)$$

Metodologi

Perancangan front arm sepeda motor tiga roda menggunakan perancangan Gerhart. Phal *Wolfing Beitz*, dalam bukunya *Engineering Design*. Metoda perancangan ini terdiri dari beberapa



tahapan yaitu Penjabaran tugas (*Clarification of the task*) dimana perancangan kebutuhan dan keperluan disain front arm kendaraan roda tiga, Perancangan dengan konsep (*Conceptual design*) yaitu perancangan beberapa konsep front arm motor tiga roda yang memungkinkan untuk diimplementasikan, Perancangan wujud (*Embodiment design*) yaitu perancangan wujud front arm motor tiga roda dan Perancangan dengan terperinci (*Detail design*) dimana perancangan komponen-komponen front arm motor tiga roda dengan memperhitungkan kekuatan serta parameter lainnya.

Hasil dan Pembahasan

1. Penjabaran tugas dan Spesifikasi perancangan

Tahap ini meliputi pengumpulan informasi tentang syarat-syarat yang akan dipenuhi oleh solusi masalah tersebut dan juga batasannya. Dalam memulai perancangan membutuhkan informasi terutama tentang spesifikasi sepeda motor yang akan dimodifikasi yaitu sepeda motor matik dengan spesifikasi panjang total 1820 mm, lebar total 675 mm, tinggi 1050 mm, jarak sumbu roda 1240 mm, jarak terendah ke tanah 130 mm, tipe rangka steel tube, dan berat kosong 87 kg. Sepeda motor matik ini merupakan sepeda motor yang akan digunakan dalam perancangan mekanisme front arm sepeda motor matik roda tiga, karena disamping dimensinya yang relatif kecil, juga mudah dan nyaman dipakai di perkotaan.

Hasil perancangan yang diinginkan adalah sepeda motor menggunakan tiga roda dengan dua roda di depan dan satu roda di belakang. Sepeda motor ini juga dapat berbelok dan merebah pada saat menikung seperti sepeda motor pada umumnya.

Setelah kita mengetahui informasi tentang spesifikasi sepeda motor yang akan kita buat, maka selanjutnya kita membuat spesifikasi perancangan, yang dapat dilihat pada tabel1 spesifikasi perancangan dari mekanisme front arm sepeda motor matik roda tiga

Tabel 1. Spesifikasi Perancangan

No	Penggolongan	K / H	Persyaratan
1	Geometri	K H	- Keseluruhan dimensi sistem mempunyai besar maksimum tertentu. - Menggunakan tiga roda - Dimensi seringkas mungkin atau tidak terlalu besar
2	Kinematika	K H	- Dapat berbelok dengan sudut belok 45° - Dapat merebah dengan 45° - Dua roda berada di bagian depan - Gesekan pada <i>joint</i> sekecil mungkin
3	Gaya	K H	- Mampu menahan beban statis dan beban dinamis - Beban total sepeda motor sekecil mungkin.
4	Material	K H	- Material yang dipakai mudah diperoleh dipasaran. - Harga material yang digunakan semurah mungkin.
5	Produksi atau pembuatan	K	- Menggunakan material dan komponen standar - Dapat dibuat dengan mesin konvensional. - Tiap komponen dapat dibuat terpisah.
6	Operasi dan perawatan	K H	- Dapat dioperasikan seperti sepeda motor pada umumnya - Tidak membutuhkan keseimbangan pengendara pada saat berhenti - Pengendara tidak terkena hujan - Biaya perawatan sekecil mungkin. - Jangka waktu perawatan cukup lama. - Pemasangan atau pergantian tiap komponen dapat dilakukan dengan mudah.

2. Perancangan mesin konsep

- Penentuan masalah utama



Perancangan dengan konsep meliputi pembuatan struktur-struktur fungsi dan mencari prinsip-prinsip pemecahan masalah yang cocok untuk dikombinasikan sehingga menjadi *concept variant*. Maka spesifikasi diatas dapat disederhanakan menjadi :

- Memiliki tiga roda
- Dapat berbelok dengan sudut belok tertentu
- Dapat merebah dengan kemiringan tertentu
- Tidak membutuhkan keseimbangan pengendara pada saat berhenti
- Pengendara tidak terkena hujan

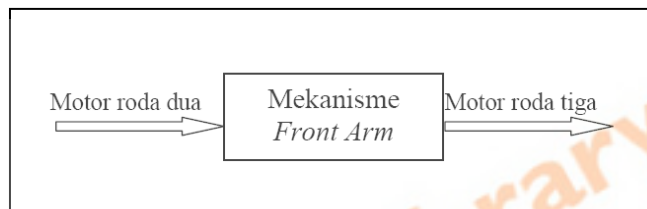
Akhirnya tugas utama perancangan dapat diformulasikan sebagai berikut :

“Buat sepeda motor roda tiga dengan dua roda di depan yang dapat berbelok dan merebah seperti sepeda motor pada umumnya, tetapi tidak membutuhkan keseimbangan pengendara pada saat berhenti dan pengendara tidak terkena hujan”.

• **Pembuatan struktur fungsi, fungsi keseluruhan, sub fungsi**

Fungsi keseluruhan

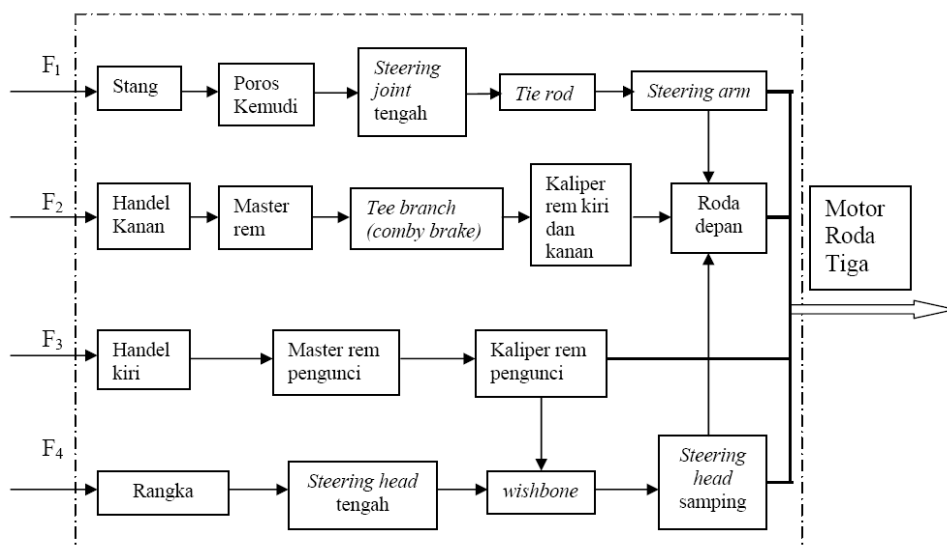
Secara garis besar fungsi keseluruhan mekanisme *front arm* dapat dinyatakan seperti gambar 2 dibawah ini :



Gambar 2. fungsi keseluruhan dari mekanisme front arm

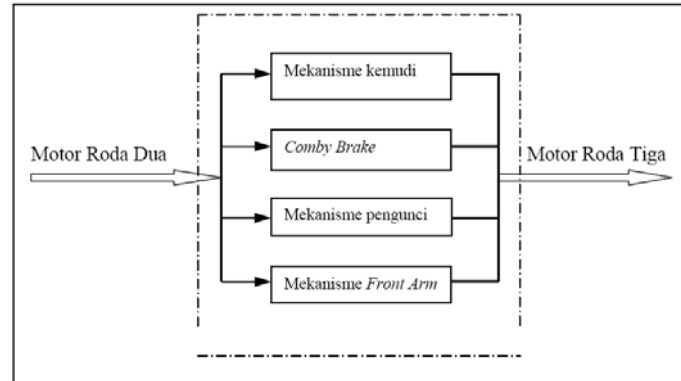
Fungsi keseluruhan dengan beberapa sub fungsi

Pada gambar 3.2 dapat dilihat bahwa input gaya berupa gaya dari tangan untuk berbelok (F_1), gaya tangan untuk pengereman (F_2), gaya tagan untuk rem pengunci (F_3) dan gaya berat badan untuk memiringkan sepeda motor (F_4) , Gaya gaya tersebut dialirkan melalui komponen-komponen mekanisme sehingga sepeda motor dapat berbelok sebesar 45° , merebah sebesar 45° , mengerem sebagaimana semestinya, serta dapat berdiri tegak tanpa harus menurunkan kaki.



Gambar 3. struktur fungsi mekanisme front arm

Maka secara garis besar struktur dapat disederhanakan menjadi :



Gambar 4. fungsi dari tugas perancangan

Sub fungsi-fungsi utama untuk menjalankan fungsi keseluruhan yang kompleks tersebut adalah :

- Gaya tangan pengendara
- Ubah menjadi torsi untuk berbelok oleh mekanisme kemudi
- Gaya dari tangan (handel rem kanan)
- Gaya diteruskan oleh mekanisme *Comby Brake* untuk melakukan pengereman
- Gaya dari tangan (handel rem kiri)
- Gaya diteruskan oleh mekanisme rem pengunci untuk mengunci rangka agar tetap bisa berdiri tegak tanpa harus menurunkan kaki pengendara
- Gaya berat badan pengendara
- Gaya diteruskan oleh mekanisme *Front Arm* untuk merebah atau miring.

Pengkajian dan penggabungan prinsip solusi masalah kedalam fungsi keseluruhan

Tabel 2. penggabungan prinsip solusi



No	Prinsip pem.mas	1	2	3
	Sub fungsi			
1	Mekanisme Front Arm	Wishbone (2 batang - 6 joint)	Titling Mechanism	
2	Mekanisme Kemudi	Tie rod	Rack and pinion	
3	Steering Joint	Cross Joint	Ball Joint	
4	Pengunci Front Arm	Manual Rem cakram	Manual Lock	Otomatis (Hidrolik)
5	Suspensi depan	Suspensi ganda (original)	Suspensi singel (modifikasi)	
6	Sambungan ke rangka	Knock down	Permanent	

1 2 3 4 5 6

Menyeleksi penggabungan kombinasi yang mungkin

untuk menghasilkan mesin briket yang memenuhi kebutuhan, ada beberapa kombinasi untuk melaksanakan tugas tersebut. Kombinasi tersebut disebut *concept variant*. Pada gambar diatas dapat diambil variant-variant yang mungkin dapat dibuat yaitu :

- o varian 1 : 1.1 - 1.2 - 1.3 - 1.4 - 1.5 - 1.6
- o varian 2 : 2.1 - 1.2 - 1.3 - 1.4 - 2.5 - 2.6
- o varian 3 : 1.1 - 1.2 - 1.3 - 2.4 - 1.5 - 1.6
- o varian 4 : 1.1 - 1.2 - 1.3 - 3.4 - 1.5 - 1.6
- o varian 5 : 1.1 - 1.2 - 1.3 - 1.4 - 1.5 - 2.6
- o varian 6 : 1.1 - 1.2 - 1.3 - 1.4 - 2.5 - 2.6

setelah terdapat varian-varian diatas maka kita harus memilih yang terbaik untuk membantu menyeleksi varian-varian diatas, dapat dipakai beberapa pertanyaan seperti :

- apakah kebutuhan (K) dalam spesifikasi sudah terpenuhi ?
- apakah secara ekonomi memungkinkan ?
- apakah mekanisme tersebut dapat bekerja secara baik ?
- apakah hasil rancangan memungkinkan untuk dibuat ?

Membuat beberapa varian

Dari hasil seleksi diatas yang disebut *concept variant*, dapat digolongkan dalam 4 buah varian yaitu :

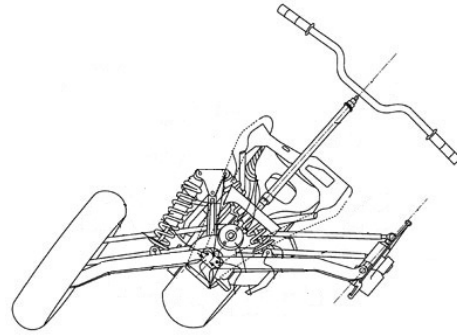
- I. varian : 1.1 - 1.2 - 1.3 - 1.4 - 1.5 - 1.6
- II. varian : 2.1 - 1.2 - 1.3 - 1.4 - 2.5 - 2.6

sehingga varian tersebut dapat gambar seperti dibawah ini :





Varian I

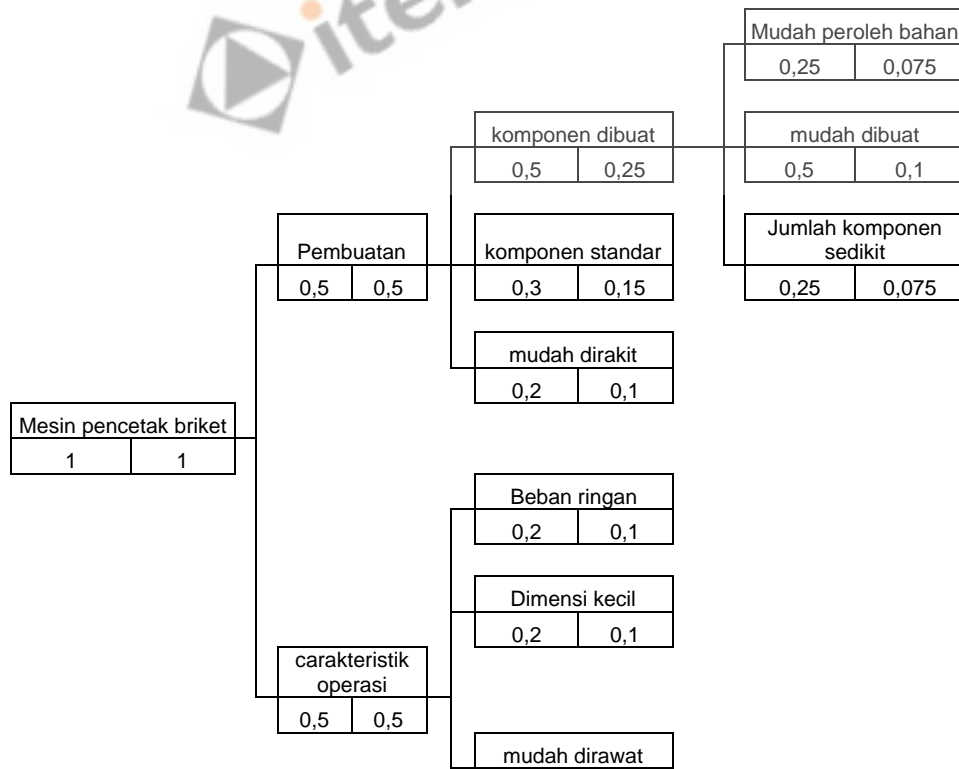


Varian II

Gambar 5. Varian-varian konsep

Evaluasi konsep varian

Dari 2 buah varian diatas kita harus memilih salah satu, untuk itu kita evaluasi dengan menggunakan yang disebut Bobot Kriteria Evaluasi (*weighting evaluation criteria*). Dimana evaluasi ini menggunakan suatu harga yang disebut *weighting factor*, yang merupakan bilangan positif dengan range 0 sampai dengan 1 atau 0 sampai 100. Bobot kriteria diberikan sesuai dengan bobot kriteria yang ditekankan oleh perancang, bobot kriteria tersebut dapat dibuat dengan menggunakan rantai objektifitas seperti gambar 6. Selanjutnya kita dapat mengevaluasi konsep varian tersebut. Evaluasi konsep varian dapat dilihat pada tabel 3.



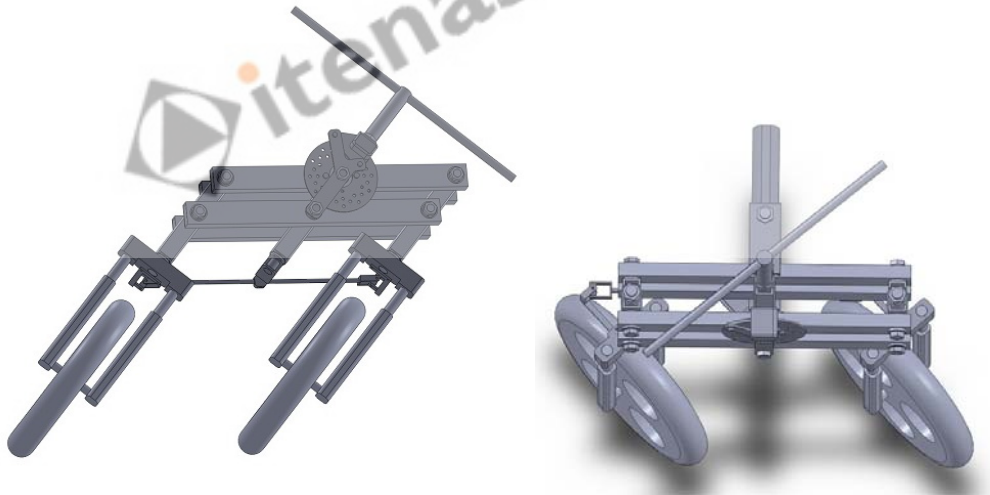
0,2	0,1
aman	
0,4	0,2

Gambar 6. Pembobotan kriteria

Tabel 3. evaluasi konsep varian

No	Kriteria Evaluasi	Bobot (W)	Varian 1		Varian 2	
			W	VW	W	VW
1	Kemudahan memperoleh bahan	0,075	5	0,375	4	0,3
2	Kemudahan dibuat	0,1	5	0,5	3	0,3
3	Jumlah komponen sedikit	0,075	5	0,375	2	0,15
4	Kemudahan komponen standar	0,15	5	0,75	2	0,3
5	Perawatan mudah	0,1	5	0,5	4	0,4
6	Beban ringan	0,1	5	0,5	3	0,3
7	Dimensi kecil	0,1	5	0,5	5	0,5
8	Mudah dirawat	0,1	5	0,5	4	0,4
9	Aman	0,2	4	0,8	5	1
ΣOWV				4,8		3,65

Maka dari hasil evaluasi berdasarkan bobot kriteria (OWV) varian 4 yang paling besar, maka varian 1 merupakan varian yang dipilih dalam perancangan, dengan mekanisme seperti gambar dibawah.



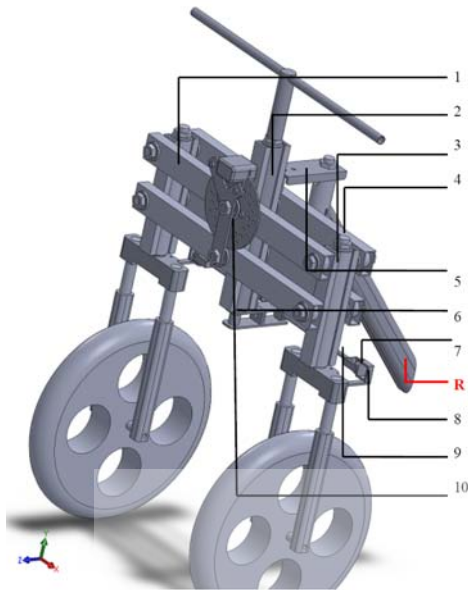
Gambar 7. Mekanisme front arm motor tiga roda

3. Perancangan wujud

Setelah perancangan konsep diatas kemudian selanjutnya perancangan wujud yaitu perhitungan bentuk/dimensi komponen-komponen mekanisme *front arm* sepeda motor matik roda tiga. Terdapat dua jenis komponen yaitu Komponen yang telah ada dipasaran dan komponen yang dirancang. Komponen yang telah ada dipasaran seperti: Rodadepan, *Shock absorber*depan, Segitiga



depan, Rem cakram, *Chome steerbawah*, Selang rem, Rem cakram, *Bearing*, Ring, Baut dan mur. Sedangkan komponen yang dirancang adalah: *Wishbone*, *Steering headtengah*, *Steering headsamping*, *Steering shafttengah*, *Steering shaftsamping*, *Tie rod*, *Cross jointtengah*, *Cross jointsamping* dan *Steering arm*



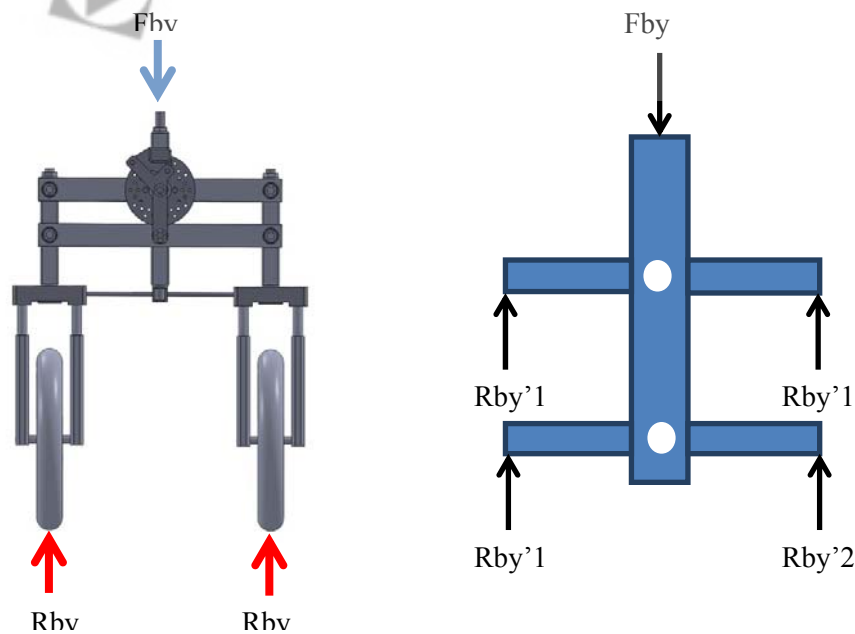
Nama-namakomponen:

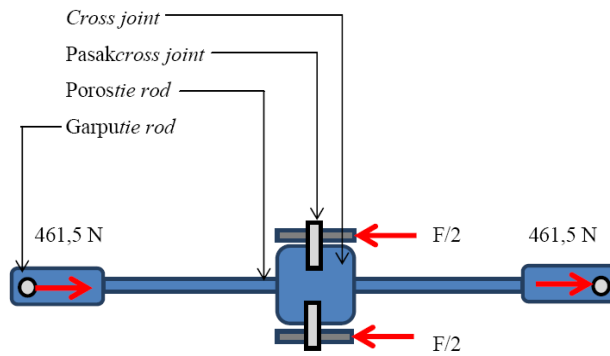
- 1. *Wishbone*
- 2. *Steering headtengah*
- 3. *Steering shaftsamping*
- 4. *Steering headsamping*
- 5. Sambungankerangka
- 6. *Steering shaft tengah*
- 7. *Cross Joint*
- 8. *Steering arm*
- 9. *Tie rod*
- 10. Rem pengunci
- R. PotonganRangkaSepeda Motor

Gambar 8. komponen front arm motor tiga roda

4. Detail Design

Setelah didapatkan konsep disain selanjutnya perhitungan kekuatan, dimensi dan bahan yang untuk setiap komponen. Dalam perhitungan diperlukan parameter-parameter dimensi maupun gaya-gaya yang bekerja pada setiap komponen tersebut yang harus diketahui terlebih dahulu. Gaya-gaya yang bekerja dapat dicari dengan memodelkan terlebih dahulu Benda Bebas seperti pada gambar dibawah ini.





Gambar 9. Diagram Benda bebas front arm motor tiga roda

Selanjutnya adalah perhitungan secara detail dimana mekanisme tersebut dirancang dari beberapa komponen dan dihitung kekuatannya. Dari perhitungan didapatkan ukuran poros adalah diameter 9,3 mm dimana poros menggunakan bahan S30C. Bearing poros wishbon yang digunakan adalah 6004 dengan umur 5844 tahun, sehingga cukup memadai untuk umur bearing dimana dengan asumsi bekerja selama 6 jam/hari selama 7 hari. pasak poroscross joint didapatkan $d = 3,83$ mm dengan menggunakan bahan S30C. Garpu tie rod untuk diameter poros sebesar $d = 10$ mm menghasilkan tegangan sebesar $\sigma = 10,9$ N/mm², masih aman dengan bahan yang digunakan ST 37. Tegangan yang terjadi pada Batang wish bone sebesar $\sigma = 8,98$ N/mm², sehingga tegangan tersebut masih memenuhi dengan memakai material ST27.

Dari hasil perancangan kemudian dilanjutkan dengan proses pembuatan dan pengujian. Hasil pembuatan dapat dilihat seperti gambar dibawah ini.



Gambar 9. Hasil pembuatan front arm motor tiga roda

Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan analisis didapatkan spesifikasi motor dimana Jarak sumbu roda (wheelbase)=150 mm, Lebar =200 mm, Tinggi stang=120 mm, Kemiringan maksimum sepeda motor adalah 45°, Pada saat motor berhenti pengendara tidak perlu menurunkan kaki karena menggunakan system pengunci rangka, dimana mekanisme pengunci masih dilakukan secara manual menggunakan rem cakram sehingga masih membutuhkan keseimbangan pengendara pada saat akan berhenti. Modifikasi ini hanya menggunakan sambungan berupa baut sehingga tidak merusak body atau rangka sepeda motor standar.

