

## RANCANG BANGUN *FRAME* SEPEDA UNTUK SISTEM *KINETIC ENERGY RECOVERY SYSTEM* (KERS)

Dhimas Satria<sup>1\*</sup>, Haryadi<sup>1</sup>, Ikhsan Maulana Arif<sup>1</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Mesin Universitas Sultan Ageng Tirtayasa  
Jln. Jend.Soedirman Km.03 Cilegon

\*Email: dhimas@untirta.ac.id

### Abstrak

Dengan terus berkembangnya zaman, sepeda semakin banyak digunakan dari kalangan anak kecil hingga dewasa yang menggunakannya dan penggunaan sepeda bukan hanya sebagai alat transportasi melainkan juga seperti olahraga. Maka perlu adanya sepeda yang dapat merakyat dan mudah diterima di kalangan masyarakat dari berbagai kalangan pria maupun wanita dan juga aman untuk penggunaannya. Oleh karena itu, pada penelitian ini menggunakan metode Pahl dan Beitz untuk merancang desain sepeda yang diinginkan, dimana sepeda yang diharapkan dapat dipakai oleh beberapa kalangan yaitu untuk pria atau pun wanita yang digunakan nyaman, aman dan bergaya untuk jenis *frame* sepeda. Dari hasil perhitungan pada perancangan *frame* sepeda hybrid dengan sistem KERS, jenis *frame* yang digunakan adalah tipe *diamond* yang akan dipasang *flywheel*, ACCU dan motor. Semua komponen batang memiliki tegangan yang lebih kecil dari tegangan desain atau nilai *safety factor* yang di dapat lebih besar dari 2, sehingga desain setiap batang pada *frame* sepeda untuk sistem *Kinetic Energy Recovery System* (KERS).

**Kata kunci:** *Frame*, metode Pahl dan Beitz, rancang bangun, sepeda

## 1. PENDAHULUAN

Dengan terus berkembangnya zaman, sepeda semakin banyak digunakan dari kalangan anak kecil hingga dewasa dan penggunaan sepeda bukan hanya sebagai alat transportasi melainkan juga seperti olahraga.

Penggunaan sepeda juga merupakan salah satu alternatif transportasi untuk mengurangi tingkat polusi yang ada di Indonesia bila dibandingkan menggunakan sepeda motor. Sepeda juga dapat mengurangi bahan bakar fosil yang ada di Bumi yang sudah semakin berkurang dan akan habis. Oleh sebab itu, sangat baik menggunakan sepeda agar mengurangi tingkat polusi,

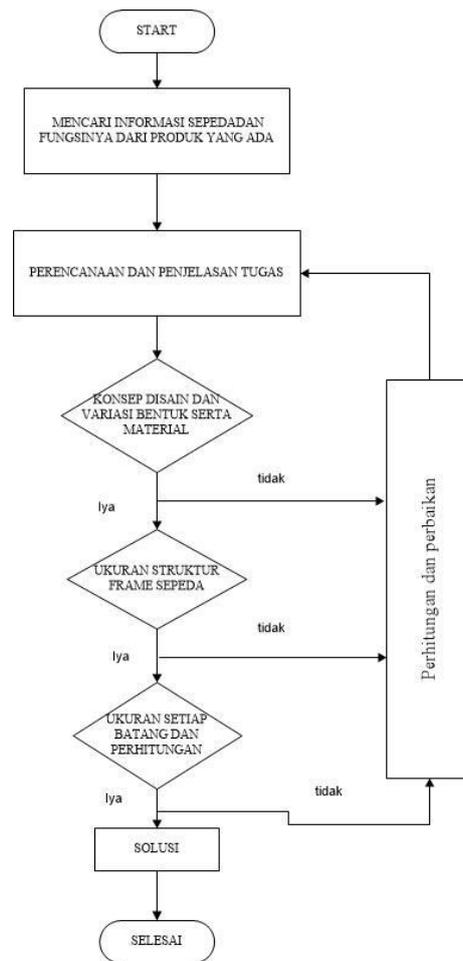
Bermacam-macam energi dapat digunakan sebagai *hybrid*, salah satunya dengan menggunakan *flywheel* serta dengan sistem *Kinetic Energy Recovery System* (KERS), namun bukan hanya sistem tenaga sepeda saja yang bisa diubah, disain sepeda pun juga bisa diubah karena disain sepeda semakin lama semakin berkembang. Desain sepeda *hybrid* pun sudah banyak bermunculan dari untuk anak-anak hingga dewasa. Agar penggunaannya tertarik terhadap disain sepeda *hybrid* dan hal terpenting juga keamanan (*safety*) agar penggunaannya aman. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan merancang *frame* sepeda yang dapat digunakan untuk *Kinetic Energy Recovery System* (KERS).

## 2. METODELOGI

### 2.1 Diagram Alir

Langkah untuk perencanaan produk dapat dijabarkan beberapa langkah sebagai berikut: Penjelasan Umum terkait sepeda serta fungsinya, membuat tingkat prioritas produk sepeda, menjabarkan konsep produk, memilih varian terbaik, memberikan nilai ukuran dan sebagainya serta tingkat *safety* (keamanan), pemberian bentuk akhir (detail)

Sesuai dengan penjabaran yang ada di atas maka dapat dibuat diagram alir sesuai dengan metode pahl and beitz



Gambar 1. Diagram alir perancangan

## 2.2 Requirement List

Pada tahap ini menjelaskan dan mendefinisikan tugas dengan cara menjabarkan tugas tersebut ke dalam requirement list, berisikan batasan-batasan yang harus dipenuhi (*demands*) dan batasan-batasan yang diharapkan dapat dipenuhi (*wishes*). Berikut ini dalam tabel 1 dijabarkan mengenai *requirement list* dalam perancangan sepeda *hybrid* dengan metode Pahl-Beitz.

Tabel 1. *Requirement list*

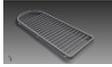
Requiment list	Uraian	D=demand W=wishes
performa	Ringan	D
	dapat menopang penumpang plus barang bawaan	W
	menyimpan listrik yang cukup	W
perawatan	dapat men <i>charge</i> kayuhan	D
	mudah dalam perawatan	D
manufaktur	kemudahan peroleh bahan baku	D
	biaya produksi terjangkau	D
perakitan	mudah dibuat	D
	mudah dirakit	D
	mudah di bongkar pasang	W
keamanan	mekanisme tidak membahayakan	D
	mekanisme KERS aman dalam kondisi	W

	hujan	
	Ergonomis	D
<b>bentuk</b>	permukaan sepeda tidak melukai pengguna	W
	warna yang unisex	W
<b>biaya</b>	biaya produk yang dapat di jangkau	W

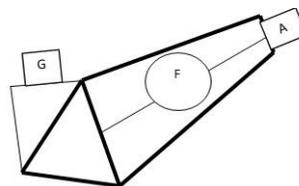
### 2.3 Solusi dan Subfungsi

Ada beberapa kombinasi solusi dan subfungsi dalam penentuan jenis komponen yang akan dirangkai dalam perancangan sepeda bertenaga *hybrid*, sehingga keluaran yang dihasilkan benar-benar sesuai dengan pilihan dari hasil perhitungan yang matang atas beberapa alternatif pilihan. Tabel 2 menunjukkan beberapa solusi/subfungsi yang diambil untuk dilakukan pemilihan kombinasi varian terbaik untuk perancangan.

**Tabel 2. Solusi dan subfungsi**

No		A	B	C
	prinsip			
1.	Bentuk Frame			
2.	Posisi FlyWHEEL	Ditengah	Dibelakang	-
3.	Penopang generator			
4.	Posisi ACCU	Di tengah	Di belakang	Di depan

### 2.4 Pemilihan Varian terbaik



**Gambar 2. Varian frame terbaik**

Varian tersebut dengan bentuk sepeda *diamond* dimana jenis sepeda ini dapat dipakai oleh pria dan juga wanita dengan posisi *flywheel* berada di tengah dimana dalam hal ini diantara bagian *up tube* dan *down tube* sepeda dan posisi ACCU berada di depan. hal ini terpilih dengan bentuk yang bisa di terima oleh wanita maupun pria serta penempatan komponen yang lebih aman.

### 2.5 Varian Material

Berikut merupakan jenis material yang paling sering untuk dijadikan sebagai material sepeda, diantaranya : Steel, High Tensile, Alumunium Alloy seri 6\*\*\*, Alumunium Alloy seri

7\*\*\*, Serat karbon, Titanium. Ada beberapa kriteria yang harus dipenuhi dalam pemilihan material *frame*, agar material *frame* sepeda dapat mendukung kerja baik dari segi performa maupun biaya. Tahan Karat : Perlu *frame* yang tahan karat karena bisa lebih tahan lama dan cuaca yang tidak menentu yaitu hujan dan panas yang cenderung mudah berkarat. Kuat dan tahan lama : Material sepeda harus mampu menahan tegangan yang akan terjadi. Produksi : sepeda dapat diproduksi dengan metode yang mudah. *Assembly* : *Frame* harus dapat di *assembly* dengan mudah. Biaya : Biaya material rendah dan dengan proses produksi yang mudah, maka diharapkan dapat menekan biaya dalam pembuatan *frame* sepeda. Daur ulang : Material *frame* dapat didaur ulang apabila *frame* sudah rusak dan tidak bisa diperbaiki lagi. Dengan memperhatikan evaluasi kriteria, material yang terpilih adalah material yang dapat memenuhi kriteria diatas, yaitu aluminium untuk dijadikan sebagai material sepeda. Material aluminium yang mudah didapatkan adalah jenis aluminium alloy 6 untuk jenis tube adalah 6063 dengan kekuatan tarik sebesar 70 Mpa.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tujuan sepeda ini diperuntukan untuk dewasa sekitar umur 17-30 tahun dimana dengan data yang di dapat sebagai berikut,

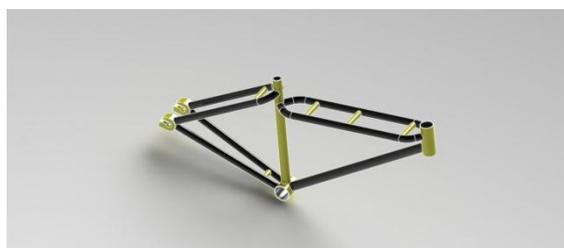
**Tabel 3. Ukuran tinggi badan di Indonesia**

Tinggi badan (cm)	
Laki-laki	165.68
perempuan	153.72

Lalu untuk mendapatkan geometri yang nyaman serta energi kayuh yang di dapat kesimpulan nilai seat tube angle sebesar 73° (Batan, 2010). Sehingga tabel struktur geometri terbaru dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4. Struktur geometri sepeda yang telah dimoifikasi**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Head tube angle	Head tube length	Head tube diameter	Seat tube angle	Seat tube length	Top tube actual	Top tube effective	Front center	Rear center
72,13	110	38/34	73	376.5	553	528,84	587	429

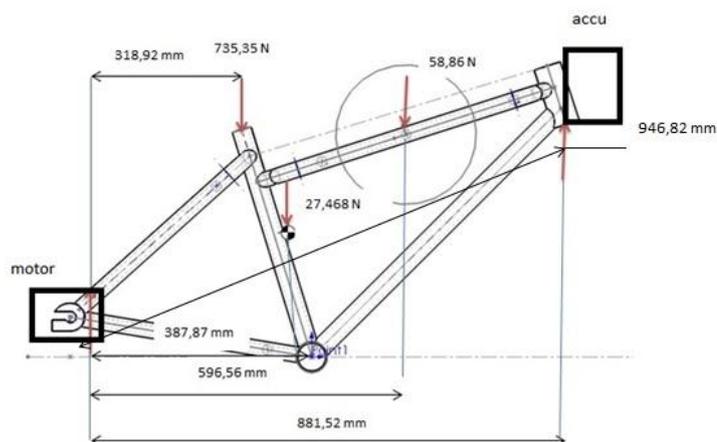


**Gambar 3. Desain *frame* sepeda**

#### 3.1 Gaya Setiap Batang

Menggambar diagram benda bebas rangka sepeda dengan perhitungan setiap simpul pada batang sepeda.

- Material komponen : Alumunium Alloy (Al 6063)
- Density : 2710 Kg/m<sup>3</sup>
- Massa total *Frame* : 2,8 Kg
- Massa rata-rata pengendara yang digunakan : 75 Kg
- Massa *flywheel* : 6 Kg



**Gambar 4. Aksi yang diberikan**

Dari data-data diatas di dapat berat

**Tabel 5. Gaya gaya awal yang diberikan**

	Massa (kg)	Berat (Newton)
Frame	2,9	28,449
Pengendara	75	735,75
Flywheel	6	58,86
Motor	2	19,6
2 buah ACCU	4	39,2

Lalu di dapat gaya-gaya yang bereaksi ketika diberi gaya dengan hasil sebagai berikut

**Tabel 6. Reaksi setiap batang**

Batang	Gaya yang bereaksi (Newton)
Seat stay	691,921
Seat chain	675,922
Seat tube atas	1152,501
Seat tube bawah	1119,578
Down tube	581,073
Up tube	102,569
Head tube	300,02

### 3.2 Analisa Tegangan Komponen Rangka Sepeda Dengan Bahan Alumunium Al 6063

Untuk Material Alumunium Alloy 6063 dimana memiliki tegangan yield material sebesar 7 ksi atau  $70 \times 10^6 \text{ N/m}^2$  atau  $70.000.000 \text{ N/m}^2$ . Untuk memastikan komponen tersebut aman atau tidak, maka tegangan yang terjadi harus lebih kecil dari tegangan desain setelah dibagi faktor keamanan.

Tegangan yang terjadi = (gaya / luas permukaan)

Tegangan desain adalah  $70 \times 10^6 / 2 = 35 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ , sehingga batas maksimum tegangan harus lebih kecil dari tegangan desain atau lebih besar dari nilai *safety factor* sebesar 2. Untuk tegangan komponen yang terjadi pada setiap batang dapat dilihat pada tabel 7. Dari tabel 7 terlihat bahwa

semua komponen batang memiliki tegangan yang lebih kecil dari tegangan desain atau nilai *safety factor* yang di dapat lebih besar dari 2, sehingga desain setiap batang pada *frame* sepeda untuk sistem *Kinetic Energy Recovery System* (KERS).

**Tabel 7. Tegangan yang terjadi ada setiap batang**

batang	D2 (mm)	D1 (mm)	luas permukaan (m <sup>2</sup> )	gaya	tegangan (N/m <sup>2</sup> x 10 <sup>6</sup> )	Sf ( <i>safety factor</i> )
seat stay	32	26	0,00027318	691,921	2,532839	13,81849 (Aman)
seat chain	25	19	0,00020724	675,922	3,261542	10,73112 (Aman)
seat tube atas	32	26	0,00027318	1152,501	4,218834	8,296132 (Aman)
seat tube bawah	32	26	0,00027318	1119,578	4,098316	8,540093 (Aman)
down tube	32	26	0,00027318	581,073	2,12707	16,45456 (Aman)
up tube	25	19	0,00020724	102,569	0,494929	70,71727 (Aman)
head tube	32	26	0,00022608	300,02	1,327052	26,37424 (Aman)

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan pada perancangan *frame* sepeda *hybrid* dengan sistem KERS, jenis *frame* yang digunakan adalah tipe *diamond* yang akan dipasang *flywheel*, ACCU dan motor. Semua komponen batang memiliki tegangan yang lebih kecil dari tegangan desain atau nilai *safety factor* yang di dapat lebih besar dari 2, sehingga desain setiap batang pada *frame* sepeda untuk sistem *Kinetic Energy Recovery System* (KERS).

#### DAFTAR PUSTAKA

- Athaya, 2008, Tentang sepeda, [http://poinmascyclingclub.wordpress.com/tentang\\_sepeda/](http://poinmascyclingclub.wordpress.com/tentang_sepeda/), diakses tanggal 14 Januari 2015
- Atmadja, D.S., 20.., Perencanaan regresi tinggi badan terhadap panjang tulang tugkai bawah : penelitian pada suatu populasi dewasa muda di Indonesia, Universitas Indonesia, Depok.
- Batan, I.M.L., Suhardiman, T.L dan Berata. W, 2010, Rancang bangun rangka fleskibel dalam upaya optimasi geometri rangka sepeda, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Chandry, R., 2007, Pemodelan matematika pada analisa kekuatan desain sepeda lipat akibat efek dinamis maksimal, Politeknik Negeri Padang, Padang.
- Gozali, A., 2012, Bahan Frame sepeda, [http://allengozalicycling\\_blogspot.com2012/06/bahan-frame-sepeda.html](http://allengozalicycling_blogspot.com2012/06/bahan-frame-sepeda.html), diakses tanggal 26 Februari 2015
- Herdanto, R., dan Batan, I.M.L., 2013, Rancang bangun sepeda multi gender, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Kurniawan, D. Dan Tristiyono, B., 2012, Desain sepeda kampus sebagai sarana penunjang mobilitas mahasiswa di dalam kampus studi kasus : Institut Teknologi Sepuluh November, Jurusan Produk Indsutri, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Munawar, H.P., 2009, Aplikasi QFD (*Quality Function Deployment*) pada stabilitas dinamik motor full otomatis (Skuter matik), Univeritas Indonesia, Depok.
- Nagara, Y.T., 2010, Desain Frame sepeda listri untuk remaja SMP di daerah perkotaan dengan konep stylish dan friendly, Jurusan Desain Produk Industri, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Rachmat, A.A, 2008, " Tahapan Perancangan.", Politeknik Bandung, Bandung.

Satria, D. 2014, "Elemen Mesin 2.", Serang: UNTIRTA PRESS.

Yaphet, A.A., 2001, Analisis Pengaruh variasi geometri terhadap energi kinetik yang mampu disimpan oleh flywheel pada sistem eletro mechanical KERS, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.