

PENGEMBANGAN DESAIN SEPEDA DENGAN METODA CONCEPT DEVELOPMENT

Ahmad Zubair Sultan¹⁾

Abstrak: Tulisan ini bertujuan untuk mendeskripsikan bagaimana penerapan metode *Concept Development* (pengembangan konsep) dalam pengembangan desain sepeda. *Concept Development* adalah merupakan kelanjutan dari metode QFD (*Quality Function Deployment*), dimana QFD sendiri merupakan piranti yang digunakan untuk menerjemahkan *actual quality characteristic* yang diharapkan oleh konsumen menjadi *substitute quality characteristic* yang mampu diproduksi oleh pabrik. Penerapan metode *Concept Development* sendiri dapat dilakukan secara bertahap dengan cara: 1. Perancangan Konsep (*Concept design*), 2. Pemilihan Konsep (*Concept Selection*), 3. Penilaian konsep (*Concept Scoring*) dan 4. Perhitungan dimensi dan kekuatan dari konsep terpilih. Tahap pertama adalah tahap pembuatan beberapa macam model yang dirancang berdasarkan atas spesifikasi teknis dan permintaan konsumen (*Voice of Customer*) yang dapat mengarahkan kualitas produk. Tahap kedua dilakukan dengan metode *concept screening* dimana semua konsep yang merupakan hasil disain akan dibandingkan. Dari tahap ini akan diperoleh konsep yang bisa lanjut ke tahap berikutnya. Pada tahap ketiga akan dilakukan *concept scoring*, berdasarkan pembobotan akan diperoleh satu konsep terpilih yang merupakan konsep terbaik berdasarkan permintaan konsumen dimana sampel diambil. Kemudian konsep terpilih akan dirancang secara detail dalam tahap keempat. Pada tahap ini diadakan perhitungan kekuatan dari konstruksi frame yang terpilih dalam pemilihan konsep. Dari kelima konsep (A, B, C, D dan E) yang diusulkan pada tahap pertama, diperoleh tiga konsep yang layak dilanjutkan pada tahap kedua, yaitu konsep AB, konsep D dan konsep E. Konsep AB merupakan konsep gabungan antara Konsep A dan B. Hal ini dilakukan karena dari hasil pemilihan konsep, konsep A dan B memiliki ranking yang sama. Pada tahap ketiga diperoleh satu konsep yang merupakan konsep terpilih karena mempunyai bobot paling tinggi yaitu konsep AB. Selanjutnya konsep AB inilah yang akan dikembangkan dalam tahap keempat.

Kata Kunci: Pengembangan Konsep, Ansys, QFD.

I. PENDAHULUAN

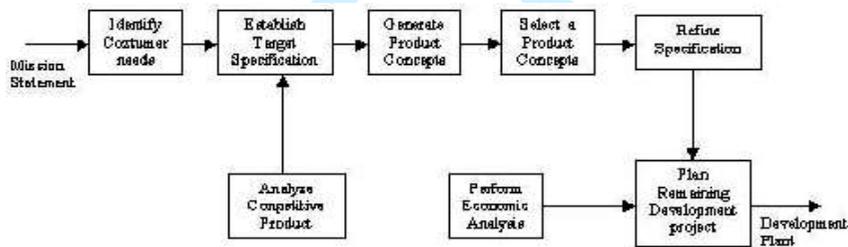
Konsep mutu sering dianggap sebagai ukuran relatif kebaikan suatu produk atau jasa yang terdiri atas mutu desain dan mutu kesesuaian. Menurut *Crosby* mutu desain merupakan spesifikasi produk yaitu ukuran seberapa jauh suatu produk memenuhi persyaratan mutu yang ada (*conformance to requirement*), sedang menurut *Juran* mutu kesesuaian merupakan kecocokan penggunaan produk (*fitness for use*) untuk memenuhi dan kepuasan pelanggan. Sejalan dengan itu *Feigenbaum* mendefinisikan kualitas sebagai kepuasan pelanggan sepenuhnya (*full customer satisfaction*).

¹ Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

Kualitas suatu produk merupakan salah satu faktor penting dalam meningkatkan daya saing produk, dan kualitas sendiri merupakan kondisi yang selalu berubah. Menurut **Garvin** kualitas suatu kondisi dinamis yang berhubungan dengan produk, manusia/tenaga kerja, proses dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi harapan konsumen. Apa yang dianggap bermutu saat ini, mungkin akan dianggap tidak bermutu lagi pada masa yang akan datang. Selain karena adanya produk lain yang menawarkan kelebihan baru juga karena keinginan/selera konsumen yang memang selalu berubah.

Oleh karena itu, pengembangan produk (*product development*) merupakan suatu hal yang tidak bisa diabaikan oleh industri manufaktur sebagai produsen. Salah satu metode pengembangan produk yang ada adalah pengembangan konsep (*Concept Development*). Pengembangan konsep adalah merupakan kelanjutan dari metode *Quality Function Deployment (QFD)*. QFD sendiri merupakan piranti yang digunakan untuk menerjemahkan *actual quality characteristic* yang diharapkan oleh konsumen menjadi *substitute quality characteristic* yang mampu diproduksi oleh pabrik.

Berdasarkan atas spesifikasi teknis dan permintaan konsumen (*Voice of Customer*) akan diwujudkan konsep yang akan dapat mengarahkan kualitas produk. Secara umum diagram alir fase pengembangan konsep dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Pengembangan Konsep

Delapan tahapan tersebut dilakukan oleh beberapa orang yang tergabung dalam suatu tim (*Development Team*) yang terdiri dari bagian Marketing, Designer, Manufacture, dan Quality Control. Maksud dari masing-masing tahapan adalah :

- 1) Mengidentifikasi kebutuhan konsumen
Sasaran adalah untuk memenuhi kebutuhan konsumen dan mengkomunikasikannya secara efektif kepada Development Team.
- 2) Membuat target spesifikasi
Sasarannya adalah menentukan spesifikasi produk, yang merupakan translasi dari apa yang dibutuhkan oleh konsumen kedalam terminologi teknis.
- 3) Analisa dari kompetisi produk
Sasarannya adalah memahami spesifikasi produk yang sudah ada di pasaran, sehingga bisa dikembangkan produk yang mempunyai keunggulan dibanding produk sejenis yang sudah lebih dahulu ada dipasaran.

- 4) Pengembangan konsep
Sasaran adalah untuk melihat lebih jauh apakah produk yang akan dibuat sudah memenuhi kebutuhan konsumen.
- 5) Pemilihan Konsep
Sasarannya adalah menyeleksi konsep-konsep yang ditawarkan oleh anggota Development Team melalui metode screening dan scoring, sehingga diperoleh disain produk yang yang memenuhi kriteria konsumen, biaya murah dapat diproses dan dapat diperiksa (kontrol kualitas).
- 6) Penyempurnaan spesifikasi
Sasarannya adalah menetapkan kembali atau menyempurnakan spesifikasi produk dari konsep terpilih.
- 7) Analisa secara ekonomi
Sasarannya adalah untuk menghitung biaya pengembangan dan pembuatan untuk jangka waktu tertentu serta untuk membuat model produk yang bernilai ekonomis.
- 8) Perencanaan proyek
Sasarannya adalah menetapkan jadwal pelaksanaan proyek secara keseluruhan (pengembangan produk, pengadaan material, penetapan biaya produksi, pemilihan staf, penentuan waktu produk selesai, kontrol kualitas dan pengiriman ke konsumen).

II. METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dibagi dalam beberapa tahap dan secara singkat dijelaskan pada diagram alir sebagai berikut:



Secara rinci, metode penelitian dijelaskan sebagai berikut:

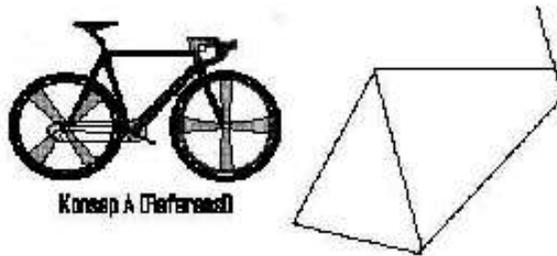
- 1) Hasil Pengembangan Desain dengan metode QFD
Dari pengembangan desain dengan metode QFD (Sultan, Sinergi April 2008) telah diidentifikasi komponen-komponen yang memiliki prosentase terbesar untuk pengembangan desain sepeda yaitu fork depan, frame, setang dan pedal, velg dan sistem pengereman. Sasaran tahap ini adalah untuk menerjemahkan keinginan/kebutuhan kosumen ke dalam terminologi teknis (spesifikasi produk). Selain itu untuk memahami spesifikasi produk yang sudah ada, sehingga bisa dikembangkan produk yang mempunyai keunggulan dibanding produk sejenis yang sudah lebih dahulu ada dipasaran.
- 2) Perancangan Konsep
Sasarannya adalah mendesain berbagai macam model (konsep) produk yang dirasa layak untuk dikembangkan dan diproduksi secara missal. Perancangan konsep ini mengacu pada syarat yang harus dipenuhi baik dari segi fungsi, material ataupun dimensi produk yang diperoleh dari tahap QFD sebelumnya.
- 3) Pemilihan Konsep
Sasarannya adalah menyeleksi model (konsep) yang ditawarkan tim pengembang yang ada. Melalui metode *concept screening*, model-model yang ada diseleksi dan disaring dengan membandingkan berbagai kelebihan dan kekurangan dari masing-masing model terhadap model lainnya. Dari tahap ini akan diperoleh beberapa disain produk yang yang memenuhi kriteria konsumen, biaya murah, dapat diproses dan dapat diperiksa (kontrol kualitas). Pada tahap ini juga dimungkinkan adanya pengabungan disain dari dua atau lebih model yang ada.
- 4) Penilaian Konsep
Sasarannya adalah menetapkan satu konsep terpilih berdasarkan pembobotan yang dilakukan terhadap model (konsep) hasil dari tahap sebelumnya.
- 5) Perhitungan Dimensi dan Kekuatan dari Konsep Terpilih
Sasarannya adalah menentukan dimensi dan kekuatan komponen-komponen yang akan diproduksi. Hal ini berguna untuk penentuan material dan pemilihan proses yang sesuai dengan produk yang diinginkan. Selain itu juga diadakan penyempurnaan spesifikasi produk dari konsep terpilih.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

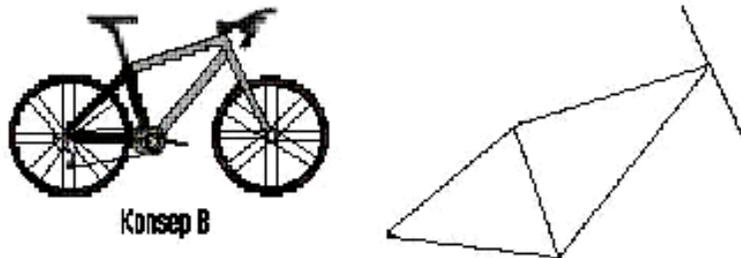
1. Pembuatan Konsep

Adapun konsep yang akan dikembangkan adalah :



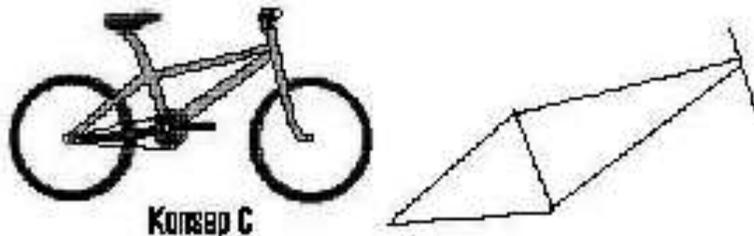
Gambar 2. Konsep A

Sepeda ini digunakan pada jalanan aspal dan balapan dengan jarak yang sangat jauh. Gambar diagram yang dibuat disampingnya terdiri dari dua buah segitiga yang menggambarkan geometri dari frame sepeda. Konsep ini disebut konsep A dan merupakan konsep referensi.



Gambar 3. Konsep B

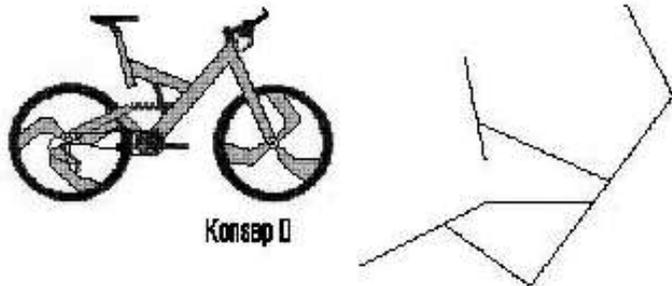
Sepeda ini didisain untuk penggunaan off-road atau jalanan yang berbatu-batu, tidak rata atau jalanan yang becek dan kondisi jalan yang serupa lainnya. Diagram segitiga menunjukkan disain framenya. Konsep ini disebut Konsep B



Gambar 4. Konsep C

Sepeda ini didisain untuk melakukan trick pada lintasan khusus. Sepeda ini didisain agar bisa terangkat dengan cepat, melakukan putaran, atau melompat. Konsep ini akan disebut Konsep C.

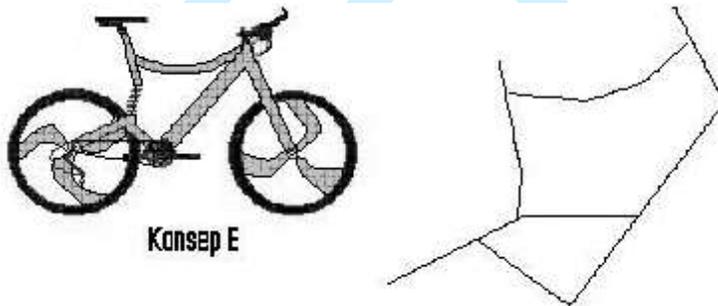
Sepeda ini didisain dengan pegas untuk menyerap getaran pada roda belakang. Geometri framanya menggunakan poligon yang lebih rumit dan lebih banyak. Konsep ini disebut konsep D.



Konsep D

Gambar 5. Konsep D

Disain sepeda ini hampir sama dengan konsep D, perbedaannya terletak pada posisi pegas, serta palang atas pada framanya. Konsep ini disebut konsep E.



Konsep E

Gambar 6. Konsep E

Dari kelima konsep pengembangan ini bisa dilihat perbedaan dari masing masing tipe terhadap tipe A (referensi).

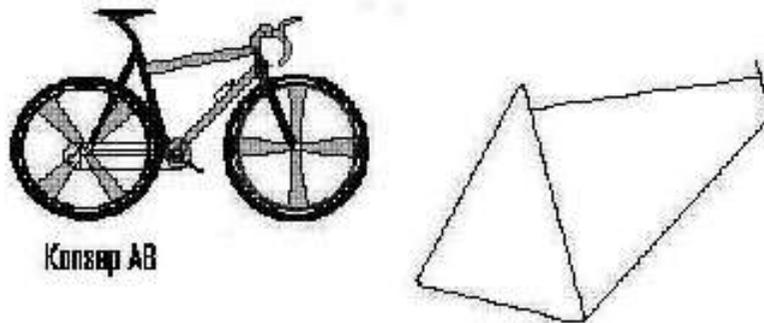
2. Seleksi Konsep Sepeda

Metode yang digunakan dalam seleksi konsep adalah metode seleksi Ulrich. Metode ini terdiri dari dua tahapan yaitu Penyaringan Konsep (*Concept Screening*) dan Penilaian Konsep (*Concept Scoring*).

Tabel 1. Matriks penyaringan konsep

Kriteria Seleksi	Konsep-Konsep				
	Konsep A	Konsep B	Konsep C	Konsep D	Konsep E
Harga	0	0	+	-	-
Konstruksi Fork	0	0	-	+	+
2 in 1	0	0	-	+	+
Kapasitas / Bahan	0	0	-	0	0
Dual Tone	0	0	0	0	0
Kelistrikan	0	0	0	0	0
Brake System	0	0	0	+	+
Speed & Odometer	0	0	0	0	0
Frame & Velg	0	0	-	+	+
Stang & Pedal	0	0	-	+	+
Konstruksi Frame	0	0	0	+	0
Speed Gear	0	0	0	+	+
Tools	0	0	0	0	0
Manual	0	0	0	0	0
Jumlah +	0	0	1	6	5
Jumlah 0	14	14	8	6	7
Jumlah -	0	0	5	1	1
Skor Bersih	0	0	-4	5	4
Rangking	3	3	5	1	2
Continue ?	Combine	Combine	No	Yes	Yes

Konsep A dan B akan digabung karena mempunyai rangking yang sama. Frame ini merupakan kombinasi konsep Mountain bike dan Road bike.



Gambar 7. Kombinasi Konsep A dan B

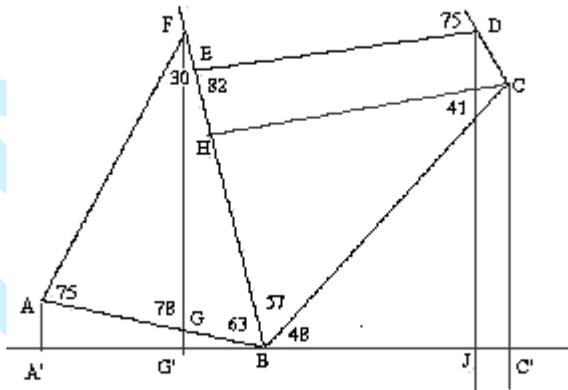
3. Penilaian Konsep

Pada penilaian konsep konsep D akan digunakan sebagai referensi karena mempunyai rangking tertinggi pada proses penyaringan konsep.

		Konsep-Konsep					
		Konsep AB		Konsep D		Konsep E	
Kriteria Seleksi	Bobot (%)	Rating	Skor Bobot	Rating	Skor Bobot	Rating	Skor Bobot
Harga	12.16 %	4	0.4864	3	0.3648	4	0.4864
Konstruksi Fork 2 in 1	11.41 %	3	0.3423	3	0.3423	3	0.3423
Kapasitas / Bahan Dual Tone	6.48 %	2	0.1296	3	0.1944	2	0.1296
Kelistrikan	3.06 %	3	0.0918	3	0.0918	3	0.0918
Brake System	4.04 %	3	0.1212	3	0.1212	3	0.1212
Speed & Odometer	3.34 %	3	0.1002	3	0.1002	3	0.1002
Frame & Velg	6.92 %	3	0.2076	3	0.2076	3	0.2076
Stang & Pedal	6.41 %	3	0.1923	3	0.1923	3	0.1923
Konstruksi Frame	9.46 %	5	0.473	3	0.2838	5	0.473
Speed Gear	10.05 %	2	0.201	3	0.3015	2	0.201
Tools	10.51 %	5	0.5255	3	0.3153	4	0.4204
Manual	6.63 %	3	0.1989	3	0.1989	3	0.1989
	5.97 %	3	0.1791	3	0.1791	3	0.1791
	3.54 %	3	0.1062	3	0.1062	3	0.1062
	Total Skor	3.3551		2.9994		3.2500	
	Rangking	1		3		2	
	Continue ?	Developed		No		No	

4. Perhitungan frame

4.1 Perhitungan panjang batang



Gambar 8. Dimensi Frame

Dari konsep yang terpilih, dimensi yang telah ditentukan secara teknis adalah (lihat gambar) :

Head angle = 75° ,

Seat angle = 82° ,
 Back angle = 75°
 Jarak $FG' = 55$ mm
 Jarak $EF = 7$ mm
 Jarak $DC = 10$ mm
 Jarak $AB = 45$ mm

Dengan demikian dimensi (panjang dan sudut) batang yang lain dapat ditentukan, yaitu :

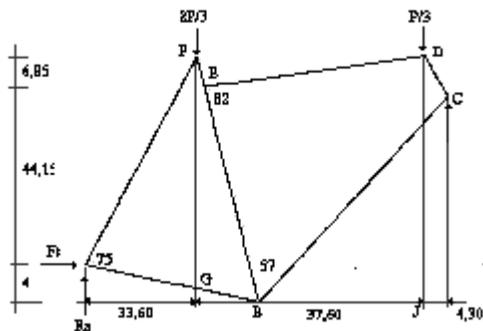
Batang $AF = 53,70$ mm
 Batang $BF = 57,50$ mm
 Batang $EB = 50,50$ mm
 Batang $HB = 41,50$ mm
 Batang $BC = 62,60$ mm
 Jarak $BC' = 41,90$ mm
 Jarak $BJ = BC' = 41,90$ mm
 Jarak $BG' = 11,40$ mm
 Jarak $A'G' = 33,60$ mm

4.2 Perhitungan konstruksi batang

Konstruksi frame dianggap adalah **rangka batang**, dengan demikian frame ini dianggap sebagai satu kesatuan.

Beban yang timbul pada frame adalah beban statis akibat berat pengendara dan beban dinamis akibat putaran roda belakang. Beban statis didukung oleh roda belakang dan roda depan.

Diasumsi bahwa $2/3$ dari berat pengendara diterima oleh roda belakang sedangkan roda depan hanya menerima $1/3$ berat pengendara, dan diasumsi juga bahwa pengendara mampu menghasilkan daya sebesar $0,75$ HP



Gambar 9. Diagram Benda Bebas Frame

Beban dinamis

Berat pengendara $W_o = P = 150$ kg

Kecepatan $V = 30$ km/jam

Daya HP = 0,75 HP, dimana 1 HP = 75 kgm/s

$$F_t = HP / V$$

$$F_t = 0,75 \times 75 / 30000/3600$$

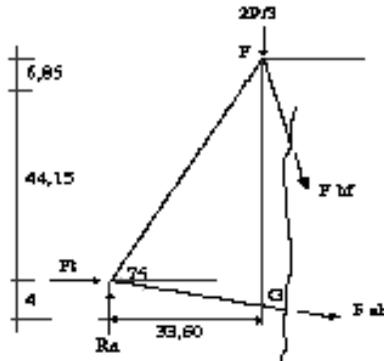
$$F_t = 6,75 \text{ kg}$$

Dengan menggunakan diagram benda bebas diatas ;

$$\sum M_a = 0 \quad R_c = 91,66 \text{ kg}$$

$$\sum M_c = 0 \quad R_a = 58,34 \text{ kg}$$

Konstruksi frame dianggap adalah **rangka batang**, maka gaya dalam pada batang penyusun konstruksi frame dapat dihitung dengan metode irisan.



Gambar 10. Irisan I Pada Frame

Dari gambar diperoleh :

$$FE \cos 12^\circ = 6,85$$

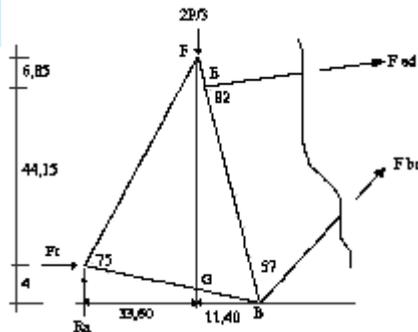
$$FA \cos 18^\circ = 51$$

Perhitungan gaya dalam batang BF

$$\sum M_a = 0 \quad F_{bf} = F_{bf} = -77,24 \text{ kg (batang BF adalah batang tekan)}$$

Perhitungan gaya dalam batang AB

$$\sum M_f = 0 \quad F_{ab} = F_{ab} = 37,67 \text{ kg (batang AB adalah batang tarik)}$$



Gambar 11. Irisan II Pada Frame

Perhitungan gaya dalam batang ED

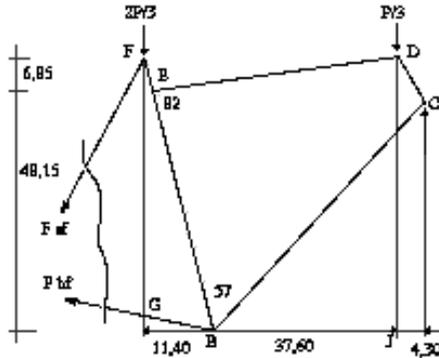
$$\sum M_b = 0 \quad F_{ed} = - 30,75 \text{ kg (batang ED adalah batang tekan)}$$

Perhitungan gaya dalam batang BC

Dari gambar diperoleh :

$$FE \cos 78^\circ = 1,5$$

$$\sum M_e = 0 \quad F_{bc} = 46,63 \text{ kg (batang BC adalah batang tarik)}$$



Gambar 12. Irisan III Pada Frame

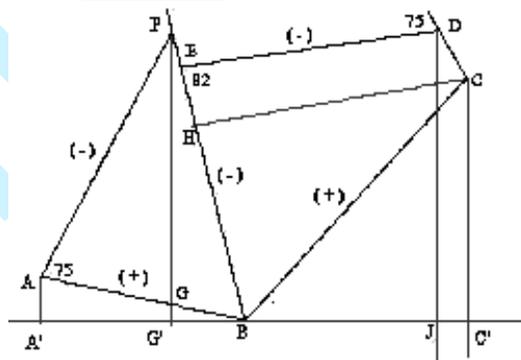
Perhitungan gaya dalam batang AF

$$\sum M_b = 0 \quad F_{af} = - 111,40 \text{ kg (batang AF adalah batang tekan)}$$

Jenis gaya dalam yang terjadi pada frame :

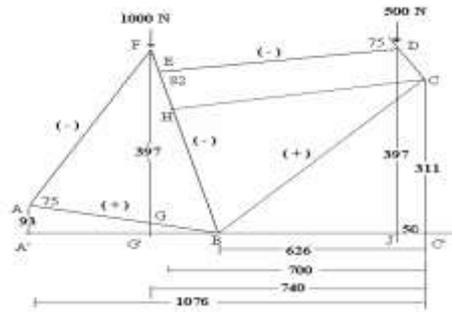
(-) frame mengalami gaya tarik

(+) frame mengalami gaya tekan

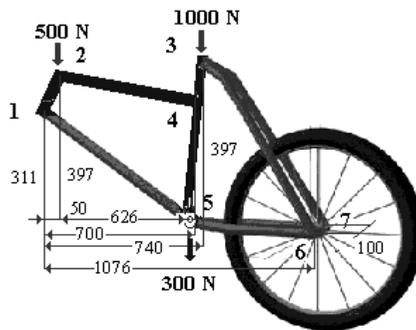


Gambar 13. Jenis Tegangan Pada Frame

4.2 Perhitungan konstruksi batang dengan ANSYS

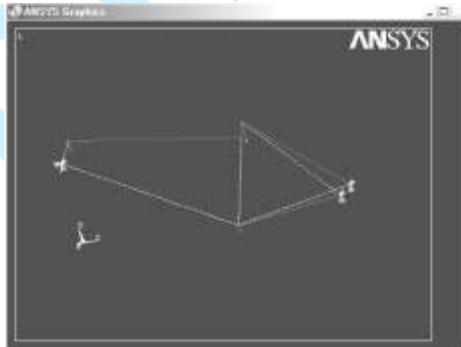


Gambar 14. Dimensi Frame Sepeda



Gambar 15. Dimensi Frame Sepeda

4.2.1 Pembebanan dan Kondisi Awal



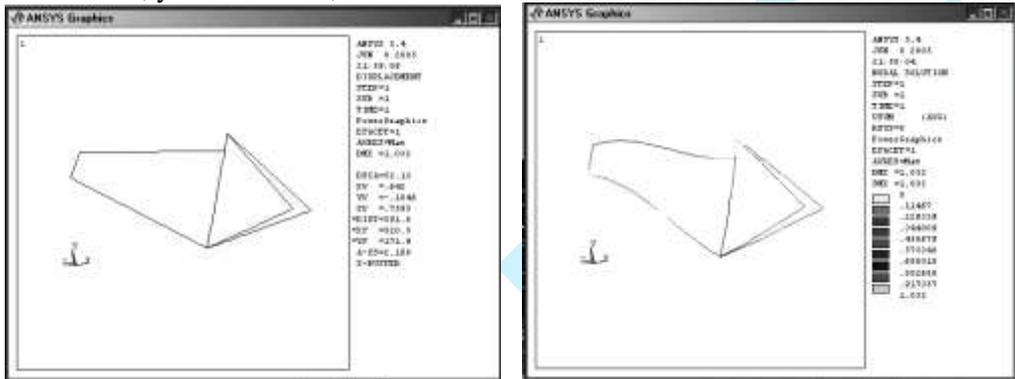
Gambar 16. Pembebanan Awal pada Frame Sepeda

Beban yang terjadi pada frame adalah beban akibat berat pengendara yang berpusat pada tempat duduk (sadel sepeda), beban akibat tekanan tangan pengendara

pada setang sepeda, dan beban akibat tekanan kaki pengendara pada pedal sepeda. Berat pengendara yaitu 1000 N, tekanan tangan 500N dan tekanan kaki 300N.

4.2.2 Deformasi frame

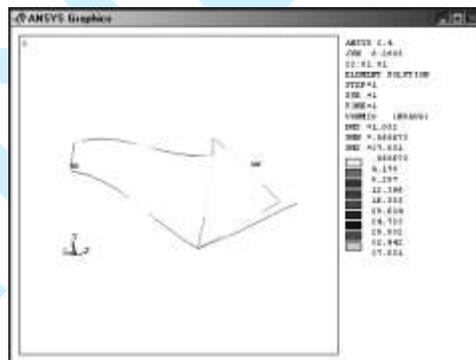
Defleksi maksimum yang terjadi pada frame sepeda dapat dilihat dari diagram nodal solusi, yaitu sebesar 1,032 mm



Gambar 17. Deformasi Pada Frame Sepeda

4.2.3 Distribusi tegangan

Tegangan maksimum pada frame dapat dilihat pada diagram distribusi tegangan yaitu sebesar 37.051 Mpa.

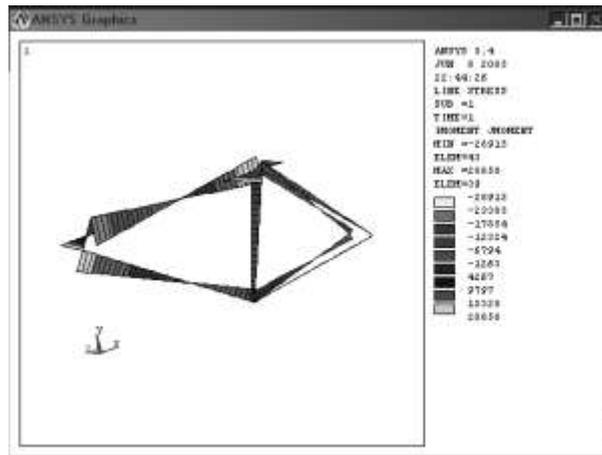


Gambar 18. Distribusi Tegangan pada Frame Sepeda

Tegangan maksimum yaitu sebesar 37.051 MPa terjadi pada elemen 1, sedangkan tegangan minimum yaitu sebesar 0.06586 MPa terjadi pada elemen 77.

Diagram Momen Bending

Momen bending dapat dilihat pada diagram momen bending. Maksimum sebesar 20858 Nmm pada elemen 39 dan minimum sebesar -28915 Nmm pada elemen 43.



Gambar 19. Diagram Momen Bending Pada Frame Sepeda

3.2 Pembahasan

Pengembangan produk merupakan salah satu faktor penting dalam memenangkan persaingan pasar. Era produksi massa (*mass production*) sudah mulai ditinggalkan dan berganti menjadi era produksi fleksibel berdasarkan keinginan pembeli (*mass customization*). Apa yang dianggap produk unggul saat ini, mungkin akan dianggap ketinggalan zaman pada masa yang lebih baru.

Oleh karena itu, pengembangan produk (*product development*) merupakan suatu hal yang tidak bisa diabaikan oleh industri manufaktur sebagai produsen. Sejalan dengan ini Batan (2004) lebih menekankan pengembangan produk pada alur desain yang teknis. Menurut Made, sebelum desain berupa visualisasi, ada beberapa tahapan riset yang harus dilalui oleh seorang desainer, tahapan-tahapan ini disebut metode QFD dan selanjutnya concept development.

Menurut Renan (2006), pengembangan produk bukanlah suatu aturan yang kaku. Kadang-kadang seorang disainer juga harus memunculkan ciri khasnya didalam disain yang dibuat. Oleh karena itu proses mengidentifikasi *voice of customer* haruslah merupakan proses kreatif yang bisa menyatukan beberapa keinginan konsumen yang kadang bertentangan. Salah satu langkah adalah memilah-milah segmen pasar yang akan di survei, apakah komunitas mahasiswa dan pelajar, pedagang atau komunitas yang menjadikan sepeda hanya sebagai sarana olahraga dan hobi.

IV. KESIMPULAN

1. Dari hasil *concept screening* diperoleh tiga model (konsep) yaitu konsep AB, Konsep D dan Konsep E, dimana konsep AB adalah gabungan konsep A dan Konsep B karena pada hasil *concept screening* menunjukkan nilai yang sama.
2. Dari hasil *concept scoring* diperoleh konsep terpilih yaitu konsep AB, selanjutnya pada konsep terpilih ini akan dilakukan penyempurnaan spesifikasi produk dan perhitungan dimensi dan beban.
3. Dari hasil perhitungan dengan Ansys diperoleh defleksi maksimum pada rangka sepeda sebesar 1,032 mm, tegangan maksimum pada rangka sebesar 37.051 MPa, terjadi pada elemen 1, sedangkan tegangan minimum yaitu sebesar 0.06586 MPa terjadi pada elemen 77. Momen bending yang terjadi maksimum sebesar 20858 Nmm pada elemen 39 dan minimum sebesar -28915 Nmm pada elemen 43.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Ali Syafrani (2005) Rancang Bangun Flexy, Knock Down Bike. Dept. Mesin FTI. ITS. Surabaya.
- Batan, I Made Londen (2004), "*Diktat Kuliah Produk Development*", Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Renan, Zandy (2006) Makalah Seminar "Polygon Bike Design" Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Sultan, Ahmad Zubair (2006), "Pengembangan Disain Sepeda dengan metode *Quality Function Deployment*". Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Ulrich, Karl T and Eppinger, 2000, "*Product Design and Development*", Second edition, Mc Graw Hill.
- Wood, Kristin L and Otto, Kevin N, 2001, "*Product Design – Technique in reverse Engineering and New Product Development*", Prentice Hall Inc.
- Yang, Kai dan Basem El-Haik. (2003) Design for Six Sigma. A Road map to Product Development. Mc. Graw. Hill. USA.