

**OPTIMASI DIAMETER POROS
TERHADAP VARIASI DIAMETER SPROKET
PADA RODA BELAKANG SEPEDA MOTOR**

Daswin Basselo¹⁾, Stenly Tangkuman²⁾, Michael Rembet³⁾.
Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi
bdaswin@gmail.com

ABSTRACT

The rear wheel shaft of a motorcycle is classified as an axle which is supporting the bearing so that the rear tire rotated well. This study is aimed to get the optimum diameter of shaft which is capable of withstanding the load in accordance with the existing load conditions, and analyzing the torque ratio between the front and rear sprocket which have varied diameter. Optimization modeling program is using Matlab 2010.

Optimization is done by using objective variable function accompanied with constraints in terms of stress and deflection on the rear axle while supporting the loads. The results of Optimization are D_o 14 mm and D_i 12,0889 mm, 12,0817 mm, 12,0627 mm, 12,0597mm with factory standard power of motorcycle (8426,41 Nm/s) which is complying to optimization rules. The optimization result shows the decreasing of inner diameter of the shaft along with increasing the sprocket's diameter.

Key word : Shaft, optimization, outer diameter (D_o), inner diameter (D_i).

ABSTRAK

Poros roda belakang sepeda motor tergolong dalam poros dukung yang berfungsi menopang bantalan sehingga roda belakang dapat berotasi dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai diameter poros yang optimum yang mampu menahan beban sesuai dengan kondisi beban yang ada, serta menganalisis perbandingan torsi pada sproket depan ke sproket belakang yang memiliki diameter sproket yang bervariasi. Pemodelan program optimasi hanya sebatas komputerisasi dengan menggunakan software matlab 2010.

Optimasi dilakukan dengan membuat variabel fungsi objektif yang disertai kendala berupa tegangan dan defleksi yang terjadi pada poros roda belakang ketika menopang beban. Hasil dari optimasi diameter poros diperoleh D_o 14 mm dan D_i 12,0889 mm, 12,0817 mm, 12,0667 mm, 12,0627 mm, 12,0597 mm dengan daya sepeda motor standar pabrik 8426,41 Nm/s yang telah memenuhi kaidah optimasi. Dari hasil optimasi diameter poros menunjukkan penurunan diameter dalam poros seiring dengan bertambahnya diameter sproket.

Kata kunci : poros, optimasi, diameter luar (D_o), diameter dalam (D_i).

I. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari sepeda motor merupakan kendaraan yang tidak asing lagi. Sepeda motor merupakan gabungan dari berbagai macam komponen yang bekerja saling mendukung dan terpadu sehingga berfungsi sebagaimana mestinya. Banyak hal yang harus diperhatikan oleh seorang perancang dalam perancangan komponen sepeda motor, hal tersebut antara lain : komponen sesuai fungsi, keamanan, ekonomis, dan berdimensi optimum.

Sepeda motor dapat berjalan dengan sempurna apabila semua komponen dalam keadaan baik. Salah satu bagian sepeda motor adalah roda belakang. Roda belakang berfungsi untuk menahan beban dan sebagai penggerak sepeda motor yang diterima dari tenaga mesin yang disalurkan melalui transmisi sproket rantai. Pada roda belakang terdapat poros yang berfungsi menopang bantalan sehingga roda belakang dapat berotasi dengan baik.

Poros roda belakang sepeda motor tergolong dalam poros dukung yang berfungsi untuk menopang komponen yang berputar. Komponen ini harus memiliki dimensi yang cukup agar dapat menopang beban-beban yang dikenakan

padanya, dan seharusnya mempunyai bobot yang ringan agar tidak menimbulkan beban tambahan bagi komponen-komponen terkait lainnya.

Pada roda belakang sepeda motor juga terdapat sproket, dimana gaya rantai pada sproket merupakan beban bagi poros roda belakang. Besarnya gaya tersebut dipengaruhi oleh ukuran diameter sproket.

Metode optimasi akan diaplikasikan pada penelitian ini, untuk mendapatkan diameter optimum poros terhadap variasi diameter sproket, dimana diameter optimum tersebut akan memberikan berat minimum poros.

II. LANDASAN TEORI

2. 1. Optimasi

Secara matematis optimasi adalah cara mendapatkan harga ekstrim baik maksimum maupun minimum dari suatu fungsi tertentu dengan faktor-faktor kendalanya. Optimasi adalah salah satu disiplin ilmu dalam matematika yang fokus untuk mendapatkan nilai minimum atau maksimum secara sistematis dari suatu fungsi, peluang, maupun pencarian nilai lainnya dalam berbagai kasus. Optimasi sangat berguna di hampir segala bidang dalam rangka melakukan usaha

secara efektif dan efisien untuk mencapai target hasil yang diinginkan.

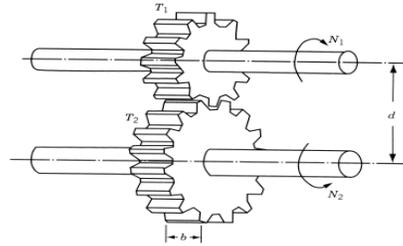
Perumusan umum persoalan optimasi adalah sebagai berikut :

$$\text{Fungsi objektif : } f(x) = \alpha_1 f_1(x) + \alpha_2 f_2(x) \dots \dots \dots (1.1)$$

2. 1. 1. Variabel Desain

Setiap sistem rekayasa ditentukan oleh seperangkat kuantitas yang beberapa diantaranya dilihat sebagai variabel pada saat proses perancangan. Secara umum, kuantitas tertentu biasanya sudah ditentukan pada awal dan ini disebut parameter awal. Semua kuantitas yang lain dianggap sebagai variabel dalam proses perancangan dan disebut dengan variabel desain $x_i = 1, 2, \dots, n$. Variabel desain secara kolektif diwakili sebagai desain vector $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$. Sebagai contoh, perhatikan pasangan roda gigi yang ditunjukkan pada gambar (2.1), dicirikan oleh lebar w , jumlah gigi T_1 dan T_2 , jarak antara titik pusat d , sudut tekanan ψ , profil gigi, dan material. Jika jarak pusat d , ψ sudut tekanan, profil gigi, dan bahan material dari roda gigi ditetapkan diawal, kuantitas ini biasa disebut parameter awal. Kuantitas yang tersisa secara bersama dapat ditunjukkan oleh vektor desain $x = \{x_1, x_2, x_3\}^T = \{b, T_1, T_2\}^T$. Jika tidak ada batasan pada pemilihan b , T_1 , dan

T_2 , setiap himpunan dari tiga bilangan yang berkesinambungan akan membentuk rancangan untuk pasangan gigi.



Gambar 2. 1. Pasangan roda gigi

Dalam kasus merancang sepasang roda gigi, sebagai contoh titik perancangan $\{1.0, 20, 40\}^T$ merupakan solusi yang memungkinkan, sedangkan titik perancangan $\{1.0, -20, 40.5\}^T$ merupakan solusi yang tidak memungkinkan karena tidak memungkinkan untuk memiliki sebuah nilai negatif dan nilai pecahan untuk jumlah gigi.

2. 1. 2. Kendala-kendala

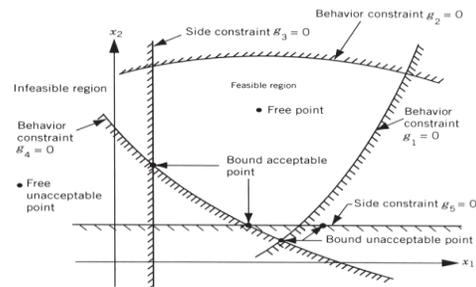
Dalam berbagai permasalahan praktis, variabel desain tidak dapat dipilih secara sembarangan, melainkan harus memenuhi persyaratan yang fungsional dan yang telah ditentukan. Batasan yang harus dipenuhi untuk menghasilkan perancangan yang dapat diterima secara kolektif disebut kendala perancangan. Kendala yang memenuhi kriteria

mengenai perilaku batasan atau perilaku performa sistem disebut kendala perilaku (behavior constraint). Kendala yang memenuhi kriteria batasan fisik pada variabel desain seperti ketersediaan, dan fabrikasi dikenal sebagai kendala geometris atau kendala samping (side constraint). Sebagai contoh, untuk pasangan roda gigi yang ditunjukkan pada gambar (2.1) lebar permukaan b tidak dapat dianggap lebih kecil dari suatu harga tertentu karena persyaratan kekuatannya. Demikian pula rasio jumlah gigi T_1/T_2 , ditentukan dengan kecepatan input dan output poros, N_1 dan N_2 . Karena batasan ini tergantung pada kinerja pasangan roda gigi, maka disebut kendala perilaku. Nilai T_1 dan T_2 tidak boleh bilangan real melainkan hanya boleh bilangan bulat. Selanjutnya, disini dapat menjadi batas atas dan batas bawah pada T_1 dan T_2 karena batasan pembuatan. Oleh karena itu batasan tergantung pada batasan fisik yang biasa disebut kendala samping.

2. 1. 3. Constraint Surface

Sebagai ilustrasi, masalah optimasi dipertimbangkan dengan ketidaksamaan $g_j(x) \leq 0$. Himpunan nilai x yang memenuhi persamaan $g_j(x) = 0$ merupakan bentuk hypersurface dan disebut permukaan kendala. Catatan bahwa ini

adalah bagian dimensi $(n - 1)$ dimana n adalah jumlah variabel desain. Permukaan kendala pada daerah perancangan terbagi dua bagian yaitu $g_j(x) < 0$ dan $g_j(x) > 0$. Jika titik berada diatas hypersurface maka titik tersebut memenuhi kendala kritis $g_j(x)$.



Gambar 2.2. Permukaan kendala dalam ruang desain hipotetis dua dimensi.

Sedangkan titik yang berada pada daerah $g_j(x) > 0$ adalah titik yang tidak layak atau tidak dapat diterima, sedangkan titik yang berada pada daerah $g_j(x) < 0$ dapat diterima.

2. 1. 4. Fungsi objektif

Prosedur desain biasa bertujuan menemukan desain yang dapat diterima atau layak memenuhi persyaratan fungsional dan persyaratan masalah lain. Secara umum, akan ada lebih dari satu desain yang dapat diterima, dan tujuan dari optimasi adalah untuk memilih yang terbaik dari banyaknya desain yang

tersedia. Dengan demikian harus dipilih kriteria untuk membandingkan desain yang dapat diterima dan untuk memilih salah satu yang terbaik. Sehubungan dengan kriteria desain yang dioptimalkan, ketika dinyatakan sebagai fungsi dari variabel desain, dikenal sebagai fungsi objektif. Pemilihan fungsi objektif ditentukan oleh sifat permasalahan. Fungsi objektif yang bertujuan untuk meminimalkan berat umumnya digunakan pada permasalahan pesawat terbang dan kedirgantaraan. Dalam teknik sipil desain struktur, fungsi objektif digunakan sebagai minimalisasi biaya. Maksimalisasi efisiensi mekanik adalah pilihan yang tepat dari fungsi objektif dalam sistem desain teknik mesin. Jadi fungsi objektif banyak digunakan diberbagai masalah desain. Namun, mungkin ada kasus dimana optimasi yang berkaitan dengan ukuran tertentu yang dapat menyebabkan hasil yang mungkin tidak sesuai atau tidak memuaskan terhadap kriteria lain. Misalnya dalam desain mekanik, daya maksimum gearbox transmisi mungkin tidak memiliki bobot minimum. Demikian pula dalam desain struktural, perancangan berat minimum mungkin tidak sesuai dengan perancangan tegangan minimum, perancangan tegangan minimum mungkin

tidak sesuai dengan perancangan frekuensi maksimum. Dengan demikian pemilihan fungsi objektif dapat menjadi salah satu keputusan yang sangat penting dalam seluruh proses perancangan optimum. Dalam situasi tertentu, mungkin ada lebih dari satu kriteria yang harus dipenuhi secara bersamaan. Masalah optimasi yang melibatkan beberapa fungsi objektif dikenal sebagai masalah pemrograman multiobjektif .

2. 2. Poros

Poros adalah komponen alat mekanis yang mentransmisikan gerak berputar dan daya. Poros merupakan salah satu bagian terpenting dari mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Peranan seperti itu dapat dilakukan oleh poros.

2. 2. 1. Macam-macam poros

Secara garis besarnya poros dibedakan menjadi ;

1. Poros Transmisi

Poros ini mendapat beban puntir murni atau puntir dan lentur. Daya ditransmisikan kepada poros ini melalui kopling, roda gigi, puli, sabuk dan rantai.

2. Spindel

Spindel adalah poros transmisi yang relatif pendek, seperti poros utama mesin perkakas, dimana beban utamanya berupa puntiran. Syarat yang harus dipenuhi oleh poros ini adalah deformasinya harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti.

3. Gandar

Gandar adalah poros yang dipasang diantara roda-roda kereta barang dimana tidak mendapat beban puntir. Gandar hanya mendapat beban lentur, kecuali jika digerakkan oleh penggerak mula dimana akan mengalami beban puntir juga.

2. 2. 2. Tegangan lentur pada poros

Poros membawa beban-beban yang tegak lurus terhadap sumbunya. Beban-beban demikian ini menghasilkan momen lentur di dalam poros yang akan membangkitkan tegangan geser. Tegangan lentur ini merupakan tegangan normal, yang dapat berupa tarik atau tekan. Tegangan lentur maksimal dalam sebuah penampang poros akan terjadi dibagian paling jauh dari sumbu netral penampang. Di titik tersebut, rumus kelenturan memberikan tegangan :

$$\sigma = \frac{Mc}{I}$$

Dimana :

M = besarnya momen lentur pada penampang.

I = momen kelembaman penampang lintang terhadap sumbu netralnya.

c = jarak dari sumbu netral ke serat penampang poros paling luar.

2. 2. 3. Defleksi pada poros

Defleksi adalah perubahan bentuk pada balok dalam arah y akibat adanya pembebanan vertikal yang diberikan pada balok atau batang. Deformasi pada balok secara sangat mudah dapat dijelaskan berdasarkan defleksi balok dari posisinya sebelum mengalami pembebanan. Defleksi diukur dari permukaan netral awal ke posisi netral setelah terjadi peformasi. Konfigurasi yang diasumsikan dengan deformasi permukaan netral dikenal sebagai kurva elastic dari balok.

Jarak perpindahan y didefinisikan sebagai defleksi balok. Dalam penerapan kadang kita harus menentukan defleksi pada setiap nilai x sepanjang balok. Hubungan ini dapat ditulis dalam bentuk persamaan yang sering disebut persamaan defleksi kurva (atau kurva elastis) dari balok. Sistem struktur yang diletakkan horizontal dan yang terutama diperuntukan memikul beban literal, yaitu beban yang

bekerja tegak lurus sumbu aksial batang. Beban semacam ini khususnya muncul sebagai beban gravitasi, seperti misalnya bobot sendiri, beban hidup vertikal, beban keran (crane) dan lain-lain. Sumbu sebuah batang akan terdeteksi dari kedudukannya semula bila benda dibawah pengaruh gaya terpakai. Dengan kata lain suatu batang akan mengalami pembebanan transversal baik itu beban terpusat maupun terbagi merata akan mengalami defleksi.

Ada beberapa metode yang digunakan untuk menyelesaikan persoalan-persoalan defleksi antara lain :

1. Metode integrasi ganda (double integration)
2. Metode luas bidang momen (momen area method)
3. Metode energy
4. Serta metode superposisi.

Metode integrasi ganda sangat sangat cocok digunakan untuk mengetahui defleksi sepanjang poros. Asumsi yang digunakan untuk menyelesaikan persoalan tersebut adalah defleksi yang diakibatkan oleh gaya-gaya yang bekerja tegak-lurus terhadap sumbu poros. Defleksi yang terjadi relatif kecil dibandingkan dengan panjang porosnya, dan irisan yang terbentuk bidang datar akan tetap berupa bidang datar walaupun berdeformasi.

2. 3. Sproket

Sproket berfungsi untuk mentransmisikan gaya putar antara dua poros dimana roda gigi tidak mampu menjangkaunya. Pada sepeda motor terdapat sproket kecil atau sproket penggerak dan sproket besar atau sproket yang digerakkan. Sproket kecil mempunyai fungsi meneruskan putaran dari transmisi ke rantai. Sproket besar mempunyai fungsi sebagai meneruskan putaran dari rantai ke roda umumnya berbentuk diameter besar dan letaknya berada di bagian belakang atau tepat pada poros roda belakang. Jumlah gigi pada sproket depan dan belakang menghasilkan rasio final drive. Rasio ini dengan mudah dapat diubah yaitu mengubah sprocket dengan jumlah gigi yang berbeda. Dengan penggantian rasio kita bias mendapatkan tenaga akhir dan torsi bawah yang efektif. Dari hal ini yang dapat diperoleh adalah kita dapat menghitung RPM tertentu yang diinginkan pada kecepatan jelajah sesuai pilihan kita.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3. 1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada Mei 2013 sampai Juni 2014 di laboratorium

computer jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi.

3. 2. Alat dan Bahan Yang Digunakan

1. Satu unit sepeda motor GL-Pro neotech tahun 1996
2. Mistar untuk mengukur panjang poros
3. Jangka sorong untuk mengukur diameter poros
4. Dial gauge untuk mengukur kerataan poros
5. Tachometer untuk mengukur putaran pada poros transmisi
6. Laptop sebagai hardware untuk proses analisa

3. 3. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur pelaksanaan penelitian adalah sebagai berikut :

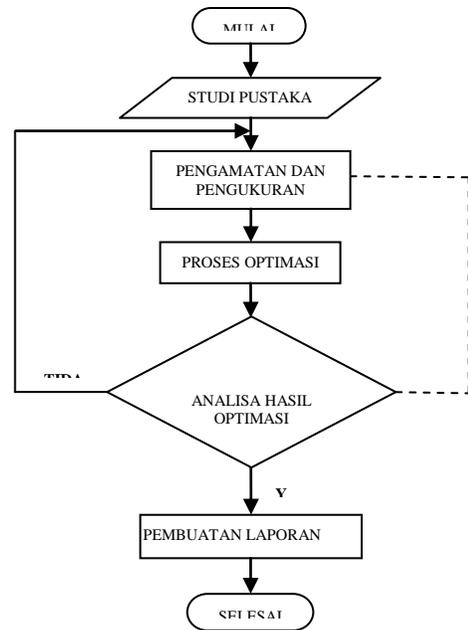
1. Studi Pendahuluan

Studi pendahuluan bertujuan untuk mencari informasi yang diperlukan guna kelancaran penelitian. Studi pendahuluan memuat informasi bagaimana optimasi dari sebuah poros.

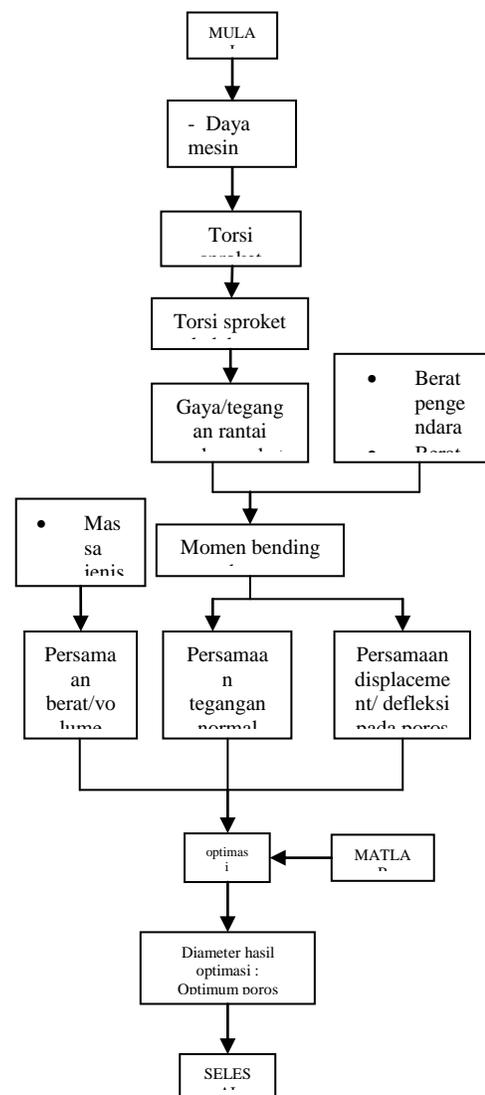
2. Pelaksanaan Eksperimen

Pada pelaksanaan eksperimen dilakukan dalam 2 tahap

3. 4. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram alir penelitian



Gambar 3.2. Diagram alir proses optimasi

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4. 1. Hasil Pengukuran

Pengukuran putaran output sproket depan dilakukan di halaman parkir Jurusan Teknik Mesin pada tanggal 26-29 Mei 2013. Pengukuran dilakukan dengan menempelkan tachometer pada as pengikat dengan 5 percepatan secara bergantian sampai jarum tachometer menunjukkan putaran tertinggi. Pengukuran didasarkan atas besarnya putaran mesin. Pengukuran putaran output dilakukan sesuai dengan daya motor dan diameter sproket tersebut.

1. Sproket depan dengan diameter 0,059 m

Tabel 4. 1. Tabel hasil pengukuran dan perhitungan sproket depan dengan diameter 0.059 m

Transmisi	Torsi	Putaran	Gaya tarik
si	T_1 (Nm)	W_1	F_1 (kg)
1	10,80308974	780	366,206432
	10,80308974	780	366,206432
	10,03144048	840	340,0488297
2	6,583132813	1280	223,1570445
	6,481853846	1300	219,7238592
	6,532100775	1290	221,4271449
3	4,681338889	1800	158,6894539
	4,681338889	1800	158,6894539
	4,681338889	1800	158,6894539
4	3,120892593	2700	105,7929692
	2,808803333	3000	95,21367232
	3,120892593	2700	105,7929692
5	2,478355882	3400	84,01206381
	2,407545714	3500	81,61171913
	2,407545714	3500	81,61171913

2. Sproket Belakang dengan diameter 0,128 m

Tabel 4. 2. Tabel hasil perhitungan sproket belakang dengan diameter 0,128 m

ansmisi	Torsi	Putaran	Gaya tarik
	T_3 (Nm)	W_3 (rpm)	F_3 (kg)
1	24,84710641	339,1304	354,958663
	24,84710641	339,1304	354,958663
	23,0723131	365,2174	329,6044728
2	15,14120547	556,5217	216,3029353
	14,90826385	565,2174	212,9751978
	15,02383178	560,8696	214,6261683
3	10,76707944	782,6087	153,8154206
	10,76707944	782,6087	153,8154206
	10,76707944	782,6087	153,8154206
4	7,178052963	1173,913	102,5436138
	6,460247667	1304,348	92,28925238
	7,178052963	1173,913	102,5436138
5	5,700218529	1478,261	81,43169328
	5,537355143	1521,739	79,10507347
	5,537355143	1521,739	79,10507347

3. Sproket Belakang dengan diameter 0,14 m

Tabel 4. 3. Tabel hasil perhitungan sproket belakang dengan diameter 0,14 m

Transmisi	Torsi	Putaran	Gaya tarik
	T_3 (Nm)	W_3 (rpm)	F_3 (kg)
1	24,84710641	339,1304	354,958663
	24,84710641	339,1304	354,958663
	23,0723131	365,2174	329,6044728
2	15,14120547	556,5217	216,3029353
	14,90826385	565,2174	212,9751978
	15,02383178	560,8696	214,6261683

3	10,76707944	782,6087	153,8154206
	10,76707944	782,6087	153,8154206
	10,76707944	782,6087	153,8154206
4	7,178052963	1173,913	102,5436138
	6,460247667	1304,348	92,28925238
	7,178052963	1173,913	102,5436138
5	5,700218529	1478,261	81,43169328
	5,537355143	1521,739	79,10507347
	5,537355143	1521,739	79,10507347

4. Sproket Belakang dengan diameter 0,15m

Tabel 4. 4. Tabel hasil perhitungan sproket belakang dengan diameter 0,15 m

Transmisi	Torsi	Putaran	Gaya tarik
	T_4 (Nm)	W_4 (rpm)	F_4 (kg)
1	27,00772436	312	360,1029915
	27,00772436	312	360,1029915
	25,07860119	336	334,3813492
2	16,45783203	512	219,4377604
	16,20463462	520	216,0617949
	16,33025194	516	217,7366925
3	11,70334722	720	156,0446296
	11,70334722	720	156,0446296
	11,70334722	720	156,0446296
4	7,802231481	1080	104,0297531
	7,022008333	1200	93,62677778
	7,802231481	1080	104,0297531
5	6,195889706	1360	82,61186275
	6,018864286	1400	80,25152381
	6,018864286	1400	80,25152381

5. Sproket Belakang dengan diameter 0,158 m

Tabel 4. 5. Tabel hasil perhitungan sproket belakang dengan diameter 0.158 m

Transmisi	Torsi	Putaran	Gaya tarik
	T_5 (Nm)	W_5 (rpm)	F_5 (kg)
1	28,08803333	300	355,5447257
	28,08803333	300	355,5447257
	26,08174524	323,0769	330,1486739
2	17,11614531	492,3077	216,6600672
	16,85282	500	213,3268354
	16,98346202	496,1538	214,9805318
3	12,17148111	692,3077	154,0693812
	12,17148111	692,3077	154,0693812
	12,17148111	692,3077	154,0693812
4	8,114320741	1038,462	102,7129208
	7,302888667	1153,846	92,44162869
	8,114320741	1038,462	102,7129208
5	6,443725294	1307,692	81,56614296
	6,259618857	1346,154	79,23568174
	6,259618857	1346,154	79,23568174

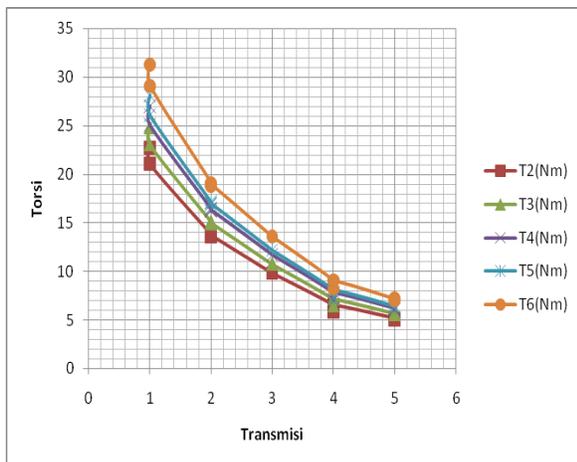
6. Sproket Belakang dengan diameter 0,172 m

Tabel 4. 6. Tabel hasil perhitungan sproket belakang dengan diameter 0,172 m

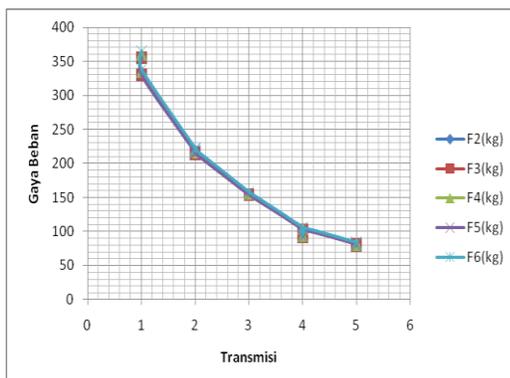
Transmisi	Torsi	Putaran	Gaya tarik
	T_6 (Nm)	W_6 (rpm)	F_6 (kg)
1	31,32896026	268,9655	364,2902355
	31,32896026	268,9655	364,2902355
	29,09117738	289,6552	338,2695044
2	19,09108516	441,3793	221,9893623
	18,79737615	448,2759	218,5741413
	18,94309225	444,8276	220,2685145
3	13,57588278	620,6897	157,8591021

	13,57588278	620,6897	157,8591021
	13,57588278	620,6897	157,8591021
4	9,050588519	931,0345	105,2394014
	8,145529667	1034,483	94,71546124
	9,050588519	931,0345	105,2394014
5	7,187232059	1172,414	83,5724658
	6,981882571	1206,897	81,18468106
	6,981882571	1206,897	81,18468106

Dari hasil pengisian tabel diatas diperoleh perbandingan torsi sproket depan dengan torsi variasi sproket belakang dan perbandingan gaya beban sproket belakang pada grafik di bawah ini



Gambar 4. 1. Grafik torsi sproket depan dan belakang terhadap putaran output

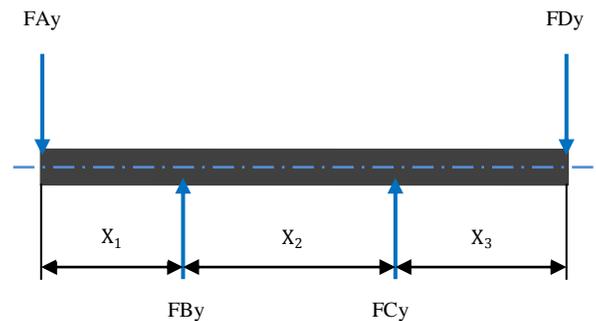


Gambar 4. 2. Grafik gaya beban sproket belakang terhadap putaran output

4. 2. Hasil perhitungan momen lentur maksimum

4. 2. 1. Diagram benda bebas poros

Permasalahan dapat dimodelkan seperti gambar di bawah ini.



Gambar 4. 3. Diagram benda bebas poros yang hendak dioptimasi

Dari gambar 4. 3. Dapat dilihat diagram benda bebas yang akan di optimasi dimana F_{Ay} dan F_{Dy} merupakan gaya aksi dari beban orang dan sepeda motor. Kemudian F_{By} dan F_{Cy} adalah gaya reaksinya. Jarak antar gaya disimbolkan X_1 , X_2 dan X_3 .

4. 2. 2. Diagram momen

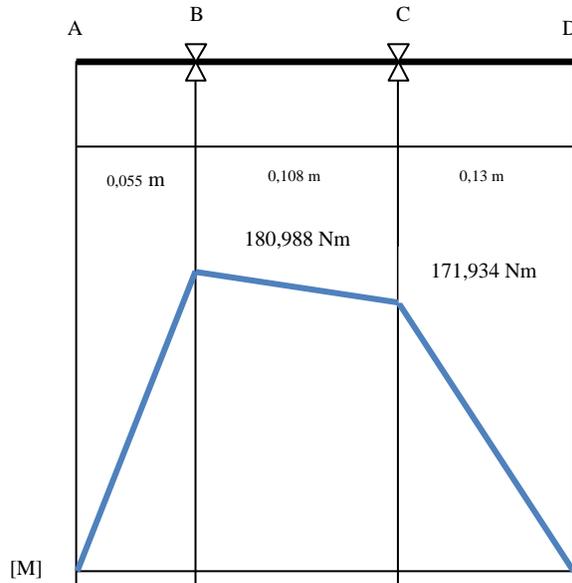
Hasil perhitungan momen lentur adalah sebagai berikut (perhitungan detail ada di lampiran).

$$M_{\max} = \sqrt{(\text{Momen bidang Vertikal})^2 + (\text{Momen bidang Horisontal})^2}$$

$$M_{B_{\max}} = \sqrt{(50,953 \text{ Nm} + 15,898 \text{ Nm})^2 + (168,197 \text{ Nm})^2}$$

$$= 180,988 \text{ Nm}$$

$$MC_{\max} = \sqrt{(120,39 \text{ Nm} + 10,534 \text{ Nm})^2 + (111,446 \text{ Nm})^2} = 171,934 \text{ Nm}$$



Gambar 4. 4. Diagram momen gabungan

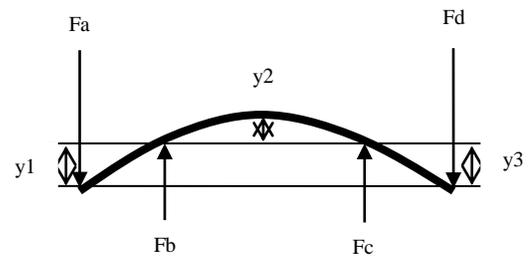
Jadi, momen maksimum adalah 180,988 Nm.

Untuk variasi nilai diameter sproket belakang, momen lentur maksimumnya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.7. Perbandingan momen maksimum pada variasi ameter sproket.

No.	Diameter sproket, m	Momen maksimum, Nm
1	0,128	179,348
2	0,140	179,878
3	0,150	180,988
4	0,158	181,285
5	0,172	181,505

4. 3. Perhitungan defleksi poros



Gambar 4. 5. Defleksi yang terjadi pada poros

Dibawah ini merupakan hasil perhitungan defleksi pada poros dengan diameter sproket 0,15 m (Perhitungan detail ada di lampiran).

$$y_1 = - \frac{8 \times 10^{-9}}{EI}$$

$$y_2 = - \frac{3,61619 \times 10^{-5}}{EI}$$

$$y_3 = - \frac{3,6113 \times 10^{-5}}{EI}$$

Jadi, defleksi maksimum yang terjadi pada poros dengan diameter sproket 0,15 m

adalah $y_2 = - \frac{3,61619 \times 10^{-5}}{EI}$

Untuk variasi nilai diameter sproket belakang, defleksi maksimumnya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.8. Perbandingan defleksi maksimum pada variasi diameter sproket.

No.	Diameter sproket, m	Defleksi $\left(\frac{1}{EI}\right)$
1	0,128	$-\frac{1,2751 \times 10^{-5}}{EI}$
2	0,140	$-\frac{3,1338 \times 10^{-5}}{EI}$
3	0,150	$-\frac{3,61619 \times 10^{-5}}{EI}$
4	0,158	$-\frac{3,7492 \times 10^{-5}}{EI}$
5	0,172	$-\frac{7,2252 \times 10^{-5}}{EI}$

4. 4. Pembahasan

Pembuatan program optimasi

4. 4. 1. Menentukan fungsi objektif

Permasalahan dapat dimodelkan dengan fungsi objektif sebagai berikut :

Meminimalkan : $W = \rho g$
 $\left(\frac{\pi}{4} D_o^2 - \frac{\pi}{4} D_i^2\right)L$

Dengan menganggap bahwa massa jenis material adalah konstan, maka fungsi objektif menjadi lebih sederhana yaitu :

Meminimalkan :

$$V = \left(\frac{\pi}{4} D_o^2 - \frac{\pi}{4} D_i^2\right)L$$

$$V = \frac{\pi}{4} L(D_o^2 - D_i^2)$$

$$\frac{4V}{\pi L} = D_o^2 - D_i^2$$

$$\frac{4V}{\pi L} - D_o^2 = -D_i^2$$

$$D_o^2 - \frac{4V}{\pi L} = D_i^2$$

$$\sqrt{D_o^2 - \frac{4V}{\pi L}} = D_i$$

$$D_i = \sqrt{D_o^2 - \frac{4V}{\pi L}}$$

dimana :

V = volume poros

Do = diameter luar poros

Di = tebal poros

L = panjang poros

4. 4. 2. Menentukan kendala-kendala

1. Kendala 1 : Tegangan normal lentur, g_1

$$\sigma - \sigma_{ijin} \leq 0$$

$$\frac{M.c}{I} - \sigma_{ijin} \leq 0$$

$$\frac{M \frac{D_o}{2}}{\frac{\pi}{64}(D_o^4 - D_i^4)} - \sigma_{ijin} \leq 0$$

$$\frac{64MD_o}{2\pi(D_o^4 - D_i^4)} \leq \sigma_{ijin}$$

$$2\pi(D_o^4 - D_i^4) \leq \frac{64M.D_o}{\sigma_{ijin}}$$

$$(D_o^4 - D_i^4) \leq \frac{64M.D_o}{2\pi \cdot \sigma_{ijin}}$$

$$-D_i^4 \leq \frac{64M.D_o}{2\pi \cdot \sigma_{ijin}} - D_o^4$$

$$D_i \leq \sqrt[4]{D_o^4 - \frac{64M.D_o}{2\pi \cdot \sigma_{ijin}}}$$

2. Kendala 1b : Tegangan normal akibat beban impact, g_{1b}

$$D_i \leq \sqrt[4]{D_o^4 - \frac{64(M.2)D_o}{2\pi \cdot \sigma_{ijin}}}$$

3. Kendala 2 : Defleksi Poros, g_2

Defleksi yang terjadi - defleksi ijin ≤ 0

$$-\frac{3,61619 \times 10^{-5}}{EI} - 0,002 \text{ m} \leq 0$$

$$-\frac{3,61619 \times 10^{-5}}{\frac{\pi}{64} (D_o^4 - D_i^4) E} - 0,002 \text{ m} \leq 0$$

$$-\frac{3,61619 \times 10^{-5}}{\frac{\pi}{64} (D_o^4 - D_i^4) E} \leq 0,002$$

$$\frac{1}{\pi (D_o^4 - D_i^4) E} \leq \frac{0,002}{-3,61619 \times 10^{-5} (64)}$$

$$\pi (D_o^4 - D_i^4) E \leq \frac{-3,61619 \times 10^{-5} (64)}{0,002}$$

$$(D_o^4 - D_i^4) \leq \frac{-3,61619 \times 10^{-5} (64)}{\pi \cdot E \cdot 0,002}$$

$$D_i^4 \leq \frac{-3,61619 \times 10^{-5} (64)}{\pi \cdot E \cdot 0,002} - D_o^4$$

$$D_i \leq \sqrt[4]{D_o^4 + \frac{-3,61619 \times 10^{-5} (64)}{\pi \cdot E \cdot 0,002}}$$

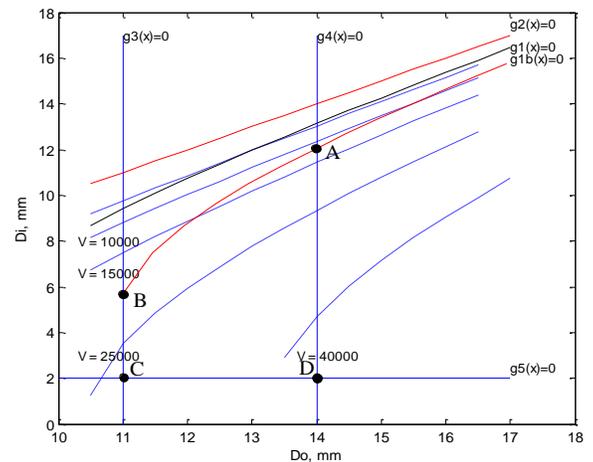
$$D_i \leq \sqrt[4]{D_o^4 + \frac{0,0023143616 \text{ Nm}}{0,00628 \text{ m} \cdot E}}$$

4. Kendala 3 : Batasan nilai diameter yang tersedia di pasaran, $g_3 \quad 11 \text{ mm} - D_o \leq 0$

5. Kendala 4 : Batasan nilai diameter luar awal sebelum dioptimasi, $g_4 \quad D_o - 14 \text{ mm} \leq 0$

6. kendala 5 : Batasan nilai diameter dalam, $g_5 \quad 2 \text{ mm} - D_i \leq 0$

Hasil optimasi diameter poros roda belakang dapat dilihat pada gambar 4.6.



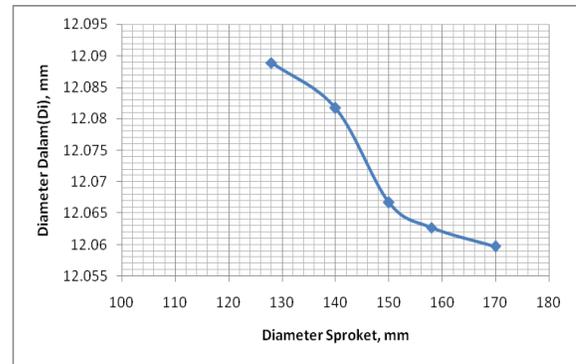
Gambar 4. 6. Grafik hasil optimasi untuk diameter sproket 0,15 m

Dari grafik hasil optimasi di atas dapat dilihat bahwa daerah yang memenuhi syarat dari optimasi adalah titik A, B, C, dan D. Dimana, titik-titik ini berada dalam daerah kendala yang telah ditentukan. Kemudian dengan melihat fungsi objektifnya, maka titik A adalah titik yang memiliki nilai optimasi yang diinginkan karena memiliki nilai fungsi objektif yang kecil.

Dari grafik optimasi diatas diperoleh diameter dalam optimum (D_i) dan diameter luar optimum (D_o) adalah sebagai berikut :

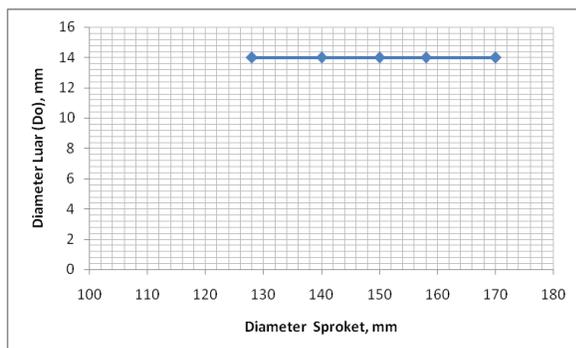
Tabel 4. 9. Perbandingan poros roda belakang sebelum optimasi dan sesudah optimasi.

No.	Diameter sprocket (mm)	Do (mm)		Di (mm)	Volume (mm ³)	
		Sebelum optimasi	Sesudah optimasi		Sebelum optimasi	Sesudah optimasi
1	128	14,91	14	12,0889	51131,97	11467,70
2	140	14,91	14	12,0817	51131,97	11507,73
3	150	14,91	14	12,0667	51131,97	11591,04
4	158	14,91	14	12,0627	51131,97	11613,24
5	172	14,91	14	12,0597	51131,97	11629,88



Gambar 4. 8. Grafik hasil optimasi diameter dalam poros (Di) pada variasi diameter sproket roda belakang.

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa semakin besar diameter dalam (Di) optimum mengakibatkan menurunnya volume pada poros sehingga membuat poros lebih ringan dari sebelumnya namun masih mampu menahan beban sesuai dengan kondisi beban yang ada.



Gambar 4. 7. Grafik hasil optimasi diameter luar poros (Do) pada variasi diameter sproket roda belakang.

Pada gambar 4. 7. grafik menunjukkan diameter luar poros (Do) yang di dapatkan pada variasi diameter sproket adalah 14 mm. Diameter luar poros (Do) tidak mengalami perubahan ukuran walaupun diameter sproket diubah ukurannya. Pada gambar 4. 8. Dapat dilihat bahwa semakin besar diameter sproket maka nilai diameter dalam optimum (Di) dari poros yang di dapatkan semakin kecil dan sebaliknya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5. 1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian optimasi diameter poros roda belakang sepeda motor Honda GL-pro Neotech menggunakan software MATLAB R2010, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Proses analisis yang dilakukan dengan menghitung reaksi pembebanan yang terjadi sesuai data hasil pengukuran, kemudian dilanjutkan menghitung momen lentur didapat nilai momen lentur maksimum tiap ukuran sproket 179,348 Nm, 179,874 Nm, 180,988 Nm, 181,285 Nm, 181,505 Nm.
2. Program optimasi diameter poros telah berhasil dibuat dengan nilai output berupa diameter luar dan diameter dalam dengan menggunakan 6 variabel fungsi objektif.
3. Dari program optimasi diameter poros roda belakang didapat nilai diameter luar (Do) 14 mm dan diameter dalam (Di) 12,0889 mm, 12,0817 mm, 12,0667 mm, 12,0627 m, 12,0597m.

5. 2. Saran

1. As roda belakang sepeda motor Honda gl-pro neotech yang telah di optimasi dapat diaplikasikan sebagai alternatif.
2. Penelitian ini diharapkan dapat dijadikan referensi bagi mahasiswa yang melakukan optimasi pada komponen-komponen sepeda motor yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Achmad Z. 1999. Elemen Mesin I. Bandung : Refika Aditama
- [2] Honda. 2010. Buku Pedoman Reparasi Megapro. Jakarta : Astra Honda Motor
- [3] Ferdinand, Russel, Jhon, dan David F. 2012. *Mechanic of Materials*. New York : the McGraw-Hill companies
- [4] Mott. R. L. 2009. Elemen-Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis. Yogyakarta : ANDI
- [5] Neimann, Gustav dan H Winter. 1992. Elemen Mesin. Jakarta : Erlangga
- [6] Singiresu. S. R. 2009. *Engineering Optimization : Theory and Practice*. By Jhon Wiley & SONS, INC
- [7] Wada. J. I. 2009. *Analisa Dinamika Mekanisme Engkol Luncuran Tunggal di Jalur Produksi Sumpit Bambu (Bamboo Rattern Machine Whole Plan) Model LW-002*. Skripsi Program S1 Teknik Mesin Universitas Sam Ratulangi. Manado.2009
- [8] Y Eka. 2009. *Pengenalan Komponen Mesin*. Bandung : Arfino Raya