

KAJI PENGARUH ANTI-ROLL BAR PADA SUSPENSI INDEPENDEN DEPAN KENDARAAN ATV Z200 TERHADAP PERILAKU BODY ROLL

Teguh Budi S. A. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Jurusan Teknik Mesin

Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang – Prabumulih Km 32, Indralaya

Telp.(0711) 580272

Ringkasan

Karena selalu dioperasikan pada medan yang bervariasi, ATV (All-Terrain Vehicle) dirancang memiliki kemampuan manuver yang didukung dengan konstruksi rangka yang ringan dan kuat, mesin yang tangguh, dan sistem suspensi yang memadai. Hampir serupa dengan mobil, ATV telah menerapkan independent suspension. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemasangan alat anti-roll bar pada sistem suspensi depan ATV Z200 terhadap pengurangan perilaku body roll ketika kendaraan dalam kondisi menikung. Analisis body roll dilakukan dengan menggunakan metode analisis perpindahan dengan bantuan perangkat lunak MSC.visualNastran 2004. Hasil analisis ini akan memberikan grafik pengurangan sudut body roll terhadap kecepatan kendaraan (10, 20, dan 30 km/jam) sebagai fungsi dari perpindahan vertikal dari lengan tuas alat anti-roll bar. Sudut ini diukur dari garis vertikal yang tegak lurus jalan ke sebuah garis yang melalui titik pusat massa yang tegak lurus dengan rangka. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dengan alat anti-roll bar perilaku roll dari badan kendaraan ATV Z200 ketika menikung dapat berkurang, yaitu sebesar 17,925 % untuk kecepatan 10 km/jam, 13,924 % untuk kecepatan 20 km/jam, dan 9,485 % untuk kecepatan 30 km/jam.

Abstract

In order to operated at field which vary, ATV (All Terrain Vehicle) designed to have ability to maneuver which is supported with strong and light frame construction, taft machine and also adequate suspension system. Almost similar to car, ATV have applied suspension independent. The target of this research is to know anti-roll bar appliance installation influence at front suspension system of ATV Z200 to behavioral reduction of roll body, when vehicle in a condition curve (cornering). Analysis roll body conducted by using transfer analysis method with visual MSC software of Nastran 2004Result of this analysis will give reduction graph of roll body angle to speed of vehicle (10,20 and 30 km/hour) as function of displacement vertical from appliance lever arm anti bar roll. This angle is measured from vertical line with straightening of road to a line through a center of mass (center of gravity or shortened, CG) w. Which is vertical with frame. Result of this research showing that by equipment of anti bar roll, behavioral of roll from body vehicle of ATV Z200 when curve can decrease, that is equal to 17,925 % for the speed of 10 km/hour, 13,924 % for the speed of 20 km/hour, and 9,485 % for the speed of 30 km/hour.

Keyword : Body Roll, independent suspension, anti roll bar, All Terrain Vehicle (ATV)

1 PENDAHULUAN

ATV atau All-Terrain Vehicle merupakan kendaraan multiguna yang dapat beroperasi di segala medan. Tren desain ATV sekarang ini mengacu pada rancangan kendaraan bermotor yang memiliki roda empat (seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 1)

Karena selalu dioperasikan pada medan yang bervariasi, ATV dirancang memiliki kemampuan manuver yang didukung dengan konstruksi rangka yang ringan dan kuat, mesin yang tangguh, dan sistem suspensi yang memadai. Hampir serupa dengan mobil, ATV telah menerapkan *Aeckermann's steering* dan *independent suspension*.



Gambar 1. Rancangan ATV

Dari sisi penggerak roda, ATV memiliki dua jenis, yaitu jenis penggerak roda dua (2WD) dan penggerak roda empat (4WD). Kedua jenis tersebut tetap berbasis motor dan letak perbedaannya hanya pada sistem transmisi roda. Oleh karena itu ATV dapat dibuat dari motor roda dua yang tersedia di pasaran.

Perancangan ATV dengan menggunakan basis motor pernah dilakukan oleh Jimmy D.N. (2005-2006) yang menggunakan mesin Kawasaki Z200, yang diberi nama ATV Z200, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. ATV Z200

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemasangan alat *anti-roll bar* pada sistem suspensi depan ATV Z200 terhadap pengurangan perilaku *body roll* ketika kendaraan dalam kondisi menikung (*cornering*).

Manfaat dari hasil penelitian ini adalah peningkatan keamanan ber-kendara (*safety riding*) pada ATV Z200 tanpa harus mengurangi kualitas ber-kendara (*ride quality*) serta kenyamanan (*comfortability*).

Masalah yang akan diselesaikan oleh penelitian ini mencakup :

1. Kekuatan struktur dari sistem sus-pensi independen depan dari ATV Z200.
2. Kekuatan struktur dari mekanisme atau alat *anti-roll bar*.
3. Pengaruh penurunan sudut *body roll* dari ATV setelah dipasangkan alat *anti-roll bar*.

Batasan masalah yang diteliti adalah

1. Analisis struktur hanya dilakukan pa-da sistem suspensi depan ATV Z200 dan alat *anti-roll bar*.
2. *Body roll* dari ATV Z200 disebabkan oleh kondisi kendaraan yang sedang menikung (*cornering*). Kecepatan kendaraan waktu menikung diasumsikan konstan, yaitu 10 km/jam, 20 km/jam, dan 30 km/jam.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metodologi sebagai berikut :

1. Analisis struktur dilakukan dengan metode elemen hingga (FEM) yang memanfaatkan perangkat lunak CosmosWorks 2005. Hasil

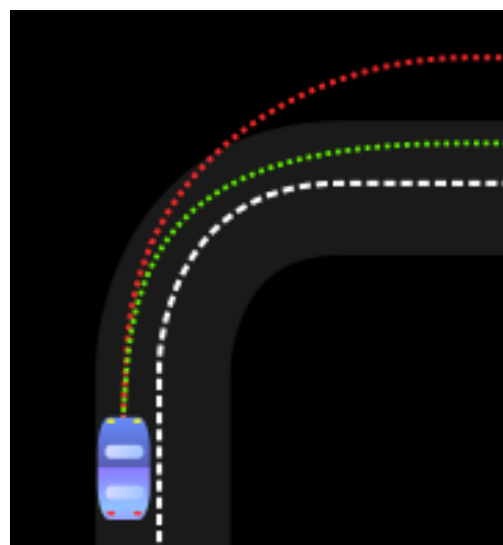
analisis struktur meliputi distribusi tegangan von Mises dan faktor keamanan.

2. Analisis kegagalan struktur dilaku-kan dengan menerapkan teori kega-galan untuk material ulet, yaitu teori von Mises atau teori Distorsi Energi Maksimum.
3. Analisis *body roll* dilakukan dengan menggunakan metode analisis per-pindahan dengan bantuan perangkat lunak MSC.visualNastran 2004. Hasil analisis ini akan memberikan grafik pengurangan sudut *body roll* terhadap kecepatan kendaraan (10, 20, dan 30 km/jam) sebagai fungsi dari perpindahan (*displacement*) vertikal dari lengan tuas alat *anti-roll bar*. Sudut ini diukur dari garis vertikal yang tegak lurus jalan ke sebuah garis yang melalui titik pusat massa (*center of gravity* atau di-singkat CG) yang tegak lurus dengan rangka.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Alat Anti-Roll Bar

Anti-roll bar menyediakan dua fungsi utama. Fungsi pertama adalah mengurangi *body lean*. Pengurangan *body lean* sangat tergantung dengan kekakuan terhadap *roll* total dari ken-daraan. Peningkatan kekakuan terhadap *roll* total dari sebuah kendaraan tidak dapat merubah transfer beban (berat) dari dalam roda ke bagian luar roda, namun hanya dapat mengurangi *body lean* saja. Transfer beban lateral total ditentukan oleh tinggi titik pusat massa (*center of gravity*) kendaraan dan lebar jalur. Fungsi lainnya adalah untuk me-ngatasi besar gaya G (*g-force*) dan membatasi perilaku *understeer* dari ken-daraan (*understeer* merupakan istilah untuk sebuah kondisi *handling* ken-daraan dimana selama menikung jalur gerak melingkar dari gerak kendaraan dengan radius lebih besar dari pada ling-karan yang diindikasikan oleh arah yang dituju oleh roda-rodanya Perilaku ini diilustrasikan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Perilaku *understeer* pada saat kendaraan menikung

Kondisi kendaraan yang mengalami *understeer* dapat dilihat dimana roda depan mengalami penurunan

traksi sela-ma menikung, sehingga bagian depan kendaraan memiliki cengkraman mekanik yang berkurang dan tidak mampu mengikuti trayek pada tikungan tersebut.

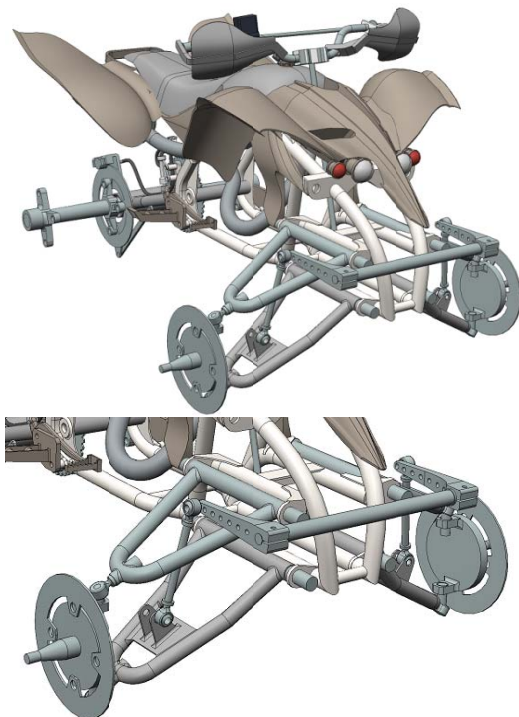
Batas dari perilaku understeer ini dapat diatur dengan mengubah kese-bandingan dari kekakuan terhadap roll total yang muncul dari poros axle depan dan belakang. Ini akan mengakibatkan roda depan paling luar (outer) berputar dengan sudut slip yang lebih besar, dan roda belakang paling luar akan berputar dengan sudut slip yang lebih kecil, dimana perilaku understeer akan berpengaruh. Dengan meningkatkan kese-bandingan kekakuan terhadap roll pada poros axle roda belakang akan mem-berikan efek yang berlawanan dan dapat mengurangi perilaku understeer.

2.2 Pemodelan ATV Z200

Dengan menggunakan SolidWorks 2005, model mekanisme anti-roll bar, yang terdiri dari batang torsi, push rod, lengan torsi, dan bushing, dibuat dan disusun. Model ATV Z200 dengan me-kanisme anti-roll bar yang terpasang pada suspensi depan dapat dilihat pada Gambar 2.6.

2.3 Kriteria Kegagalan

Kriteria kegagalan von Mises berbasis teori energi distorsi maksimum (yang disebut teori tegangan geser oktahedral atau juga teori Maxwell-Huber-Hencky-von Mises) yang meng-gunakan teori regangan (strain). Energi regangan dapat dipisahkan menjadi dua jenis, yaitu energi yang berasosiasi dengan perubahan volume dan energi yang menyebabkan terjadinya distorsi dari elemen dalam material.



Gambar 4. Model 3D ATV Z200 dengan alat anti-roll bar

Teori kegagalan ini menyatakan bahwa peluluhan (yielding) dipredik-sikan terjadi bila energi distorsi

akibat pembebanan eksternal mencapai sebuah harga kritis. Teori ini sangat cocok dalam mengestimasi kegagalan pada ma-terial ulet. Secara matematis, teori ini dinyatakan sebagai

$$(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 \leq 2 \sigma_y^2 \quad (2.1)$$

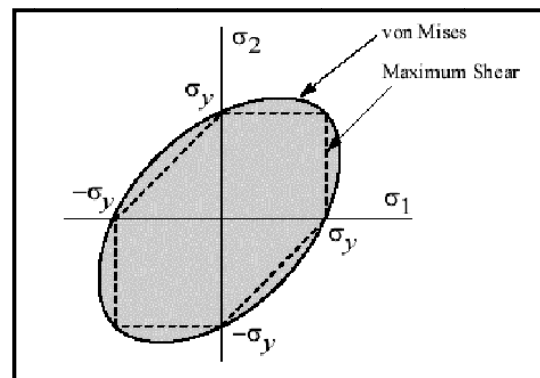
Pada kasus tegangan dua bidang dengan $\sigma_3 = 0$, maka kriteria von-Mises menjadi

$$\sigma_1^2 - \sigma_1 \cdot \sigma_2 + \sigma_2^2 \leq 2 \sigma_y^2 \quad (2.2)$$

Tegangan yield pada kondisi geseran adalah sebesar

$$\tau_y = 0,577 \sigma_y \quad (2.3)$$

Dari pers. (2.1) dan pers. (2.3) dapat digambarkan secara grafis seperti Gambar 2.7.



Gambar 5. Perbandingan dua kriteria kegagalan material ulet

Dari gambar diatas dapat disim-pulkan bahwa teori tegangan geser maksimum lebih konservatif karena grafiknya berada di dalam ellips teori kegagalan von Mises. Teori kegagalan von Mises memberikan kegagalan de-ngan ketelitian yang tinggi pada semua kuadran.

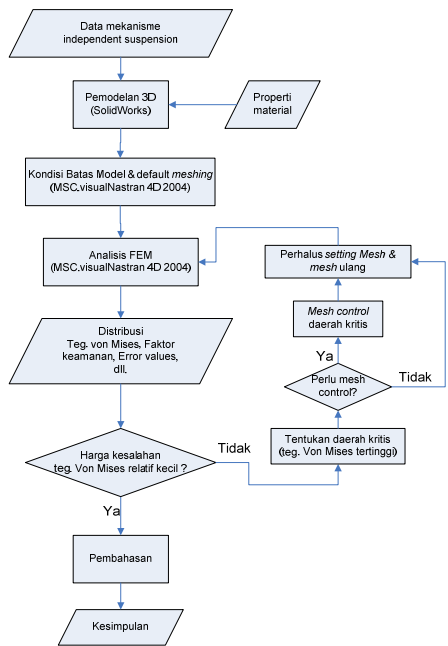
Teori kegagalan von Mises lebih sering digunakan dibandingkan dengan teori tegangan geser maksimum dalam menentukan kegagalan lelah (fatigue), terutama akibat beban tarik yang ber-ulang dan beban tarik geser.

Dalam analisis struktur sistem suspensi ATV ini, karena kriteria kegagalan yang digunakan adalah teori von-Mises, maka faktor keamanan (fac-tor of safety yang biasanya disingkat dengan FOS) dalam desain menggu-nakan acuan tegangan von-Mises dan tegangan yield material. Besar harga FOS ditentukan oleh persamaan

$$FOS = \frac{\sigma_{yield}}{\sigma_{Von-Misses}} \quad (2.4)$$

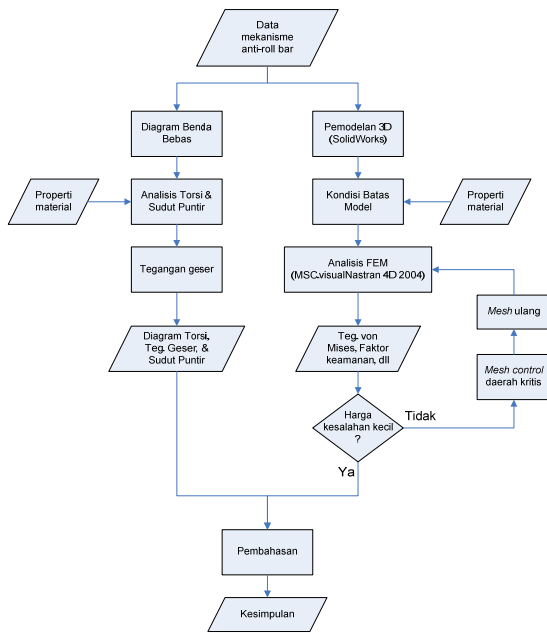
3. METODE PENELITIAN

Tahap penelitian sistem suspensi depan ATV disusun secara sistematika seperti ditunjukkan oleh Gambar 6 dibawah ini.



Gambar 6. Analisis suspensi

Tahap penelitian mekanisme *anti-roll bar* disusun secara sistematis seperti ditunjukkan oleh Gambar 7.



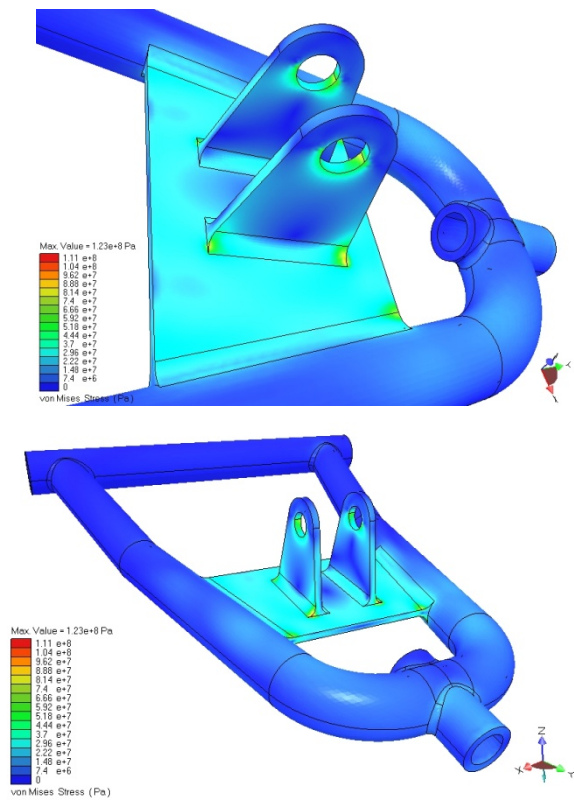
Gambar 7 Analisis Anti-Roll Bar

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

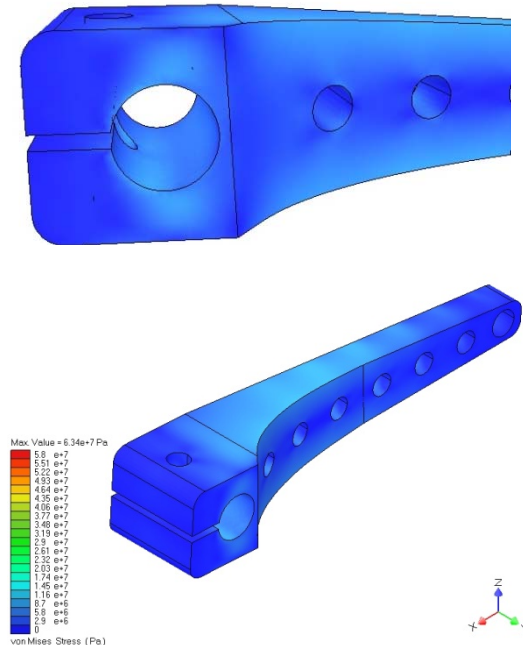
Hasil analisis metode hingga setelah diterapkan *mesh control* untuk mekanisme suspensi depan ATV ditunjukkan oleh Gambar 8.

Dari Gambar 8 dapat disimpulkan bahwa faktor keamanan mini-mum pada lengan ayun bawah adalah sebesar 2,69 dengan harga kesalahan tegangan von Mises 6,74 % (setelah dilakukan *mesh control*). Ini menunjukkan bahwa lengan ayun bawah terutama di bagian sambungan pelat tumpuan *shock-breaker* akan mengalami *yield* bila diberikan gaya aksi melalui

poros roda sebesar 2,69 x 400 N (sebesar 1076 N atau 109,68 kg).



Gambar 8. Distribusi tegangan von Mises pada lengan ayun bawah

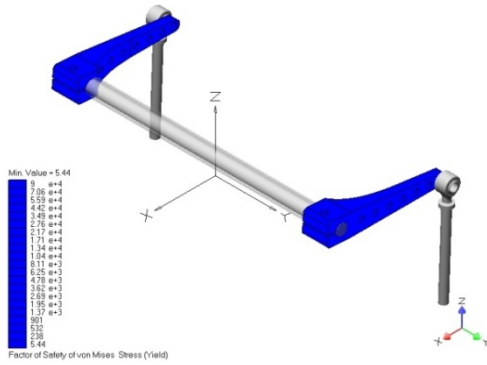


Gambar 9. Distribusi tegangan von Mises pada lengan torsi kiri

Dari hasil analisis ini dapat disimpulkan bahwa titik kritis dari lengan ayun bawah terletak pada sambungan antara pelat dukungan dan pelat penumpu *shockbreaker*.

Hasil analisis tegangan von Mises pada lengan kiri mekanisme *anti-roll bar*, ditunjukkan oleh Gambar 9.

Distribusi faktor keamanan di pada kedua lengan dapat dilihat pada Gambar 10.

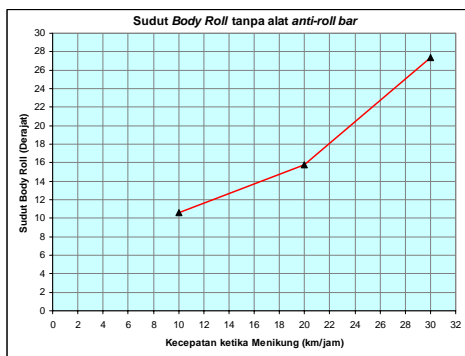


Gambar 10. Faktor keamanan pada lengan torsi

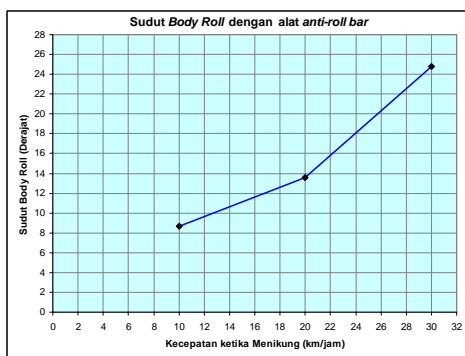
Hal ini menunjukkan bahwa lengan torsi akan mengalami *yield* bila diberikan gaya aksi sebesar 5,44 kali dari gaya awal. Ini juga menunjukkan bahwa gaya aksi yang diberikan melalui *push rod* harus lebih kecil dari 5,44 x 200 N (sebesar 1088 N atau 110,9 kg).

Dari seluruh hasil analisis tegangan von Mises dan faktor keamanan sebelumnya dapat disimpulkan bahwa daerah lubang pin dan tempat pemasangan batang torsi pada lengan torsi akan mengalami *yield* lebih dulu dibandingkan bagian lain pada lengan torsi bila gaya reaksi yang bekerja pada daerah alur pin menjadi 5,44 kali lebih besar.

Dari hasil analisis perpindahan un-tuk tiap kecepatan kendaraan ketika menikung (10, 20, dan 30 km/jam) diperoleh grafik pengurangan sudut *body roll*, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 11.



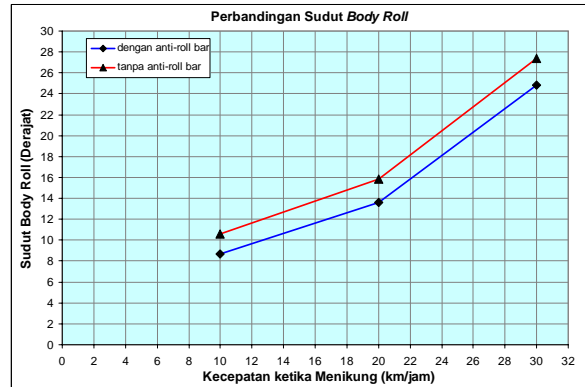
(a) Tanpa alat *anti-roll bar*



(b) Dengan alat *anti-roll bar*

Gambar 11. Grafik sudut *body roll* terhadap kecepatan menikung

Dari kedua grafik tersebut dapat dilihat bahwa besar kecepatan menikung dapat mempengaruhi besar sudut *body roll* dari kendaraan ATV Z200. Semakin besar kecepatan menikung akan semakin besar kecenderungan badan ATV Z200 mengalami perilaku *roll*. Pengaruh penggunaan alat *anti-roll bar* dapat dilihat melalui grafik perbandingan sudut *body roll* ATV dengan suspensi depan tanpa dan dengan alat *anti-roll bar* ditunjukkan oleh Gambar 12.



Gambar 12. Pengaruh alat *anti roll bar* terhadap sudut *body roll*

Dari perbandingan grafik pada Gambar 12 dapat dilihat bahwa alat *anti-roll bar* dapat memberikan pengaruh terhadap penurunan sudut *body roll* dari kendaraan ATV Z200. Pengaruh alat ini juga dapat dilihat dari besar prosentase penurunan sudut *body roll* dari kendaraan ATV Z200 terhadap masing-masing kecepatan menikung yang dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini.

Tabel 1 Prosentase Penurunan Sudut *Body Roll*

Kecepatan (km/jam)	Sudut <i>Body Roll</i>		Penurunan Sudut (%)
	Tanpa <i>Anti-Roll Bar</i> (derajat)	Dengan <i>Anti-Roll Bar</i> (derajat)	
10	10.6	8.7	17.925
20	15.8	13.6	13.924
30	27.4	24.8	9.489

5. KESIMPULAN

Dari pembahasan pada bab sebelumnya, beberapa hal penting yang dapat disimpulkan, yaitu

1. Area kritis dalam desain lengan bawah suspensi depan ATV Z200 terdapat pada kedudukan *shockbreaker* dengan tegangan von Mises maksimum sebesar $1,28 \cdot 10^8$ Pa.
2. Area kritis dalam desain alat *anti-roll bar* ketika kendaraan ATV menikung ke kiri terdapat pada lengan torsi sebelah kiri dengan tegangan von Mises maksimum sebesar $6,34 \cdot 10^6$ Pa.
3. Pemasangan alat *anti-roll bar* dapat mengurangi perilaku *roll* dari badan kendaraan ATV Z200 ketika menikung, yaitu sebesar 17,925 % untuk kecepatan 10 km/jam, 13,924 % untuk kecepatan

20 km/jam, dan sebe-sar 9,485 % untuk kecepatan 30 km/jam.

Daftar Pustaka

- [1] D. N., Jimmy., 2004, “Desain Mekanik dengan SolidWorks”, In-deralaya, Buku ajar Jurusan Teknik Mesin UNSRI.
- [2] D. N., Jimmy., 2004, “Desain Mekanisme dengan SolidWorks be-serta Analisis Kinematika dan Dinamika dengan MSC.visualNastran”, Indralaya, Buku ajar Jurusan Teknik Mesin UNSRI.
- [3] Erdman, A. G. & Sandor, G. N., 1997, “Mechanism Design : Analysis and Synthesis”, Volume 1, New Jersey, Prentice Hall.
- [4] Knight, Charles.E, 1993 “The Finite Element Method In Mechanical De-sign”, PWS. Kent Publishing Com-pany, Boston.
- [5] Logan, Darryl.L, “A First Course In The Finite Element Method”,
- [6] Norton, Robert L., 1999, “Design of Machinery”, International edition, McGraw-Hill Book Company.