

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN PINTU RAPTOR PADA ISUZU PANTHER TAHUN 1997

Michael Sutanto¹⁾, Ir. Ninuk Jonoaji, M.T.²⁾
Program Studi Otomotif Universitas Kristen Petra^{1,2)}
Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Indonesia^{1,2)}
Phone: 0062-31-8439040, Fax: 0062-31-8417658^{1,2)}
E-mail : koenigsegg1392@gmail.com¹⁾, ninukj@petra.ac.id²⁾

ABSTRAK

Perkembangan otomotif di dunia menyebabkan bertambahnya jumlah kendaraan dan berkurangnya lahan parkir, ketersediaan tempat parkir merupakan salah satu kebutuhan dalam sistem transportasi, karena setiap perjalanan dengan kendaraan pribadi umumnya selalu dimulai dan diakhiri di tempat parkir, banyak dijumpai mobil saling berdempetan parkir sehingga pengendara sulit untuk keluar dan masuk ke mobil, maka produsen otomotif melakukan perubahan pada engsel pintu mobil standar dengan penambahan model engsel pintu mobil yang lebih inovatif dan memiliki efisiensi parkir yang lebih optimal. Namun belum diketahui seberapa pasti besar pengaruh penambahan inovasi engsel pintu raptor dapat mengefisienkan tempat parkir serta perubahan terhadap industri otomotif. Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk menunjukkan bahwa pemakaian engsel pintu raptor untuk mobil Isuzu Panther tahun 1997 didapatkan hasil yang sangat efisiensi untuk membuka pintu mobil sebesar 90 derajat ke depan dibandingkan dengan engsel pintu mobil standar yang membutuhkan sekitar kurang lebih 85 derajat untuk membuka pintu dan sering menimbulkan kecelakaan.

Kata kunci: Pintu mobil, Engsel pintu raptor

1. Pendahuluan

Pada zaman sekarang ini semakin banyak orang Indonesia menjadikan alat transportasi sebagai kebutuhan dalam melakukan segala aktifitas mereka. Hal ini juga memberikan dampak dalam penjualan kendaraan bermotor yang semakin meningkat setiap tahunnya sehingga jalan-jalan umum menjadi semakin padat dengan adanya pertambahan jumlah kendaraan bermotor setiap tahunnya yang tidak seimbang dalam pertumbuhan infrastruktur jalan di Indonesia, dari data yang diambil dari BPS menunjukkan penjualan mobil di Indonesia dari Januari-Oktober 2012 adalah 1.143.197 unit. Desain pintu konvensional yang sudah umum terdapat pada mobil pada umumnya membuka dengan cara mengayunkan pintu keluar yang membutuhkan ruang untuk pintu agar dapat terbuka secara sepenuhnya agar penumpang mobil dapat keluar dan masuk mobil. Hal ini memungkinkan terjadinya kecelakaan sewaktu membuka pintu mobil seperti contohnya adalah ketika adanya pesepeda atau pengendara sepeda motor yang dapat menabrak pintu pada saat pintu dibuka dikarenakan ruang ayun pintu kendaraan yang terlalu besar sehingga memungkinkan untuk ditabrak oleh kendaraan lain. Desain pintu konvensional yang sudah ada ini juga berpengaruh terhadap efisiensi tempat parkir karena otomatis pengendara mobil juga akan memperhitungkan jarak ayun pintu mobil ketika pintu dibuka pada saat parkir yang memungkinkan ruang pada lahan parkir hanya dapat menampung mobil lebih sedikit jika dibandingkan dengan desain pintu raptor yang memiliki konsep pintu hanya keluar lalu bergerak ke arah depan mobil sehingga efisiensi ruang untuk membuka pintu

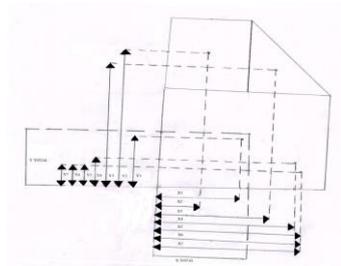
mobil bertambah sehingga dapat berpengaruh pada kondisi parkir di lahan parkir.

2. Metode Perancangan

Perancangan dilakukan pertama kali dengan cara studi lapangan yaitu dengan mempelajari cara kerja pintu raptor yang sudah ada serta membaca dan mencari literatur untuk dapat membantu mewujudkan mekanisme kerja alat sesuai dengan perhitungan-perhitungan yang dibutuhkan dalam mendesain alat serta mencari data perencanaan berupa tabel komponen yang ada untuk membantu proses perhitungan yang kemudian melakukan proses pembuatan desain pintu raptor yang diaplikasikan pada mobil dengan cara memotong plat dan poros terlebih dahulu untuk membuat komponen-komponen yang sesuai dengan ukuran yang direncanakan yang kemudian disusun menjadi pintu raptor yang direncanakan kemudian melakukan percobaan pada pintu apakah pintu dapat terbuka dengan menggunakan desain pintu raptor yang direncanakan.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada pintu raptor perlu untuk menghitung titik berat dari masing-masing komponen yang akan diayunkan oleh motor seperti pintu, plat penggerak pintu, kaca pintu mobil dan sproket yang menggerakkan pintu. Hal ini dilakukan agar dapat mengetahui besarnya torsi yang dibutuhkan untuk dapat mengayunkan pintu ke depan sehingga dapat disesuaikan dengan spesifikasi motor yang akan digunakan. Berikut adalah skema dari letak titik berat pada pintu mobil agar mendapatkan torsi yang dibutuhkan.



Gambar 1 skematik pintu mobil

Dimana diketahui data-data sebagai berikut :

- m_1 = massa pintu mobil = 17,7 kg
- m_2 = massa kaca pintu bentuk persegi = 1,7 kg
- m_3 = massa kaca pintu bentuk segitiga = 0,7 kg
- m_4 = massa lempengan pintu primer = 0,9 kg
- m_5 = massa lempengan tebal 1 = 1 kg
- m_6 = massa sproket = 0,6 kg
- m_7 = massa lempengan tebal 2 = 0,99 kg

Σm = massa total

Posisi titik berat pintu mobil = $(x_1, y_1) = 46,75$ cm, $34,5$ cm

Posisi titik berat kaca pintu bentuk persegi = $(x_2, y_2) = 22,5$ cm, 93 cm

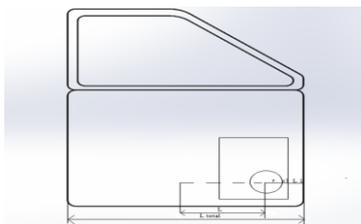
Posisi titik berat kaca pintu bentuk segitiga = $(x_3, y_3) = 60,8$ cm, 85 cm

Posisi titik berat lempengan pintu primer = $(x_4, y_4) = 76,7$ cm, $18,5$ cm

Posisi titik berat lempengan tebal 1 = $(x_5, y_5) = 80,55$ cm, $11,95$ cm

Posisi titik berat sproket = $(x_6, y_6) = 80,55$ cm, $11,95$ cm

Posisi titik berat lempengan tebal 2 = $(x_7, y_7) = 80,55$ cm, $11,95$ cm



Gambar 2 Skema pusat massa dan jarak sumbu putar

Perhitungan torsi dilakukan dengan cara menghitung jarak antara titik berat pintu mobil dengan pusat sumbu putar sproket yang berfungsi untuk mengayunkan pintu dengan perhitungan sebagai berikut.

Berat pintu = m total . g

$$= 23,59 \cdot 9,8$$

$$= 231,182 \text{ N}$$

$L = L$ total : $2 - (r + r_1 + L_1)$

$$= 98,58 : 2 - (6,35 + 0,5 + 6,1)$$

$$= 49,29 \text{ cm} - 12,95 \text{ cm}$$

$$= 36,34 \text{ cm} = 0,3634 \text{ m}$$

L = jarak antara pusat massa pintu dengan sumbu putar pintu

T pintu = r . Berat pintu

$$= 0,3634 \cdot \text{Berat pintu}$$

$$= 0,3634 \cdot 231,182$$

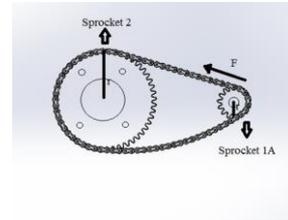
$$= 84 \text{ Nm}$$

$$T \text{ sproket 2} = T \text{ pintu}$$

$$T \text{ sproket 2} = F \cdot r \text{ sproket 2}$$

$$84 = F \cdot 0,0635$$

$$F \text{ sproket 2} = 84 / 0,0635 = 1322,83 \text{ N}$$



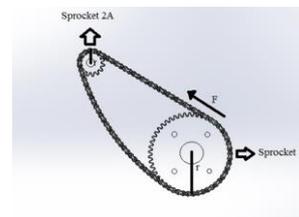
Gambar 3 Hubungan gaya dan torsi pada sproket 2 dan sproket 1A

$$F \text{ sproket 2} = F \text{ sproket 1A}$$

$$T \text{ sproket 1A} = F \cdot r \text{ sproket 1A}$$

$$= 1322,83 \cdot 0,025$$

$$= 33,1 \text{ Nm}$$



Gambar 2 Hubungan gaya dan torsi pada sproket 2A dan sproket 1

$$T \text{ sproket 1A} = T \text{ sproket 1}$$

$$T \text{ sproket 1} = F \cdot r \text{ sproket 1}$$

$$33,1 = F \cdot 0,0635$$

$$F = 521,26 \text{ N}$$

$$F \text{ sproket 1} = F \text{ sproket 2A}$$

$$T \text{ sproket 2A} = F \cdot r \text{ sproket 2A}$$

$$= 521,26 \cdot 0,025$$

$$= 13 \text{ Nm}$$

Jadi torsi yang dibutuhkan untuk mengayunkan pintu adalah sebesar 13 Nm. Selain itu diperlukan juga untuk menghitung besarnya torsi dinamis yang diperlukan untuk mendapatkan torsi yang diperlukan pada saat pintu tepat akan bergerak. Untuk mendapatkan hasil dari torsi dinamis maka diperlukan perhitungan kecepatan sudut dengan perhitungan sebagai berikut :

$$\omega = 2\pi/T$$

Serta mencari percepatan sudut menggunakan rumus :

$$\omega t = \omega_0 + \ddot{\theta} \cdot t$$

Pintu mobil yang direncanakan akan mengayunkan sebesar 90° membutuhkan waktu 5 detik, sehingga

perhitungan untuk 1 putaran penuh :

$$90^\circ = 5 \text{ detik}$$

$$360^\circ = 360^\circ : 90^\circ \times 5 \text{ detik} = 20 \text{ detik}$$

Jadi 1 putaran membutuhkan waktu 20 detik

Sehingga perhitungannya :

Kecepatan sudut :

$$\omega = 2\pi/T$$

$$\omega = 2\pi/20$$

$$\omega = 0,314 \text{ rad/s}$$

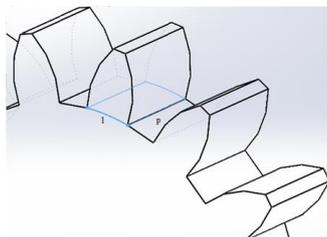
$$\text{RPM} = (\text{rad/s})/2\pi = 0,314/2\pi = 0,05 \text{ putaran/s} \times 60 \text{ s} = 3$$

putaran/menit. Kemudian untuk menghitung kekuatan pada sambungan komponen-komponen penunjang desain pintu raptor seperti baut, sproket, las dan poros pendorong pintu serta menghitung berat dari komponen-komponen tersebut. Perhitungan poros adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \tau &= Tc/J \\ &= (1,59 \text{ Nm} \cdot 0,008 \text{ m}) / (\pi/2 \cdot c^4) \\ &= 0,01272 / (3,14/2 \cdot [0,008]^4) \\ &= 0,01272 / (1,57 \cdot 4,096 \times [10]^{-9}) \\ &= 0,01272 / (6,43072 \times [10]^{-9}) \\ &= 1978005,573 \text{ N/m}^2 \\ &= 1,98 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Perhitungan kekuatan material sproket dapat dilakukan dengan membandingkan Ultimate Tensile Strength material sproket yang dimiliki sebesar 630 MPa dengan beban geser dengan menggunakan rumus :

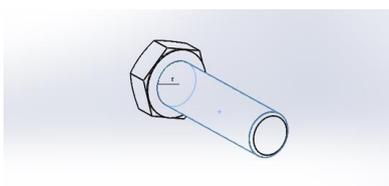
$$\begin{aligned} \tau &= F/A, \text{dimana :} \\ \tau &= \text{Beban geser (MPa)} \\ F &= \text{Gaya (N)} \\ A &= \text{Luas penampang (m}^2\text{)} \\ \text{Luas penampang pada gigi sproket adalah persegi} \\ \text{sehingga untuk menghitung luasan adalah } A &= p \times l, \text{dimana :} \\ A &= \text{Luas penampang (m}^2\text{)} \\ p &= \text{panjang penampang (m)} \\ l &= \text{lebar penampang (m)} \end{aligned}$$



Gambar 4 Luas penampang gigi sproket

Untuk menghitung kekuatan baut maka perlu diketahui massa dari komponen-komponen yang membebani baut sehingga dapat diperoleh tegangan yang dialami oleh baut dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \tau &= F/A, \text{dimana :} \\ \tau &= \text{Beban geser (MPa)} \\ F &= \text{Gaya (N)} \\ A &= \text{Luas penampang (m}^2\text{)} \end{aligned}$$



Gambar 5 Luas penampang baut

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang baut} &= \pi \times r^2 \\ &= 3,14 \times (0,00285 \text{ m})^2 \\ &= 3,14 \times 0,000008125 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$= 0,0000255 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Kekuatan tarik baut} &= 8 \times 100 = 800 \text{ N/mm}^2 = 800 \text{ MPa} \\ \text{Batas mulur} &= 8 \times 8 \times 10 = 640 \text{ N/mm}^2 = 640 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Untuk menghitung kekuatan las maka perlu diketahui massa dari komponen-komponen yang membebani baut sehingga dapat diperoleh tegangan yang dialami oleh baut dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \tau &= F/A, \text{dimana :} \\ \tau &= \text{Beban geser (MPa)} \\ F &= \text{Gaya (N)} \\ A &= \text{Luas penampang (m}^2\text{)} \end{aligned}$$

Elektroda las yang digunakan adalah merk Kobe Steel bertipe RB-26 yang memiliki kode klasifikasi E6013 dan JIS Z3211 yang digunakan untuk tipe pengelasan Mild Steel yang diatur dalam AWS 5.1 yang ditandai dengan huruf "E" dan diikuti dengan 4 digit angka dibelakang yang memiliki arti :

E = elektroda untuk jenis las SMAW
E60xx = dua digit angka pertama menunjukkan kekuatan tarik las sebesar 60 ksi (60000 psi)
Exx1x = digit angka ketiga menunjukkan posisi pengelasan yang dapat digunakan. Untuk jenis las ini memiliki kode angka "1" yang berarti elektroda las dapat digunakan untuk semua posisi.
Exxx3 = digit angka keempat menunjukkan jenis arus dan saluran.

Untuk jenis las ini memiliki kode angka "3" yang berarti elektroda las memiliki tipe saluran rutile dan dapat digunakan pada arus listrik AC atau DC.
Kekuatan tarik las = 60000 psi = 60000 x 0,0069 = 414 MPa

Berikut adalah gambar tipe elektroda las yang digunakan yaitu Kobe Steel tipe RB-26



Gambar 6 Elektroda las yang digunakan

Pada mekanisme engsel pintu model raptor terdahulu khusus digunakan untuk kendaraan Koenigsegg saja dengan menggunakan roda gigi besar sebagai engsel untuk mendorong pintu keluar serta untuk mengayunkan pintu supaya pintu dapat terbuka. Desain dari pintu tersebut hanya khusus diaplikasikan pada mobil Koenigsegg saja sehingga diperlukan desain engsel lain untuk kendaraan jenis lain.

Setelah melakukan pembahasan, maka benda uji atau engsel pintu raptor pada mobil Isuzu Panther 1997 dapat dibuat dengan tepat dan sesuai dengan perencanaan.

Metode ini digunakan setelah proses pembuatan benda uji yang dihasilkan dari pembahasan, maka dilakukan pengujian untuk mengetahui

mekanisme yang tepat pada pembuatan engsel pintu raptor untuk mobil Isuzu Panther tahun 1997 sehingga dapat digunakan secara optimal.

Secara garis besar metode pengujian dapat dirumuskan sebagai berikut :

1. Menguji kesesuaian mekanisme dan kualitas engsel pintu raptor. Cara pengujianya adalah dengan melihat secara visual mekanisme engsel pintu raptor tersebut.

2. Menguji kekuatan dan ketepatan engsel pintu raptor. Cara pengujianya adalah dengan mengetest keadaan pintu mobil yang dibuka dan ditutup agar didapatkan hasil yang sesuai dan pas.

Hasil dari pengujian benda uji tersebut selanjutnya akan dibandingkan efisiensi pada pintu mobil Isuzu Panther tahun 1997 yang menggunakan engsel yang direncanakan dengan pintu mobil yang menggunakan engsel pintu standar sehingga mencapai hasil sebagai berikut :

1) Mobil Isuzu Panther tahun 1997 yang menggunakan engsel pintu standar, maka diperoleh data sebagai berikut:



Gambar 7 Isuzu Panther menggunakan engsel pintu mobil standar

Menunjukkan dimana mobil Isuzu Panther tahun 1997 yang menggunakan engsel pintu mobil standar yang sedang parkir berhimpitan akan mengalami kesulitan karena membutuhkan sudut yang besar untuk membuka pintu mobil tersebut, serta pengemudi sulit untuk keluar masuk ke dalam mobil.

1) Mobil Isuzu Panther tahun 1997 yang menggunakan engsel pintu yang sudah direncanakan, maka diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 8 Isuzu Panther menggunakan engsel pintu mobil rancangan

Menunjukkan dimana mobil Isuzu Panther tahun 1997 yang menggunakan engsel pintu mobil yang sudah direncanakan dengan menggunakan mekanisme pintu raptor akan mendapatkan efisiensi tempat parkir yang lebih optimal dan pengemudi lebih efisien untuk masuk atau keluar dari mobil daripada menggunakan engsel pintu mobil standar.

4. Kesimpulan

Dari data pembahasan maka didapatkan data-data yaitu pembuatan engsel pintu model Raptor dengan pemilihan bahan untuk menggunakan pintu Raptor menggunakan baja ST45, bahan ini disesuaikan dengan spesifikasi yield strength, tensile strength serta dengan harga yang ekonomis dan material yang mudah didapatkan di pasaran serta torsi dari pintu dan engsel yaitu sebesar 13 Nm yang didapatkan dari hasil kali gaya pintu sebesar 521,26 N dengan jarak sebesar 0,025 m. Dalam merencanakan engsel pintu Raptor digunakan motor wiper dengan torsi maksimal 15 Nm sehingga mampu untuk mengayunkan pintu yang sesuai dengan hasil pembahasan. Setelah melakukan uji coba pada benda maka dapat disimpulkan bahwa menggunakan engsel pintu Raptor jauh lebih efisien dibandingkan dengan menggunakan engsel pintu yang masih konvensional/standar (swing) dalam keadaan parkir yang sempit dan menghindarkan pengemudi dari kecelakaan dooring.

Daftar Pustaka:

1. Beer, F . P .and Johnston, Jr, R. (1987). Mechanics for Engineers: Static and Dynamics, Fourth Edition. : McGraw-Hill Publishing.
2. Sato, Takeshi. (2000). Menggambar Mesin Menurut Standar Iso, Cetakan Kesembilan. : PT Padnya Paramita.
3. Budynas, R. G. and Nisbett, J. K. (2015). Shigley's Mechanical Engineering Design, Tenth Edition.: McGraw-Hill Publishing.
4. Beer, F . P ., Johnston , Jr, R and Eisenberg , E. R . (2007). Vector Mechanics for Engineers:

Statics, Eighth Edition : McGraw-Hill Publishing.

5. Sadler, J. P., Wilson C. E. (2007). Kinematics and Dynamic of Machinery, Third Edition : McGraw-Hill Publishing.
6. Khurmi, R. S., Gupta, J. K. (1980). A Text Book of Machine Design, Second Edition MKS &SIUNITS. Ram Nagar, New Delhi:Eurasia Publishing House (Pvt) Ltd.
7. Shigley, J. E. and Mischke, R. C. (1989). Mechanical Engineering Design, Sixth Edition, McGraw-Hill International Edition.