

Optimalisasi Kuat Tekan <i>Self-Compacting Concrete</i> dengan Cara <i>Trial-Mix</i> Komposisi Agregat dan <i>Filler</i> pada Campuran Adukan Beton Oleh: Slamet Widodo	83-104
Peningkatan Efek Anti <i>Lock Brake System</i> dengan Pemberian Vibrator Pasif pada Kendaraan Roda Dua Oleh: Didik Nurhadiyanto	105-120
Biodata Penulis	121-122

PERANCANGAN SISTEM PERLENGKAPAN KERJA DAN SISTEM KEMUDI DENGAN SISTEM HIDROLIS

Oleh:
Heri Wibowo
Staf Pengajar FT UNY

Abstract

The weight vehicle was used to work the weight job of human such as digging, loading and lifting the materials. It was completed by system work such as attachment system and driving system. The both of system must be supported by the engine follow with hydraulic system. Design of attachment system used cylinder hydraulic movement for work of digging, loading or lifting, and so do cylinder hydraulic was used to turning all body of vehicles. The movement and power of attachment system and driving system was designed to could work of digging, loading and lifting. The result calculation of attachment force, the lift hydraulic cylinder is designed with 2 cylinders, each has 15 cm cylinder diameter and 1 cm width of cylinder with uses stainless steel ($\sigma_u = 5100 \text{ kg/cm}^2$). The dump cylinder is designed with 1 cylinder, has 18 cm of cylinder diameter and 1 cm width of cylinder with use the same materials. Hydraulic system uses the hydraulic pump to central work of attachment system and driving system that drive from engine power.

Key words: Hydraulic, Driving, Attachment.

PENDAHULUAN

Pembangunan dalam bidang prasarana fisik tidak lepas dari peran alat-alat berat dan tenaga operator yang saling mendukung. Alat berat biasanya dipakai untuk pekerjaan-pekerjaan yang cukup berat dan sulit dilakukan dengan mesin bertenaga kecil. Alat berat

yang dipakai pada pekerjaan tersebut juga harus sesuai dengan jenis pekerjaan dan medan kerja yang akan dipakai. Untuk pekerjaan tertentu seperti menggali, memuat dan mengangkat tanah atau material diperlukan kendaraan berat khusus, yang dikenal dengan 'Wheel Loader'.

Wheel Loader tersebut dilengkapi peralatan kerja (*attachment*) yang operasionalnya berhubungan langsung dengan material, berfungsi menangani pekerjaan menggali, memuat ataupun mengangkat material ke kendaraan lain misalnya truk. Komponen utama peralatan kerja *wheel loader* ini terdiri dari bucket, lengan pengangkat, lengan penumpah, yang pengoperasiannya dapat dikendalikan dengan sistem kabel ataupun sistem hidrolik.

Roda yang digunakan pada *wheel loader* terbagi menjadi 2 macam, jenis *tired* dan jenis *crawler*. Pemilihan jenis roda tersebut disesuaikan dengan medan kerja. Untuk medan kerja dengan tanah yang relatif keras, dipilih jenis *tired* dengan pertimbangan gaya tahanan/gesek dengan tanah kecil. Namun untuk medan kerja dengan tanah yang lembek dan berair biasanya dipilih jenis *crawler* karena lebih mampu menahan berat kendaraan.

Sistem hidrolik dipilih dalam perancangan ini karena mempunyai keuntungan-keuntungan antara lain: dapat mentransmisikan daya yang besar, pengaturan gerakan silinder

yang mudah dan tepat serta perawatan yang mudah. Sebagai jantung gerakan *attachment* dan kemudi, sistem hidroliknya menggunakan pompa hidrolik yang digerakkan oleh *engine*. *Power engine* yang direncanakan memiliki daya 200 HP, dan berat operasi diperkirakan 12000 kg (Shop Manual Komatsu, 1992).

Bucket merupakan peralatan yang langsung berhubungan dengan material. Gaya untuk penggalian/penetrasi tanah/material dikerjakan oleh silinder hidrolik yang digerakkan oleh *engine*. Gaya penggalian bucket untuk penetrasi tanah adalah (*Theory of Ground Vehicles*, 1978):

$$F_p = [1/2 \cdot \gamma_s \cdot h_b^2 \cdot N\phi + 2C \cdot h_b \sqrt{(NQ)}]W + s \cdot A_s \quad \dots (1)$$

dengan koefisien:

$$N\phi = \text{flow value} = \tan^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$\gamma_s = \text{berat jenis tanah (kg/m}^3\text{)}$$

$$C = \text{angka kohesi tanah (kg/m}^2\text{)}$$

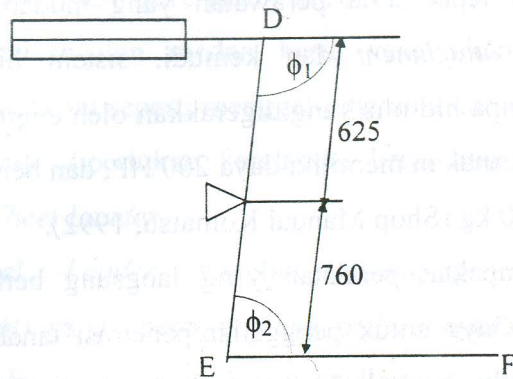
$$A_s = \text{lebar permukaan gesek bucket (m)}$$

$$s = \text{koefisien gesek bucket (kg/m}^2\text{)}$$

$$h_b = \text{dalamnya penggalian bucket (m)}$$

$$W = \text{lebar bucket (m)}$$

Silinder penumpah memiliki silinder berjumlah 1 buah, sehingga gaya yang bekerja pada saat dump maupun tilt hanya di tahan oleh satu silinder.



Gambar 1. Skema Konstruksi Silinder Penumpah

Dengan perbandingan momen, didapat persamaan:

$$Fd \sin \phi_2 \times l_1 = Fs \sin \phi_1 \times l_2 \quad \dots(2)$$

dengan: Fd = gaya saat penetrasi tanah (kg), Fs = gaya pada silinder hidrolik (kg)

Gaya saat memuat material (*tilt back*) dihitung dengan kesetimbangan momen terhadap titik G. Bila berat tanah (W) diketahui, maka besarnya Ra (gaya saat memuat material) dapat dicari dengan persamaan 3 berikut:

$$Ra = \frac{CB \times \cos \beta \times W}{AB} \quad \dots(3)$$

Sedangkan diameter silinder minimal agar gaya dari tekanan fluida hidrolik dapat menghasilkan gaya yang diinginkan dihitung dengan persamaan:

$$F = \pi/4 \times d^2 \times p \quad \dots(4)$$

dengan: d = diameter silinder hidrolik yang dihitung (cm),

P = tekanan fluida pada silinder (kg/cm^2),

F = gaya maksimum pada silinder (kg)

Silinder mempunyai ketebalan tertentu, batas ketebalan minimal silinder (ts) agar mampu menahan gaya dari fluida hidrolik dihitung dengan persamaan:

$$ts = \frac{Pm \times d}{2 \times \sigma_a} \quad \dots(5)$$

dengan: Pm = tekanan maks. silinder (kg/cm^2), σ_a = tegangan tarik bahan silinder yang diijinkan (kg/cm^2)

Pada setiap perancangan, harus ditentukan faktor keamanan desain dengan tujuan apabila beban yang diterima alat melebihi kapasitas beban alat, alat tersebut masih mampu menahan beban (masih aman digunakan) walaupun kekuatan alat di daerah ambang kritis. Faktor keamanan berhubungan dengan kekuatan maksimal yang diperbolehkan pada alat, dengan perumusan:

$$\sigma_a = \frac{\sigma_m}{f_k} \quad \dots(6)$$

dengan: σ_a = tegangan tarik bahan silinder yang diijinkan (kg/cm^2),

σ_m = tegangan tarik bahan (kg/cm^2), f_k = faktor keamanan.

Silinder lainnya yaitu silinder pengangkat berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan beban, terletak di sebelah kiri dan kanan lengan angkat. Perhitungan gaya pada silinder ini didasarkan pada besarnya gaya yang diterima silinder dengan memakai momen gaya dari tiap-tiap titik beban terhadap titik tertentu. Besarnya momen gaya (M_o) tiap sudut dapat dihitung dengan persamaan 5 yaitu:

$$M_o = W_1 \cdot x_1 + W_2 \cdot x_2 + W_3 \cdot x_3 + W_4 \cdot x_4 \quad \dots(7)$$

dengan: W_n = titik berat lengan atau bucket (kg), x_n = jarak titik berat ke tumpuan (cm)

Silinder Hidrolis yang digunakan pada lengan angkat ada 2 buah, sehingga gaya yang diderita oleh masing-masing silinder hidrolis adalah:

$$F_s = \frac{F}{2 \times \sin \lambda} \quad \dots(8)$$

dengan: λ = sudut antara silinder angkat dan lengan angkat.

F = M_o/x (kg), x = jarak tumpuan rata-rata (cm)

Perhitungan pada perencanaan silinder pengangkat seperti: diameter silinder minimal (d), ketebalan minimal silinder (t_s), dan tegangan tarik bahan silinder yang diijinkan (σ_a) digunakan persamaan-persamaan seperti pada perencanaan silinder penumpah (persamaan 4 sampai 8).

METODE PERANCANGAN

Sistem Perlengkapan kerja adalah sistem yang berfungsi untuk melayani kerja bucket dari *Wheel Loader* yang operasionalnya akan berhubungan langsung dengan material. Bagian-bagian perlengkapan kerja ini antara lain: bucket, lengan pengangkat, lengan penumpah, silinder pengangkat dan silinder penumpah. Bucket yang dipakai pada kendaraan ini direncanakan dengan kapasitas bucket 2.7 m^3 . Perlengkapan kerja ini harus memiliki gerakan antara lain: gerak *raise* (mengangkat), gerak *lower* (penurunan), *tilt back* (memuat material) dan gerak *dump* (membongkar muatan). Dengan variasi gerakan seperti itu, maka perlengkapan kerja tersebut didesain dengan sistem hidrolis sebagai pengendali tenaga dan gerakan silinder.

Perancangan pada sistem perlengkapan kerja ini dilakukan dengan analisis kekuatan dengan menghitung gaya-gaya yang bekerja pada masing-masing komponen pada sistem perlengkapan kerja. Selanjutnya pemilihan bahan komponen sesuai dengan kekuatan maupun kondisi lingkungan sehingga menghasilkan gambar produk utama yaitu silinder hidrolis dengan dimensi/ukuran produk yang aman dan dapat diterapkan pada sistem perlengkapan kerja. Hasil perancangan ini dapat dipakai sebagai referensi pembuatan maupun modifikasi terutama pada perlengkapan kerja Alat Berat.

Sistem kemudi (*steering system*) dimaksudkan untuk mengatur gerakan kendaraan dalam posisi lurus menjadi berbelok ke kiri atau ke kanan pada sudut tertentu. Sistem kemudi pada kendaraan berat ini didesain menggunakan 2 *steering* silinder hidrolis yang digerakkan oleh sistem hidrolis. Perancangan pada sistem kemudi dilakukan dengan analisis kekuatan, pemilihan bahan dan perhitungan dimensi komponen terutama pada silinder hidrolis.

Sistem hidrolis merupakan sistem yang mengatur aliran fluida dari tanki minyak hidrolis, kemudian oleh pompa hidrolis dan pompa kemudi dipompakan ke silinder hidrolis melalui saluran dan katub-katub sesuai gerakan yang diharapkan. Desain sirkuit hidrolis tersebut untuk memperoleh gerakan perlengkapan kerja dan gerakan kemudi yang sesuai dengan fungsinya, sehingga menghasilkan sistem yang dapat beroperasi dengan baik dan aman digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Sistem Perlengkapan Kerja

Saat Bucket mengiris tanah dibantu oleh pisau bucket yang berada di dasar bucket. Untuk memperhitungkan besarnya gaya yang diderita bucket maupun pisaunya, maka diambil kondisi yang berat. Dari persamaan (1), besarnya gaya penggalian/penetrasi

tanah rata-rata adalah 3827 kg (Shop Manual Komatsu, 1992). Gaya traksi total kendaraan (F_d) untuk melakukan penetrasi, melawan tahanan gulung roda dan kemiringan 5° : $3827 + 12000 \times \sin 5 + 12000 \times 0,35 = 9072$ kg.

Gaya saat memuat material (*tilt back*) adalah (R_a) dicari berdasarkan jumlah momen terhadap titik G, dengan persamaan (3) didapatkan harga $R_a = 7640$ kg. Gaya saat mengiris tanah lebih besar daripada saat memuat material ($F_d > R_a$), sehingga perhitungan kekuatan dipergunakan gaya-gaya saat bucket mengiris tanah.

Pada silinder penumpah, gaya yang diderita silinder terbesar saat bucket mengiris tanah. Besarnya gaya yang diterima silinder penumpah (R_s) digunakan persamaan (2) diperoleh $R_s = 26792$ kg. Silinder penumpah memiliki silinder 1 buah, sehingga gaya yang bekerja pada saat *dump* maupun *tilt* hanya ditahan oleh satu silinder. Dengan ukuran batang hidrolis direncanakan *stroke* silinder (L) = 488 mm, beban batang silinder maksimal dengan faktor keamanan n adalah:

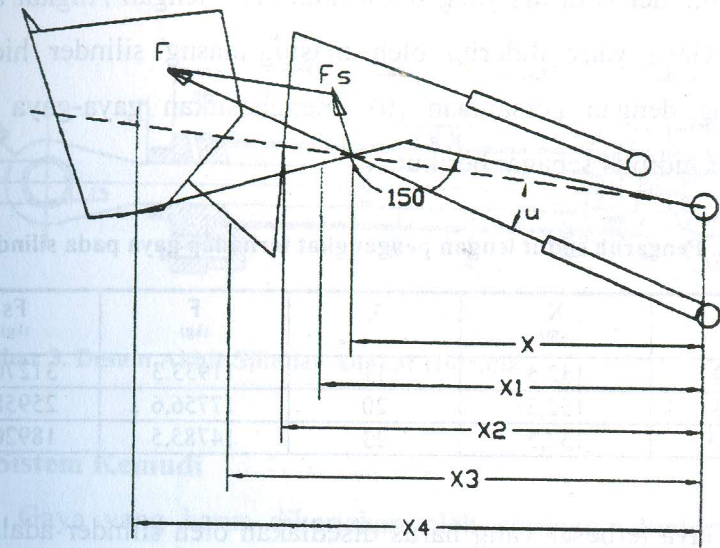
$$R_{\max} = 26792 \times 1,78 = 49536,2 \text{ kg, dengan faktor keamanan} = 1,78.$$

Tekanan minyak hidrolis (p) yang dihasilkan pompa maksimum adalah = 210 kg/cm^2 . Sehingga dengan persamaan (3) diperoleh diameter minimal silinder $d = 16,7$ cm. Dipilih diameter silinder hidrolis penumpah = 18 cm.

Tebal minimal silinder dihitung dengan persamaan (4), bila σ_a = tegangan tarik bahan silinder, dan bahan silinder dipilih dari baja stainless dengan $\sigma_b = 5100 \text{ kg/cm}^2$ sehingga $\sigma_a = 5100/1,5 = 3400 \text{ kg/cm}^2$. Maka tebal silinder hidrolik minimal = 0,83 cm atau dipilih tebal silinder $t = 1 \text{ cm}$.

Pada Silinder pengangkat berfungsi untuk menaikkan, menurunkan, serta menahan beban muatan yang ada pada bucket pada posisi yang diinginkan. Silinder pengangkat ini terdapat 2 buah, berfungsi menggerakkan lengan angkat dengan sudut maksimal $\alpha_{\max} = 150^\circ$. Momen-momen terbesar (yang berarti gaya silinder terbesar) terjadi saat lengan diposisi pertengahan dengan $\alpha = 90^\circ$ (beban terdapat pada posisi yang terjauh).

Berat masing-masing bagian perlengkapan kerja mempunyai jarak titik berat terhadap titik O antara lain berat muatan, berat lengan angkat dan berat tuas yang dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. Letak Titik Berat Perlengkapan Kerja

Jarak titik berat masing-masing perlengkapan kerja pada beberapa sudut ditabelkan pada tabel dibawah ini. Sedangkan Momen (M_o) yang terjadi pada tiap sudut dihitung dengan persamaan (5). Dari data tabel 1 diambil momen terbesar yang terjadi adalah $M_o = 2707877,5 \text{ kg cm}$ terjadi pada sudut $\alpha = 90^\circ$.

Tabel 1. Jarak titik berat dan momen yang terjadi pada tiap sudut

α	x_1	x_2	x_3	x_4	M_o (kg)
30°	97,5	100,0	172,5	217,5	1819825,0
90°	155,0	177,5	235,0	321,0	2707877,5
115°	137,5	172,5	182,5	265,0	2254787,5

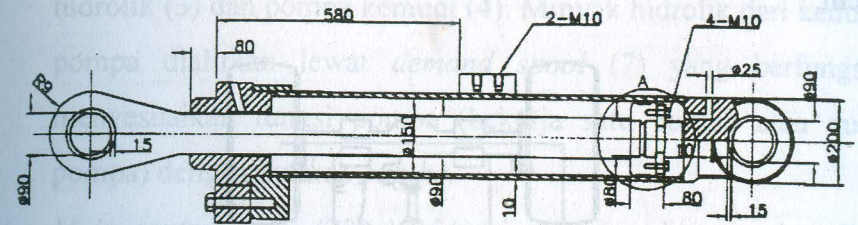
Silinder Hidrolis yang digunakan pada lengan Angkat ada 2 buah. Gaya yang diderita oleh masing-masing silinder hidrolis dihitung dengan persamaan (6), menghasilkan gaya-gaya pada silinder hidrolis sebagai berikut:

Tabel 2. Pengaruh sudut lengan pengangkat terhadap gaya pada silinder

α	X (cm)	λ	F (kg)	Fs (kg)
30	152,5	11	11933,3	31270,3
95	152,5	20	17756,6	25958,4
115	152,5	23	14785,5	18920,3

- Gaya terbesar yang harus disediakan oleh silinder adalah $F_s = 31270,3$ kg.
- Tekanan minyak hidrolis yang dihasilkan pompa maksimal, $p_{max} = 210$ kg/cm². Diameter dalam silinder minimal dicari dengan persamaan (3) didapat $d = 13,7$ cm, atau digunakan diameter silinder dalam 15 cm.
- Tebal minimum silinder hidrolis bila dipilih bahan dari baja stainless dengan $\sigma_b = 5100$ kg/cm², dihitung dengan persamaan (4) didapatkan tebal minimal silinder $t_s = 0,69$ cm, atau dipilih tebal silinder $t = 1$ cm.

α	X (cm)	λ	F (kg)	Fs (kg)
30	152,5	11	11933,3	31270,3
95	152,5	20	17756,6	25958,4
115	152,5	23	14785,5	18920,3



Gambar 3. Desain Akhir Silinder Angkat Hidrolik

b. Sistem Kemudi

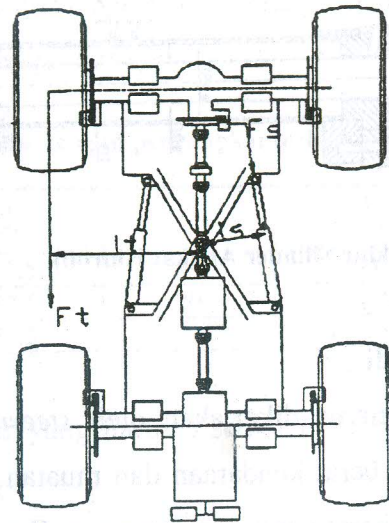
Gaya yang harus dikerjakan oleh *steering* silinder adalah gaya gesek akibat berat kendaraan dan muatan yang diangkutnya. Berat muatan dan berat kendaraan besarnya $G = (12000 + 7640) = 19640$ kg, sehingga gaya yang diperlukan saat membelok:

$$F_t = R \cdot G = 6874 \text{ kg, dengan } R = \text{koefisien tahanan gulung } (0,35).$$

Gaya yang dikerjakan *steering* silinder (F_s) dapat dihitung, dimana $F_t \cdot l_t = F_s \cdot l_s$, maka oleh satu silinder *steering* $F_s = 9811,4$ kg. Perhitungan ukuran diameter silinder hidrolis menggunakan persamaan (2), maka didapatkan $d = 7,72$ cm, diambil diameter silinder 10 cm.

Bahan silinder hidrolis direncanakan dari baja *stainless* dengan ($\sigma_B = 5600$ kg/cm²), dengan persamaan 3 diperoleh $t_s =$

0,562 cm, diambil tebal silinder hidrolik yang digunakan $t = 0,8$ cm.

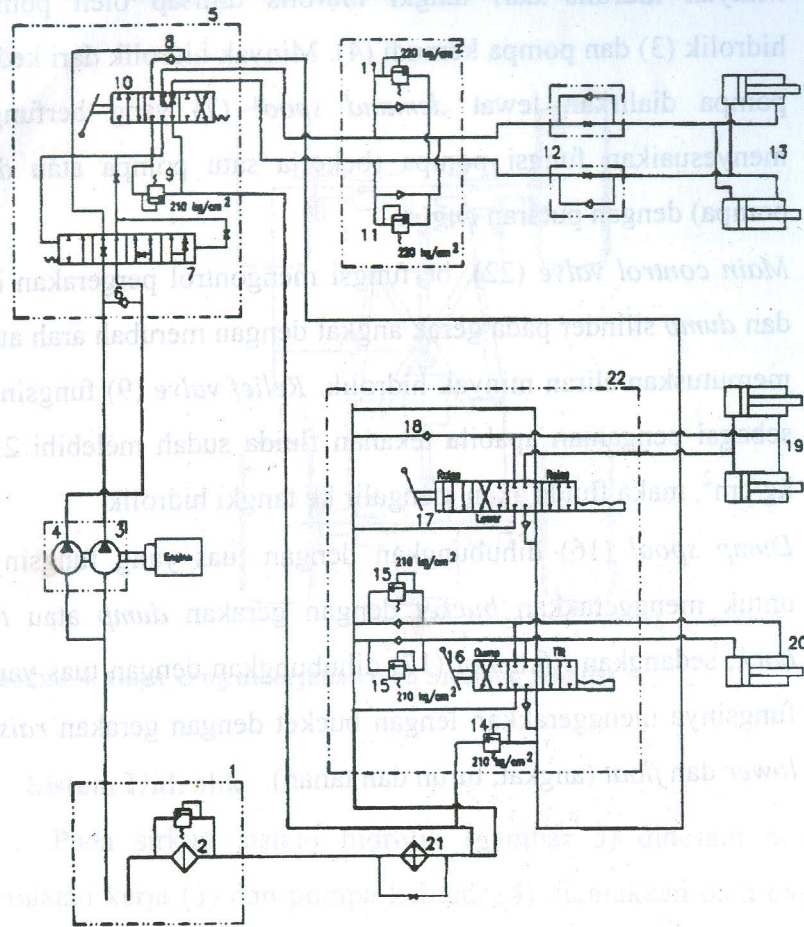


Gambar 4. Gaya yang dikerjakan oleh Steering Silinder

c. Sistem Hidrolik

Pada sirkuit sistem hidrolik (gambar 5) didesain pompa peralatan kerja (3) dan pompa kemudi (4) digerakkan oleh engine dalam satu poros. Tujuan dari desain adalah kedua pompa bekerja saling bantu antara pompa hidrolik dengan pompa kemudi sehingga apabila ada beban lebih akan dikerjakan oleh kedua pompa. Kerja sistem hidrolik secara garis besar adalah sebagai berikut:

- Minyak hidrolik dari tangki hidrolik dihisap oleh pompa hidrolik (3) dan pompa kemudi (4). Minyak hidrolik dari kedua pompa dialirkan lewat *demand spool* (7) yang berfungsi menyesuaikan fungsi pompa (bekerja satu pompa atau dua pompa) dengan putaran *engine*.
- *Main control valve* (22), berfungsi mengontrol pergerakan *lift* dan *dump* silinder pada gerak angkat dengan merubah arah atau memutuskan aliran minyak hidrolik. *Relief valve* (9) fungsinya sebagai pengaman apabila tekanan fluida sudah melebihi 210 kg/cm^2 , maka fluida akan mengalir ke tangki hidrolik.
- *Dump spool* (16) dihubungkan dengan tuas yang fungsinya untuk menggerakkan *bucket* dengan gerakan *dump* atau *tilt back*, sedangkan *lift spool* (17) dihubungkan dengan tuas yang fungsinya menggerakkan lengan bucket dengan gerakan *raise*, *lower* dan *float* (angkat, turun dan tahan).



Sumber: Shop Manual WA-350-1 Komatsu

Gambar 5. Sirkuit Sistem Hidrolik

SIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dari rancangan sistem perlengkapan kerja dan sistem kemudi dengan sistem hidrolik di atas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada sistem perlengkapan kerja didesain menggunakan dua silinder hidrolik pengangkat dengan diameter batang silinder 15 cm, tebal silinder 1 cm dengan bahan baja *stainless* ($\sigma_a = 5100 \text{ kg/cm}^2$), sedangkan silinder hidrolik penumpah berjumlah 1 buah dengan diameter silinder 18 cm, tebal silinder 1 cm dengan bahan yang sama.
2. Pada sistem kemudi menggunakan dua silinder untuk gerak membelok dengan bahan baja *stainless* diameter batang silinder 10 cm dan tebal silinder 1 cm.
3. Sistem hidrolik merupakan sistem utama yang bekerja secara terpadu dengan kemampuan pompa perlengkapan kerja dan pompa kemudi yang saling bantu sehingga kinerja *engine* lebih efisien. Katub-katub hidrolik pada sirkuit hidrolik ditempatkan agar kendali manual dan gerakan hidrolik bekerja secara sinkron.

DAFTAR PUSTAKA

- Anthony, E. (1980). *Fluid Power With Applications*. Prentice Hall Inc. New Jersey.
- Dobrovolsky, V. (1977). *Machine Element*, 2nd Edition, Mir Publisher, Moscow.
- Holowenko, A.R. (1980) *Theory and Problem of Machine Design*. Schaum's Series.
- Khurmi, R.S. (1980) *Machine Design*, 2nd Edition. Eurasia Publishing House, New Delhi.
- Komatsu. *Shop Manual WA-350-1*. Wheel Loader.
- Niemann, G. (1986). *Elemen Mesin*. Edisi kedua jilid 1, Airlangga. Jakarta .
- Wong, J.Y. (1978). *Theory of Ground Vehicles*. John Willey and Sons. New York.

PERKIRAAN UMUR SIMPAN KERIPIK GARUT DENGAN METODE ACCELERATED TEST

Oleh:

Ichda Chayati
Staf Pengajar FT UNY

Abstract

Estimation of shelf life of arrowroot chips by accelerated test was studied. Arrowroot chips from KKPA was fried, packed, and kept at 50 and 40°C and room temperature, followed by hedonic test and chemical analysis. Chemical compositions of arrowroot chips were 4.97 % moisture; 2.05 % ash; 2.47 % protein; 27.8 % fat; 62.7 % carbohydrate (by difference) and 4.64 % crude fiber content. Arrowroot chips fried with good quality frying oil and packed with plastic 05 has 15 weeks shelf life by estimation if it is kept at room temperature.

Key words: shelf life, arrowroot chips, accelerated test

PENDAHULUAN

Sebagai upaya pelestarian dan pemanfaatan sumber pangan lokal khususnya umbi-umbian. Kelompok Kerja Pemberdayaan Agrotani (KKPA) bersama Simpul Jaringan Keanekaragaman Hayati Yogyakarta melakukan gerakan konservasi dan pemanfaatan aneka ragam sumberdaya lokal di DIY dan sekitarnya. Salah satu produk yang ditangani adalah garut, dan agar lebih fleksibel penggunaannya dan lebih awet maka dibuat keripik garut.