

ANALISIS KETAHANAN SEAL PADA BATANG HIDROLIK EXCAVATOR TIPE EC200D

Analysis of Seal Resistance On Excavator Type Hydraulic Rod EC200D

Jenni Ria R ¹⁾, Willy V.S ¹⁾

¹⁾Program Studi Teknik Mesin Universitas Krisnadwipayana. Jalan Raya Jaticempaka. Pondok Gede, Kota Bekasi, Jawa Barat 13077
Email : jenniria_rajaguguk@yahoo.com

ABSTRACT

The hydraulic system is a power system that is transmitted by using a liquid fluid. Oils and liquids are the types of fluids that are widely used. Fluids differ from solids in that they cannot support shear stresses. Hydraulic bucket excavator cylinder is a tool that works to raise and lower the bucket, on the bucket cylinder there are various supporting components to do backhoe work. The purpose of writing this Final Project is to analyze the resistance of the seal on the hydraulic rod of an excavator with the EC200D type by testing the resistance of the seal. By using theoretical, engineering and experimental research methods.

Keywords: Volvo EC200D, Hydraulic Excavator, Endurance Test

ABSTRAK

Sistem hidrolik merupakan sistem daya yang diteruskan dengan menggunakan fluida zat cair. Minyak dan benda cair merupakan jenis fluida yang banayak digunakan. Fluida berbeda dengan zat padat, yaitu tidak dapat menopang tegangan geser. Hidrolik selinder bucket excavator merupakan alat yang bekerja untuk menaikkan dan menurunkan bucket, pada selinder bucket terdapat berbagai komponen pendukung untuk melakukan kerja backhoe. Tujuan dari penulisan Tugas Akhir untuk menganalisis ketahanan seal pada batang hidrolik excavator dengan tipe EC200D dengan melakukan pengujian ketahanan pada seal tersebut. Dengan menggunakan metode penelitian teoritis, rekayasa dan eksperimen.

Kata Kunci : Volvo EC200D, Hidrolik Excavator, Uji Ketahanan

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan zaman, dunia industri saat ini juga telah mengalami perkembangan yang begitu pesat, ini dapat dilihat pada industri yang bergerak dibidang pengolahan kayu, pertambangan, pembukaan lahan, perkebunan sawit, pertambangan dan proyek pembuatan jalan dimana sebagian besar dikerjakan dengan menggunakan alat berat. Maka kebutuhan alat berat khususnya di PT. KOMATSU, UNITED TRACTOR dan juga VOLVO juga semakin meningkat. Untuk itu, PT. KOMATSU, UNITED TRACTOR dan juga VOLVO sebagai perusahaan yang bergerak dalam bidang kontraktor dan suplayer berbagai macam peralatan alat berat, dan dump truck. Berusaha untuk dapat memenuhi segala macam kebutuhan pada proyek-proyek tersebut.

PT. KOMATSU, UNITED TRACTOR dan juga VOLVO adalah perusahaan publik di Jakarta yang bergerak dibidang pembuatan unit alat-alat berat, seperti Excavator, bulldozer, motor grader, dump truck dan lain-lain. Salah

satu alat berat yang sering digunakan didalam proyek adalah excavator, seperti yang diketahui excavator berperan penting dalam pekerjaan seperti menggali, meratakan tebing, mengangkat barang, dan lainnya. Excavator itu sendiri terdiri dari beberapa komponen utama seperti engine, pump, controll valve, final drive, swing, center joint, boom, arm dan bucket. kerusakan pada seal batang hidrolik excavator dengan tipe EC200D dengan.

1.2 Perumusan Masalah

Berapakah ketahanan, kekerasan seal yang menyebabkan terjadinya

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan menggunakan Metode Penelitian Teoritis, Penelitian Rekayasa dan Metode Penelitian Eksperimental (Pengujian Laboratorium), Hipotesis Kemampuan daya angkat degan

beban maksimal 9400 kg dan jika melebihi akan mengalami kerusakan pada seal batang hidrolik excavator tipe EC200D.

1.4 Tujuan Penelitian

Menghasilkan ketahanan seal pada batang hidrolik excavator dengan tipe EC200D

2. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

2.1 Bahan

A. Hidrolik Excavator

Sistem hidrolik merupakan sistem daya yang diteruskan dengan menggunakan fluida zat cair. Minyak dan benda cair merupakan jenis fluida yang banyak digunakan. Fluida berbeda dengan zat padat, yaitu tidak dapat menopang tegangan geser. Hidrolik selinder *bucket excavator* merupakan alat yang bekerja untuk menaikkan dan menurunkan bucket, pada selinder *bucket* terdapat berbagai komponen pendukung untuk melakukan kerja *backhoe*. Prinsip dasar dari sistem *hidrolik* berasal dari hukum Pascal yang dinamakan menurut Blaise Pascal (1623 – 1662), “*Tekanan yang diberikan pada suatu cairan yang tertutup diteruskan tanpa berkurang ke tiap titik dalam fluida dan kedinding bejana*”.

Komponen Sistem Hidrolik

Komponen Sistem Hidrolik pada *excavator* dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu :

a. Komponen Utama (Tangki Hidrolik, Pompa Hidrolik, Actuator dan Katup – katup pengontrol (*control valves*))

Dari keempat komponen diatas memiliki julukannya masing – masing. Misalnya, tangki dan pompa Hidrolik sering disebut dengan plus energy penggerak atau sebagai unit tenaga (*power pack*), *actuator* sering disebut dengan unit penggerak komponennya adalah selinder Hidrolik (arm selinder, boom selinder dan bucket selinder) dan untuk *control valve* sering disebut dengan unit pengatur.

b. Komponen Pendukung

Komponen pendukung antara lain (Saluran (*lines*) terdiri atas pipa, selang atau hose, Saringan (*filter*), Pendingin minyak, Akumulator, Tuas dan pedal dan Komponen *system* kelistrikan)

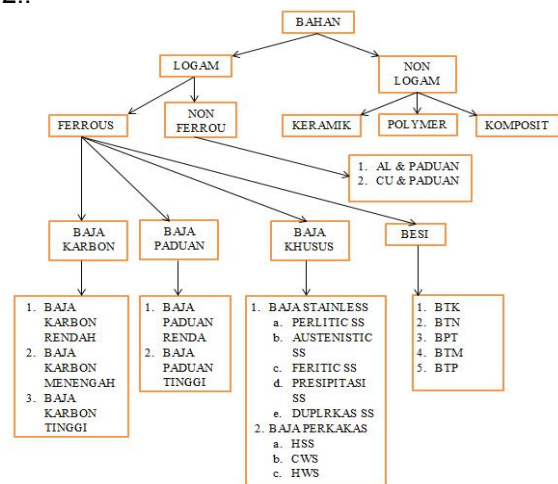
c. Fluida Dan Sifatnya

Prinsip dasar *system* Hidrolik adalah sifat fluida (zat cair) yang sangat sederhana. Fluida yang digunakan pada *system hidrolik* harus memenuhi kriteria : memiliki indeks kekentalan (viskositas) yang baik, tahan api. Tahan dingin, tahan korosi

d. Klasifikasi Bahan

Bahan adalah suatu material dimana suatu benda itu dibentuk bukan selalu satu jenis

bahan tertentu, tetap didapat dari berbagai jenis bahan yang menjadi satu kesatuan sifat. Material adalah suatu komposisi partikel yang sanggup membentuk satu kesatuan, dimana dari padanya dapat dibentuk suatu benda yang memiliki sifat homogen. Dari definisi diatas maka bahan – bahan tersebut dapat diklasifikasikan seperti pada gambar 2..



Gambar 1. Klasifikasi bahan

B. Jenis Bahan Polimer

Polimer adalah bahan organik dengan ciri molekul raksasa dan nama polimer adalah jabatan dari kata – kata “POLY” artinya banyak dan “MEROS atau MER” artinya ruangan. Jadi polimer adalah banyak ruangan. Polimer memiliki berat molekul lebih besar dari 10.000 g/gmol, bahkan dapat mencapai 1.000.000 g/gmol. Pembentukan molekul raksasa ini terjadi karena adanya suatu proses penggabungan dari molekul – molekul kecil.

1. Sifat – Sifat Bahan Polimer

- Sifat Mekanik (Sifat mekanik adalah khas dengan melakukan viskoelastisnya yang dominan. Contohnya tentang pemelaran (*Creep*) dan relaksasi mudah terjadi dan pada pengujian tarik sangat dipengaruhi oleh laju tarikan).
- Sifat Termal Sifat Termal ini sangat berubah oleh perubahan temperature. Hal ini disebabkan apabila temperatur berubah.
- Sifat Listrik (Banyak diantara bahan polimer tahan terhadap arus listrik dan medan listrik, oleh karena itu sering dipakai sebagai isolator listrik).
- Sifat Kimia (Sifat kimia dari bahan polimer merupakan contoh terhadap kelarutan sangat sulit bila mempunyai molekul yang besar dibandingkan dengan molekul yang kecil).

Sehingga dapat disimpulkan secara umum bahwa ditinjau dari sifatnya adalah Ringan, berat molekul rendah, Mudah dibentuk, Energi rendah dalam pembentukan, Titik lebur rendah,

Isolator, Penghantar panas yang tinggi dan Transparan
Kegunaan nya banyak digunakan untuk Polimer Thermoplastik, Karet, Bahan tambahan, Resin Termoset dan Bahan Polimer yang tahan panas

2. Bahan Polymer Dibedakan Atas 2

Homopolimer dan *Copolymer* dalam hal kombinasi dan pembentukan senyawanya.

a. Homopolymer

Senyawa ini berbentuk dari molekul yang sejenis yang membentuk rantai panjang bila molekulnya diberi kode nama A, maka senyawanya akan berupa : A-A-A-A-A-A-A-A

b. Copolymer

Senyawa ini membentuk rantai panjang, tetapi tidak dari satu jenis molekul, tetapi terdiri dari dua atau lebih jenis kombinasi dapat memiliki berbagai macam :
AB-AB-AB-AB-AB-A, AAAAA, .BBBBB dan AAAAAAAAAAAAAAAAAA

3. Pengelompokan Jenis Polimer

a. Thermoplastik (Plastomer)

Thermoplastik (Plastomer) adalah plastik dibentuk dalam keadaan panas, thermoplastik terbentuk merupakan rantai panjang molekuler terikat satu dengan yang lain dengan cara ikatan sekunder dan mempunyai ikatan molekuler yang tidak begitu kuat sehingga dengan kenaikan temperature ikatan rantai ini menjadi lemah tetapi bila suhu diturunkan ia kembali menjadi kuat.

b. Elastomer

Elastomer adalah polimer yang memiliki elastisitas atau kelenturan ketika diregangkan, tetapi kembali ke bentuk semula setelah gaya tariknya hilang. Alasannya adalah bahwa tumpang tindih antara polimer memungkinkan rantai untuk ditarik, sementara ikatan silang akan menarik rantai kembali ke susunan yang tumpang tindih. Contoh elastomer adalah karet sintetis SBR.

c. Polimer Buatan

Dalam kehidupan sehari-hari, kita pasti banyak menggunakan polimer buatan. Berikut ini beberapa contoh polimer buatan di sekitar kita :

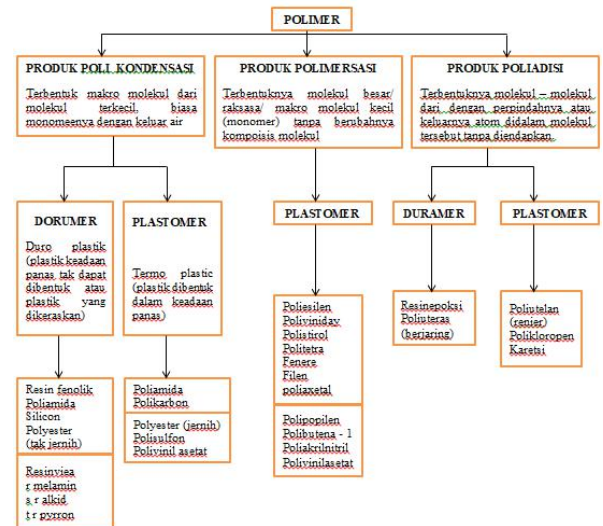
1. Karet Sintesis
2. Serat Sintetis. Kapas merupakan serat alam yang merupakan polimer dari karbohidrat (selulosa), dan polimer dari protein (wol dan sutera). Seperti halnya karet, serat memiliki polimer sintetis, yaitu nilon dan poliester (dakron).
3. Orlon merupakan polimer adisi dari monomer akrilonitril. Polimer ini merupakan serat sintetis, seperti wol digunakan dalam

tekstil sebagai campuran wol, karpet, dan kaus kaki.

4. Plastik merupakan polimer sintetis yang paling populer karena banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

d. Thermosetting Plastik

Thermosetting Plastik merupakan terbentuknya plastik yang dikeraskan, terbentuknya ikatan tetap dengan sudut tertentu dengan cara reaksi kimia.



Gambar 2. Produk Plastik

Faktor Yang Mempengaruhi Polimer

- Panjang Rantai / Jumlah Monomer**
Kekuatan polimer meningkat dengan bertambahnya panjang rantai/jumlah monomer, karena gaya antarmolekul antara rantai penyusunnya meningkat.
- Susunan Rantai**
Susunan rantai relatif satu sama lain mungkin teratur untuk membentuk daerah kristal dan acak untuk membentuk daerah amorf. Polimer yang membentuk daerah kristalin akan lebih kuat karena rantainya tersusun rapat, tetapi kurang fleksibel. Polimer yang membentuk daerah amorf akan lemah.
- Tingkat percabangan dalam rantai**
Ketidakteraturan rantai polimer disebabkan oleh banyak cabang, yang akan mengurangi kepadatan dan kekerasan polimer itu sendiri, tetapi akan meningkatkan fleksibilitasnya. Dua polimer yang dikenal fleksibel, yaitu LDPE (low density polyethylene) dan HDPE (high density polyethylene). Sesuai dengan namanya, polietilen densitas rendah lebih fleksibel, tetapi memiliki ketahanan panas yang buruk, dengan titik didih 105oC, sedangkan HDPE lebih keras, tetapi kuat dan tahan panas pada kisaran suhu 135oC.

- d. Gugus fungsi pada monomer
Adanya gugus fungsi polar seperti hidroksil -OH dan amina -NH₂ pada monomer pada polimer akan menyebabkan terbentuknya ikatan hidrogen. Akibatnya, kekuatan gaya antarmolekul polimer meningkat dan kekerasan polimer akan meningkat.
- e. Tautan silang antara rantai polimer
Termoplastik tidak terikat silang dan hanya memiliki gaya antarmolekul yang lemah, sehingga sangat lunak. Di sisi lain, plastik termoset memiliki sifat ikatan silang yang kuat berupa ikatan kovalen, sehingga bersifat keras dan sulit untuk meleleh. Pada saat yang sama, dibandingkan dengan resin termoset, sifat elastomer tidak hanya dipengaruhi oleh tumpang tindih rantai, tetapi juga kurang terpengaruh oleh ikatan silang.
- f. Penambahan zat Adiktif
Aditif Jarang menggunakan polimer murni, yang sebagian besar memiliki aditif yang ditambahkan untuk meningkatkan atau mendapatkan kinerja yang diinginkan. Pemplastis (plasticizer) yang digunakan untuk melunakkan polimer pada jenis polimer termoset; pengisi/penguat untuk meningkatkan kekuatan polimer; penstabil untuk meningkatkan ketahanan terhadap panas, sinar ultraviolet dan pengoksidasi dekomposisi; pewarnaan Menggunakan pigmen; dan penghambat api yang digunakan untuk mengurangi sifat mudah terbakar bahan dan bahan.

C. Jenis – Jenis Bahan Polimer dan Rubber

1. Jenis Bahan Polimer

a. Plastik Fenolik

Plastik Fenolik adalah bahan polimer sintetik pertama yang diperkenalkan ke industri. Resin fenol-formaldehida diawetkan dengan katalis asam yang mengubah cairan menjadi plastik termoset yang dapat diinfus dan sangat terikat silang. Banyak bahan penguat dan pengisi dapat ditambahkan untuk meningkatkan sifat dasar. Asbes, karbon, dan grafit paling umum digunakan untuk tujuan ini. Kekuatan tarik berkisar dari 5.000 - 9.000 psi dan kuat tekan dari 11.000 - 15.000 psi. Bejana proses besar memerlukan pengikat eksternal atau tongkat kayu dan simpai untuk kekuatan dan dukungan tambahan. Kapal kecil dan struktur mandiri. Kekerasannya, Rockwell R 110, adalah salah satu yang tertinggi yang ditemukan di semua plastik.

b. Plastik Furane

Plastik furane memiliki ketahanan alkali yang baik. Ketika resin furane direaksikan dengan katalis asam, plastik termoset keras yang dapat

diresapi diproduksi. Untuk meningkatkan sifat, plastik umumnya diperkuat dengan asbes, karbon, tepung kayu, mika, kertas, silika, kain katun, atau serat kaca. Plastik yang diawetkan memiliki kekakuan dan kekuatan yang baik. Nilai tarik bervariasi dari 4,000-10,000 psi dan kuat tekan dari 10,000-15,000 psi. Kekerasannya adalah Rockwell R 110 yang relatif tinggi untuk plastik. Kekuatan benturannya rendah sekitar 0,5 kaki -lb/inci. Bahan yang diperkuat kuat dan tahan terhadap pukulan dan guncangan sedang.

c. Plastik Poliester

Poliester adalah produk kondensasi dari asam dibasat dan alkohol polihidrat. Selain itu, produk tak jenuh dapat dihubungkan silang atau dimodifikasi dengan bahan lain, misalnya stirena. Laminasi kaca poliester dicirikan oleh bobotnya yang ringan, yaitu 1/3 hingga 1/4 dari baja karbon. Berat jenis berkisar dari 1,3 hingga 2,1 tergantung pada jumlah dan bentuk tulangan. Stabilitas dimensinya bagus. Koefisien ekspansi termal relatif rendah, dan aliran dingin tidak ada. poliester yang diperkuat lebih kuat dari kayu dan mendekati kekuatan baja karbon lunak. Untuk plastik, kekuatan tariknya tinggi, berkisar antara 7.000-60.000 psi; 15.000 psi adalah umum. Berat-tostrengthratio sangat tinggi. Kekuatan lentur adalah 20.000 - 60.000 psi.

d. Plastik Epoksi

Plastik epoksi adalah plastik termoset terbaru yang digunakan oleh industri proses. Resin epoksi atau etoksilin diproduksi dengan mereaksikan epiklorohidrin dengan bisfenol A. Proporsi reaktan dapat divariasikan untuk menghasilkan resin dengan viskositas dan karakteristik yang berbeda. Epoxies thermosetting yang diperkuat memiliki kekuatan tarik tertinggi dari semua plastik bertulang. Nilai berkisar dari 7.000 hingga lebih dari 100.000 psi. Nilai tarik tinggi tidak biasa dan hanya dikembangkan dengan teknik fabrikasi khusus yang dikembangkan untuk memproduksi bejana tekan untuk aplikasi militer tertentu. Laminasi dengan nilai tarik 12.000 psi, kuat tekan 27.000 psi dan kekerasan Rockwell M 95 cukup umum.

2. Jenis Bahan Rubbers

a. *Natural Rubber (NR)*

Natural Rubber atau Karet alam yang berasal dari getah yang dikumpulkan dari pohon karet di Ceylon, Malaya, Kalimantan, Sumatra, dan Brasil. Dalam keadaan ini, karet memiliki kekuatan tarik 3000 psi, perpanjangan 800 persen, dan elastisitas yang besar. Sinar matahari dan sinar ultraviolet menyebabkan hilangnya kekuatan tarik. Ketahanan terhadap keausan dan abrasi rendah. Penambahan pengisi penguat seperti karbon hitam sangat mengubah sifat karet alam. Kekuatan tarik 4500 psi dan perpanjangan 600 persen dan

kekerasan Shore A bervariasi dari 20 -100 dan tergantung pada jumlah pengisi penguat. Ketahanan terhadap sobek dan potong sangat baik dan lebih unggul dari kebanyakan karet sintetis. Fleksibilitas dipertahankan hingga - 60°F. Temperatur servis yang aman untuk aplikasi berkelanjutan adalah 175°F.

b. Neoprene Rubber (CR)

Neoprene Rubber adalah karet kimia pertama yang diproduksi di negara ini dalam skala komersial. Sejak diperkenalkan pada tahun 1931, telah banyak digunakan oleh industri. Sebutan pemerintah lama GR-M telah diubah menjadi CR. Ketahanan sobek baik dan ketahanan abrasi sangat baik. Stok CR majemuk cocok untuk aplikasi pada suhu serendah - 60 °F. Mereka juga memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap suhu tinggi dalam kisaran 180 - 250 °F. Neoprene terkenal karena ketahanannya terhadap kerusakan oleh sinar matahari, sinar ultraviolet, ozon, dan oksidasi. Setelah terpapar 100-150 ppm ozon selama 3 jam, tidak menunjukkan tanda-tanda retak atau rusak. Ini memiliki karakteristik pelapukan terbaik dari semua elastomer; paparan iklim tidak mempengaruhi sifat mekaniknya.

c. Styrene Rubber (SBR)

Styrene Rubber (SBR) adalah kopolimer butadiena dan stirena. Meningkatkan kandungan styrene meningkatkan kekuatan tarik, kekerasan, dan sifat lentur, meningkatkan ketahanan abrasi, dan memastikan sifat listrik yang baik dan penyerapan air yang rendah. Ada banyak kopolimer SBR di pasaran; mereka dapat diklasifikasikan sebagai tipe panas, dan tipe diperpanjang minyak dingin. Tipe panas dipolimerisasi pada 122 °F dan tipe dingin pada 41 °F. Jenis minyak yang diperpanjang dingin memiliki bagian kopolimer yang diganti dengan minyak. Semua mampu divulkanisir dengan belerang, pengisi, dan bahan kimia karet lainnya. Karet styrene digunakan dalam jumlah yang lebih besar daripada elastomer sintetis lainnya. Perpanjangan bervariasi 300 - 700 persen dan kekerasan 35 - 90 Shore A durometer. Ketangguhannya lebih rendah dari karet alam. Karet dingin memiliki ketahanan abrasi yang lebih baik daripada kopolimer lainnya. Karet stirena mengalami kehilangan kekuatan pada 200 °F.

d. Nitrile Rubber (NBR)

Nitrile Rubber atau karet nitril adalah karet hitam yang mampu nitril harus digunakan divulkanisir sebagai pengisi dengan untuk mencapai kandungan lonitril yang baik, sifat-sifat di vulkanisir dapat diubah. elastomer. Meningkatkan Dengan memfariasikan akrilonitril, akri meningkatkan ketahanan terhadap minyak dan

pelarut, meningkatkan kekuatan tarik, menurunkan fleksibilitas suhu rendah, dan meningkatkan kemampuan proses. Dengan peracikan yang tepat, nilai tarik setinggi 2500 psi diperoleh; dengan mencampur dengan resin fenolik, nilai hingga 5000 psi dapat dicapai. Perpanjangan dan kekerasan tergantung pada peracikan dan pencampuran, dan bervariasi dari pemanjangan 400-650 persen dan kekerasan Shore A 40 - 90. Karet nitril memiliki karakteristik set yang baik bersama dengan ketahanan terhadap aliran dingin. Ketahanan sobek hanya adil sedangkan ketahanan abrasinya bagus. Pada suhu tinggi hanya ada sedikit penurunan kekuatan dan perpanjangan. Karet dapat digunakan sebentar-sebentar menggabungkan untuk alam pada 300 °F memberikan karet dan terus menerus baik tetapi plasticizer fleksibilitas khusus pada 250 °F.

3. Ketahanan Seal pada Batang Hidraulik Excavator dengan Tipe EC200D

Rumus yang digunakan dalam perhitungan Ketahanan Seal Batang Hidraulik *Excavator*¹

$$F = \sigma \times t \times L \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

- F = Gaya Tekan (kgf)
- σ = Tegangan (kgf/mm²)
- t = Tebal Seal (mm)
- L = Panjang Hidraulik (mm)

Dimana rumus yang kita gunakan untuk mencari Luas Penampang selinder hidraulik dan juga tegangan yang terjadi pada selinder hidraulik² :

$$A(\text{Luas penampang}) = \frac{1}{4} \times \pi \times (D^2) \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

D = Diameter piston (110 mm)

$$\text{Tegangan} = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(3)^3$$

Dimana :

P= tekanan yang bekerja pada batang hidraulik (kg)

A= Luas Penampang (cm²)

a. Alat Uji Kekerasan

Duromometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kekerasan suatu bahan, biasanya yang terbuat dari Polimer, Elastomer dan juga Karet.



Gambar 3. Alat Uji Kekerasan

b. Fungsi Durometer

Alat ini memiliki fungsi yang dapat membantu pekerjaan untuk mengetahui dan mengukur nilai kekerasan dari suatu bahan dengan mudah dan efisien.

Alat ini memiliki fungsi sebagai berikut :

1. Mengukur kekerasan dalam Polimer, Elastomer dan Karet.'
2. Dapat mengukur kekerasan pada material seperti karet, plastic dan kayu.

Durometer dilengkapi jarum dibagian bawah untuk pengfukuran kerasnya karet ditandai dengan adanya perlawanan penetrasi jarum kedalam bahan uji dibawah beban pegas kemudian kekuatan penetrasi itu dijabarkan dalam angka yang tertera pada layar LCD Durometer.

c. Skala Durometer

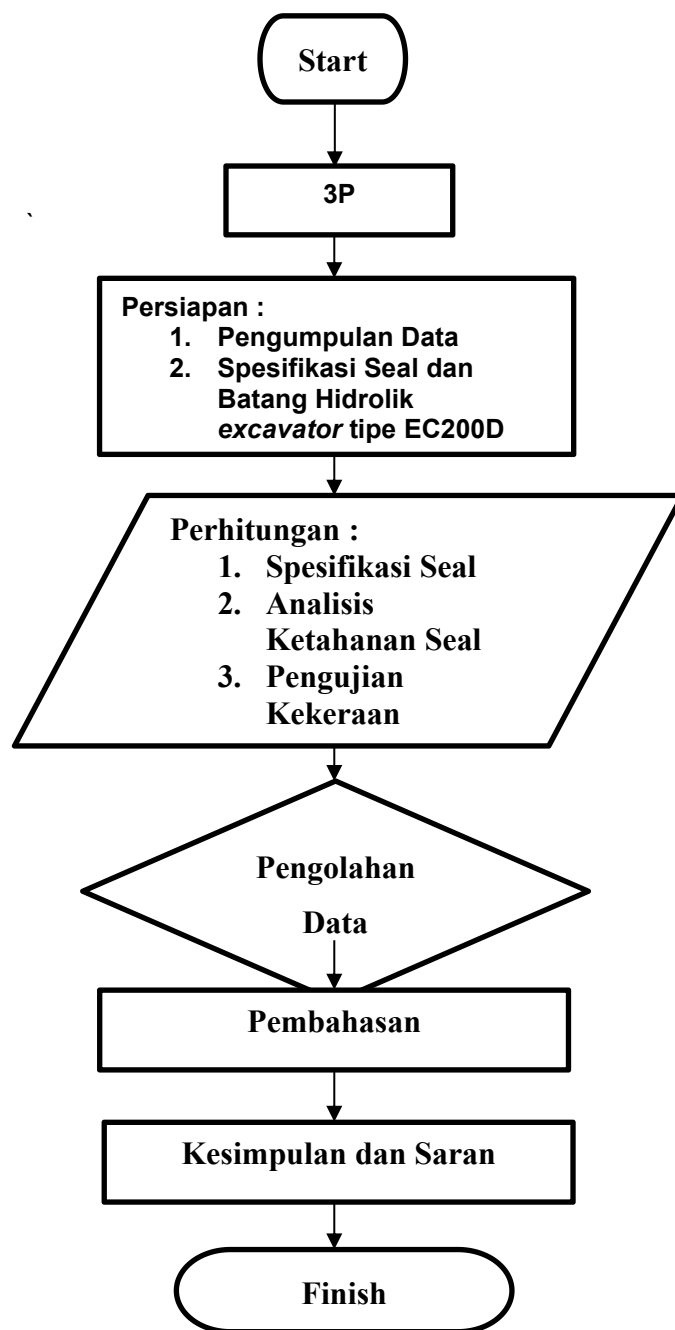
Durometer memiliki dua skala yaitu : skala A dan skala D. Skala A adalah skala yang digunakan untuk bahan plastic lembut, sedangkan skala D adalah skala yang digunakan untuk bahan lebih keras. Durometer Tipe A (Durometer Shore A) digunakan sebagai alat ukur kekerasan pada bahan karet seperti *Natural Rubber* (karet alam), *Neoprene Rubber* (karet kimia), *Styrene Rubber* (karet sintesis), *Nitrile Rubber* (Karet Nitril).

2.2 Metode Penelitian

a. Prosedur Penelitian

Metode yang digunakan dalam penulisan ini terdiri dari beberapa tahap, sebagai berikut :

1. Observasi merupakan langkah awal yang dilakukan penulis untuk mendapatkan informasi yang berhubungan dengan objek penelitian.
2. Wawancara dilakukan untuk memahami materi yang diangkat pada tugas akhir dan mengetahui factor yang berpengaruh pada penelitian ini.
3. Pengumpulan data dilakukan dari awal penelitian hingga mendapatkan hasil yang diinginkan. Adapun kegiatan yang akan dilakukan nanti seperti pada **Gambar 4**.
4. Tinjauan pustaka dilakukan pencarian data secara pustaka melalui refrensi buku, tinjauan pustaka ini juga berguna mendapatkan rumus guna penunjang pada pengolahan tugas akhi
5. Metode penelitian rekayasa dan metode penelitian teoritis yang dilaksanakan di tempat pembuangan sampah daerah Bantargebang, jl. Sumubatu pangkalan 2, Sumurbatu Bantargebang kota Bekasi, Jawa Barat 17154



Gambar 4. Flow Chart Penelitian

b. Persiapan

Persiapan merupakan kegiatan sebelum memulai pengumpulan data dan pengolahan data. Dalam tahap persiapan ini disusun hal-hal yang harus dilakukan dengan tujuan untuk efektivitas waktu dan pekerjaan penulisan penelitian ini, tahap ini meliputi :

1. Studi pustaka tentang materi dari penelitian ini untuk menentukan garis besar proses perencanaan.
2. Menentukan kebutuhan data dan literature yang diperlukan untuk mendukung proses kerja dalam pembuatan laporan penelitian ini.

3. Pembuatan laporan berupa hasil penelitian pada tabel berikut ini

c. Jenis Bahan Seal Nitrile Rubber

karet nitril adalah karet hitam yang mampu nitril harus digunakan divulkanisir sebagai pengisi dengan untuk mencapai kandungan lonitril yang baik, sifat-sifat di vulkanisir dapat diubah. elastomer. Dengan peracikan nilai tarik setinggi 2500 psi yang diperoleh dengan mencampur bahan resin fenolik dengan nilai hingga 5000 psi dapat dicapai. Perpanjangan dan kekerasan tergantung pada peracikan dan pencampuran, dan bervariasi dari pemanjangan 400 - 650 persen dan kekerasan Shore A 40 - 90. Zat yang dicampurkan untuk meningkatkan sifat dari karet nitirli terlihat pada tabel 1. dibawah ini :

Tabel 1. Spesifikasi Seal dan Batang Hidraulik

No.	Komponen	Angka	Satuan
1.	Daya Tarik	500 - 4000	psi
2.	Pemanjangan	400 - 650	%
3.	kekerasan	Shore A	40 - 90
4.	Service Temperatures		
5.	a. Intermittent	300	F
6.	b. Continuous	250	F
7.	c. Minimum	-65	F
8.	Berat Jenis	0,99	
9.	Daya Tarik	2500 - 5000	Psi
10.	Diameter As Rod	80	mm
11.	Diameter Pen Rod	80,5	mm
12.	Diameter Rod Dalam	75	mm
13.	Diameter Piston Panjang	110	mm
14.	Selinder Bucket	285	mm
15.	Panjang Rod	154	mm

d. Prosedur Pemeriksaan

Pemeriksaan sebelum pembongkaran cylinder bucket kita harus mengetahui kerusakan-kerusakan yang terjadi pada cylinder yang mengharuskan pembongkaran dan perbaikan cylinder bucket.

1. Kerusakan sebelum pengecekan dilakukan (trouble shoting)
 - a) Tekanan pressure cylinder bucket melemah
 - b) Terjadi kebocoran didalam silinder
 - c) Oli keluar dari celah-celah cylinder bucket
 - d) Susah untuk mengoprasikan cylinder bucket
2. Hal yang dilakukan sebelum pengecekan
 - a) Cek pressure pada pompa dan control valve,

- b) Cek komponen control valve
- c) Pemeriksaan dan pembongkaran cylinder bucket

e. Langkah-langkah pembongkaran

1. Sebelum pembongkaran terlebih dahulu siapkan peralatan keselamatan kesehatan kerja dan peralatan yang diperlukan untuk pembongkaran.
2. Melepas pin pengunci silinder dari lengan Arm dan bucket
3. Memasukkan piston rod kedalam silinder supaya oli di dalam silinder habis.
4. Melepas tutup silinder hidrolik
5. Melepas rod dari silinder
6. Melepas piston dari rod

f. Spesifikasi Seal dan Batang Hidraulik

Adapun penelitian yang dilakukan penulis untuk menganalisa penyebab kerusakan sampai terjadinya kerusakan pada bagian dari cylinder bucket seperti dibawah ini:

a. Cylinder Rod

Kerusakan yang sering terjadi pada cylinder rod adalah tergoresnya atau terkikisnya batang dalam skala besar atau kecil. Hal ini dapat disebabkan oleh kotoran-kotoran yang masuk dan menyebabkan terkikisnya batang piston ke gland cover. Ketika rod melakukan gerakan maju mundur pada saat operasi kotoran dapat menempel pada as dan masuk ke dalam tabung. Hal ini juga dipengaruhi oleh Dust Seal (Seal Debu) yang tidak baik lagi atau sudah rusak.

b. Batang rod bengkok dan bisa sampai mengakibatkan batang patah.

Bengkoknya as piston ini disebabkan oleh pembebanan yang berlebihan ketika excavator sedang beroperasi. Operator terkadang kurang memperhatikan dan tidak hati-hati menggunakan cylinder bucket. Mengangkat beban yang berlebihan dapat mengakibatkan rod menjadi bengkok.

c. Sistem Seal

Kerusakan yang umum terjadi adalah seal-seal yang digunakan pada piston sudah habis. Hal ini ditandai dengan menipisnya lapisan seal-seal tersebut. Seal yang sudah rusak dapat dilihat dari bentuknya yang tidak simetris lagi. Jika sealseal yang sudah rusak atau habis dipaksakan untuk dipakai maka akan mengakibatkan kerusakan-kerusakan pada dinding silinder hidrolik dan piston dan sampai ke batang piston.

d. Piston

Umumnya kerusakan yang terjadi pada piston hidrolik yaitu terletak pada pinggiran/tepi piston tergores. Kerusakan yang sering terjadi juga

yaitu berupa benjolan pada piston yang mengakibatkan piston menjadi baling. Hal ini bisa terjadi karena seal yang terpasang pada piston mengalami gangguan /kerusakan, apabila seal pada piston mengalami kerusakan sedikit pun otomatis pergerakan piston akan terganggu yaitu mengakibatkan piston langsung bergesekan dengan dinding silinder hidrolik sehingga membuat piston mengalami kerusakan.

e. Head Cylinder

Gejala kerusakan yang sering terjadi pada Head Cylinder:

- Head cylinder mengalami keretakan pada bagian dalam atau luar. Hal ini dapat terjadi karena benturan benda keras yang mengenai Head Cylinder pada saat beroperasi.
- Kerusakan yang umum terjadi yaitu terjadinya goresan atau terkikisnya dinding head cylinder bagian dalam. Dalam hal ini goresan diakibatkan oleh masuknya kotoran dari luar.
- Head cylinder mengalami kebalingan. Hal ini cukup mengganggu kinerja dari bucket cylinder hydraulic. Head cylinder yang baling dapat membuat kebocoran pada tabung.

g. Langkah – Langkah Pengujian

1. Siapkan tatakan untuk benda kerja yang rata
2. Siapkan benda kerja yang akan diuji
3. Siapkan perangkat benda uji kekerasan Durometer Shore A
4. Sentuhkan dan tekan perangkat benda kerja ke bahan yang akan diuji sampai jarum yang berada dibawah permukaan durometer rata dan perhatikan angka yang berada di layar LCD Durometer.
5. Kemudian dilakukan pengujian pada permukaan seal sebanyak 3 kali dan dilakukan
6. secara berurutan sebanyak 4 seal.



Gambar 5. Seal Oil



Gambar 6..Ring Wear

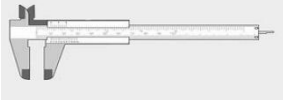



Gambar 7.Lips Seal

Tabel 2 Hasil Pengujian Kekerasan Dengan Uji Shore A

No.	Seal 1	Seal Oli	Seal 3	Seal 4
	Putih	Biru	Ring Wear	Lip Seal
1.	85,5 HA	92 HA	100,5 HA	76 HA
2.	84,5 Ha	93 HA	102 HA	77 HA
3.	82,5 HA	95 HA	100,5 HA	74 HA
Rata - Rata	84,2 HA	93,3 HA	101 HA	75,7 HA

Tabel 3. Alat Yang Digunakan

No.	Nama Alat	Gambar Alat
1.	Meter	
2.	Kunci Pas 24	
3.	Jangka Sorong	
4.	Durometer	

Dengan bahan penelitian yang saya gunakan adalah Seal / Ring dari batang selinder hidrolik dengan menggunakan pengujian kekerasan Shore A dengan nilai rata – rata daya tekan sebesar 40 – 90.

3. PEMBAHASAN

Perhitungan ketahanan seal yang menyebabkan terjadinya kerusakan pada seal batang hidrolik excavator dengan tipe EC200D

$$F = \sigma \times t \times L$$

Dik :

Seal Oli 1 warna Biru	: 8 mm
Seal Oli 1 warna Putih	: 4 mm
Lip Seal	: 6 mm
Ring Wear	: 4 mm
Tegangan	: 209,97 kg/ cm ²
Luas Penampang	: 44,77 cm ²
Panjang Hidraulik	: 285 mm

$$a. \text{ (Luas penampang) } = \frac{1}{4} \times \pi \times (D^2)$$

Dimana :

$$D = \text{Diameter piston (110 mm)}$$

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times (110^2)$$

$$A = \frac{1}{4} \times \pi \times (12.100)$$

$$A = 9.498,5 \text{ mm}^2$$

$$b. \text{ Tegangan} = \frac{P}{A}$$

Dimana :

P= tekanan yang bekerja pada batang hidrolik (kg)

A= Luas Penampang (cm²)

Maka

$$\text{Tegangan} = \frac{P}{A}$$

$$\text{Tegangan} = \frac{9400 \text{ kg}}{9.498,5 \text{ mm}^2}$$

$$\text{Tegangan} = 0,99 \text{ kg / mm}^2$$

c. Perhitungan ketahanan pada seal yang sudah digunakan :

- Seal Oli I Warna Putih

$$F = \sigma \times t \times L$$

$$F = 2,099 \text{ kg / mm}^2 \times 4 \text{ mm} \times 285 \text{ mm}$$

$$F = 2392,86 \text{ kg}$$

- Seal Oli II Warna Biru

$$F = \sigma \times t \times L$$

$$F = 2,099 \text{ kg / mm}^2 \times 8 \text{ mm} \times 285 \text{ mm}$$

$$F = 4.785,72 \text{ kg}$$

- Lip Seal

$$F = \sigma \times t \times L$$

$$F = 2,099 \text{ kg / mm}^2 \times 6 \text{ mm} \times 285 \text{ mm}$$

$$F = 3.589,29 \text{ kg}$$

- Ring Wear

$$F = \sigma \times t \times L$$

$$F = 2,099 \text{ kg / mm}^2 \times 4 \text{ mm} \times 285 \text{ mm}$$

$$F = 2.392,86 \text{ kg}$$

Tabel 4. Ketahanan Pada Seal

No.	Nama Seal	Angka Perhitungan
1.	Seal Oli 1	2.392,9 kg
2.	Ring Wear	2.392,7 kg
3.	Lip Seal/Ring Debu	3.589,3 kg
4.	Seal Oli II	4.785,8 kg

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data dari Dinas Kebersihan Kota Bekasi (TPS Sumur Batu Bantar Gebang). Penyebab rusaknya seal pada batang hidrolik karna ada partikel debu yang menempel pada batang hidrolik sehingga menyebabkan kebocoran pada seal dan juga karna tekanan yang melebihi batas maksimum pada batang hidrolik excavator. Adapun angka yang diperoleh dari perhitungan gaya tekan sebagai berikut : Seal Oli 1 warna putih 1.766,639 kg, Seal Oli 2 warna biru 441,484 kg, Ring Wear 441,484 kg, dan Lip Seal 993,69 kg. Kemudian akan dilakukan pengujian ketahanan pada seal batang hidrolik jika masing – masing seal diberikan tekanan dengan beban 40 – 90 Shore A.

Dari data yang diperoleh pada saat pengujian ketahanan seal didapat rata – rata seal batang hidrolik sebagai berikut : Seal Oli warna putih 84,2 Shore, Seal Oli 2 warna biru 93,3 Shore, Ring Wear 101 Shore, dan Lip Seal 75,7 Shore.

Disarankan, agar dilakukannya service bertahap untuk menghindari kerusakan yang terjadi pada Seal batang hidrolik excavator.

Jenis bahan yang digunakan pada seal batang hidrolik menggunakan jenis bahan *Nitrile Rubber* (karet *Nitrile*) dan mampu menahan tekanan dengan beban 40 – 90 Shore.

DAFTAR PUSTAKA

1. Albert G. Guy dan John J. Hren, "Elements of Physical Metallurgy" Edisi ke 3, 1974, New Delhi 110001, India.
2. Anggit Ganda Prayoga, Djoko Suprijanto, "Perancangan Sistem Hidrolik Excavator Komatsu PC 200 – 8MO", 2020.
3. Feri Ardianto, "Analisa Kerusakan Sistem Hidrolik Pada Boom Selinder Unit Excavator XGMA XG822EI", 2019.

4. Hendri Kurniawan, "Analisa *Defleksi* Pada *Rod Bucket* Di Sistem Hidrolik *Excavator* Zakis 210MF SN 70165 5G".
5. Jenni Ria R.,MSi, "Diktat Material Teknik" 2002].
6. Paul A. Tipler " Fisika untuk Sains dan Teknik Jilid 1" Jakarta 1998. ISBN : 979 – 411 – 624 – 6.
7. PT. Volvo, Buku Panduan Operator EC200D. Ref No : 20052964 – B.
8. R.E.Gackenbach, "*Material selection for Process Plants*" 1960, New York,N.Y.
9. Riki Effendi, Harmanung Adi Susilo, Muhammad Al Haramain, "Perancangan Selinder Hidrolik Pada Mesin *Molding* Karet Dengan Kapasitas 25 Ton" 2007