

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Umum Alat Berat

Alat berat diciptakan untuk membantu manusia dalam pekerjaannya karena

Keterbatasan yang dimiliki manusia dalam arti kekuatan, jangkauan, kecepatan dan lain-lain. Salah satu kegiatan manusia yang memerlukan bantuan adalah dalam *expanse* yaitu usaha manusia dalam perluasan daerah dengan cara memindahkan suatu material baik itu berupa tanah, barang tambang, ataupun material-material yang lain. Proses *expanse* ini sangat penting artinya dalam suatu pekerjaan baik itu pembangunan, pembukaan lahan, pertambangan dan lain sebagainya.

Dalam proses *expanse*, pemilihan suatu jenis alat berat akan sangat berpengaruh terhadap produktifitas dan efisiensi yang dihasilkan dari pemilihan jenis alat berat yang tepat, maka diharapkan pekerjaan akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Tujuan dari penggunaan alat-alat berat tersebut adalah untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya, sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah dengan waktu yang relatif lebih singkat. Alat berat yang umum dipakai dalam proyek konstruksi antara lain :

- Front shovel.
- Alat gali (excavator) seperti backhoe, dozer , clamshell.
- Alat pengangkut seperti loader, truck dan conveyor belt.
- Alat pemadat tanah seperti vibro, roller dan compactor, dan lain lain

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari boom dan lengan ekskavator untuk mengganti material, yang biasanya terbuat dari bahan lain. Secara khusus, penelitian ini ingin mengganti paduan baja dengan paduan aluminium. Perubahan ini meringankan komponen lengan, memungkinkan untuk

meningkatkan kapasitas beban, oleh karenanya memungkinkan untuk meningkatkan produktivitas ekskavator per jam.

Untuk tujuan ini, banyak kondisi beban yang berbeda telah dipelajari secara numerik pada ekskavator asli untuk memperkirakan faktor keamanan dan deformabilitas atau fleksibilitas masing-masing komponen. Parameter ini telah digunakan untuk merancang lengan baru.

Ekskavator yang telah dianalisis terdiri dari tiga elemen dan kondisi beban yang diasumsikan, untuk mengevaluasi tegangan, adalah lima (mengangkat pada jarak maksimum dan minimum dari sumbu rotasi, beban maksimum yang diinduksi oleh silinder hidrolik, putaran dari Lengan ekskavator dan tabrakan dengan rintangan, dan lain-lain). Mengenai faktor keamanan dan deformabilitas untuk mempertahankan nilai asli, geometri lengan yang baru melibatkan peningkatan dimensi dan karenanya ringan tidak berkorelasi hanya dengan variasi kerapatan material (Solazzi, 2010).

Ekskavator adalah alat pengangkut tanah hidrolik *heavy-duty* buatan manusia yang umum digunakan pada umumnya sebagai mesin penggali terus menerus dalam operasi penambangan terbuka skala besar. Namun, di bawah pemuatan dinamis, gigi *bucket* ekskavator dikenakan keausan abrasif yang parah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperbaiki masa pakai gigi *bucket* ekskavator untuk mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk mengembalikan gigi secara berkala selama penggalian. Tujuan ini dilakukan dengan melapisi gigi *bucket* ekskavator (baja dengan tensile tinggi) dengan empat paduan tahan aus tahan pakai yang berbeda dengan las busur las manual. Uji keausan komparatif pada gigi biasa dan gigi *bucket* ekskavator yang dilapisi dilakukan di lapangan dan laboratorium (peralatan ASTM G-99, pin-on-disc), dimana efek paduan *hardfacing* pada tingkat keausan dan karakteristik keausan Gigi ekskavator diperiksa (Singla, 2014).

2.2. Klasifikasi Fungsional Alat Berat

Yang dimaksud dengan klasifikasi fungsional alat ialah pembagian alat tersebut berdasarkan fungsi-fungsi utama alat berat. Berdasarkan fungsinya alat berat dapat dibagi atas berikut ini (Rostiyanti 2009).

2.2.1. *Front shovel*

Dengan memberikan *shovel attachment* pada *excavator*, maka didapatkan alat yang disebut dengan *power shovel*. Alat ini baik untuk pekerjaan menggali tanah tanpa bantuan alat lain, dan sekaligus memuatkan ke dalam truk atau alat angkut lainnya. Alat ini juga dapat untuk membuat timbunan bahan persediaan (*stock pilling*).

2.2.2. Cara kerja *front shovel*

Pekerjaan dimulai dengan menempatkan *shovel* pada posisi dekat tebing yang akan dikeruk, dengan menggerakkan *bucket* ke depan kemudian ke atas sambil menggaruk tebing sedemikian rupa sehingga dengan *bucket* ini tanah dapat masuk ke dalam *bucket*. Jika *bucket* sudah penuh, *bucket* ditarik ke luar. Operator yang telah berpengalaman, akan dapat mengatur gerakan sedemikian rupa sehingga *bucket* sudah terisi penuh pada saat *bucket* mencapai bagian atas tebing. Setelah terisi penuh, *shovel* dapat diputar (*swing*) ke kanan atau ke kiri menuju tempat yang harus diisi. Sesudah *shovel* tidak lagi dapat mencapai tebing dengan sempurna, *shovel* digerakkan/berjalan menuju posisi baru hingga dapat bekerja seperti semula. Pada dasarnya gerakan-gerakan selama bekerja dengan *shovel* ialah:

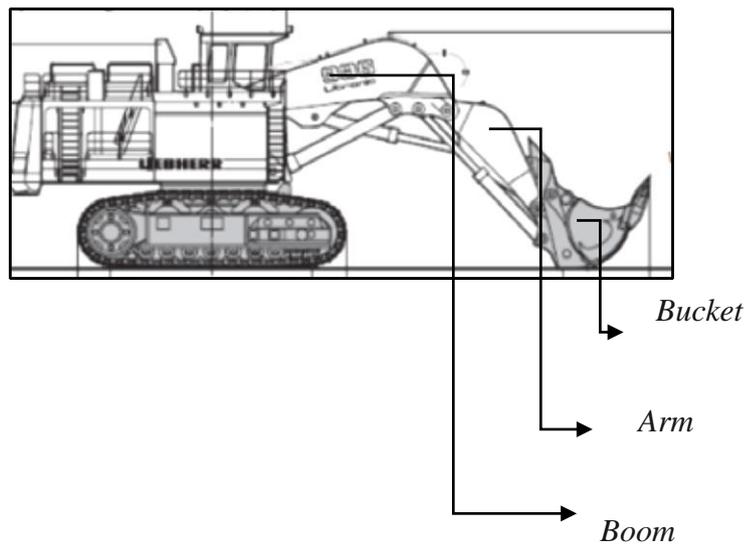
- Maju untuk menggerakkan *bucket* menusuk tebing
- Mengangkat *bucket* untuk mengisi.
- Mundur untuk melepaskan dari tanah/tebing.
- *Swing* (memutar) untuk membuang (*dump*).
- Berpindah jika sudah jauh dan tebing galian.
- Menaikkan/menurunkan sudut *boom* jika diperlukan



Gambar 2.1. *Front shovel*

(Wedhanto,2009)

2.3.3. Perhitungan untuk perlengkapan kerja



Gambar 2.2. Perlengkapan kerja *Front shovel*

Gerakan dari perlengkapan kerja meliputi gerakan dari bucket, gerakan arm dan boom. Semua gerakan dilakukan dengan sistem hidrolik, sehingga perhitungan kebutuhan daya untuk perlengkapan kerja dihitung dengan menjumlahkan daya silinder *boom*, *arm* serta *bucket*. Daya pada silinder dihitung menggunakan rumus :

Untuk silinder *boom* :

$$N_{sboom} = \frac{F_{boom} \cdot V}{75 \cdot \eta} \dots\dots\dots(2.7)$$

Untuk silinder *arm* :

$$N_{sarm} = \frac{F_{arm} \cdot V}{75 \cdot \eta} \dots\dots\dots(2.8)$$

Untuk silinder *bucket* :

$$N_{sbucket} = \frac{F_{bucket} \cdot V}{75 \cdot \eta} \dots\dots\dots(2.9)$$

Jadi daya untuk perlengkapan kerja :

$$N_p = N_{sboom} + N_{sarm} + N_{sbucket} \dots\dots\dots(2.10)$$

Dimana :

$$F_{boom} = \text{beban } boom \text{ (kg)}$$

$$= \text{berat } boom + \text{berat } arm + \text{berat } bucket + \text{berat material}$$

$$F_{arm} = \text{beban } arm \text{ (kg)}$$

$$= \text{berat } arm + \text{berat } bucket + \text{berat material}$$

$$F_{bucket} = \text{beban } bucket \text{ (kg)}$$

$$= \text{berat } bucket + \text{berat material}$$

$$V_{boom} = \text{kecepatan piston } boom \text{ (m/s)}$$

$$V_{arm} = \text{kecepatan piston } arm \text{ (m/s)}$$

$$V_{bucket} = \text{kecepatan piston } bucket \text{ (m/s)}$$

$$N_{sboom} = \text{daya silinder } boom \text{ (HP)}$$

$$N_{sarm} = \text{daya silinder } arm \text{ (HP)}$$

$$N_{sbucket} = \text{daya silinder } bucket \text{ (HP)}$$

$$N_p = \text{daya pompa (HP)}$$

2.4. Doser

Doser ini merupakan alat yang mampu membuka jalan yang masih hutan. Jika pada lahan masih terdapat semak atau pepohonan maka pembukaan lahan dapat dilakukan dengan menggunakan *dozer*. Untuk pengangkatan lapisan tanah paling atas dapat digunakan *scraper*. Sedangkan untuk pembentukan permukaan supaya rata selain *dozer* dapat digunakan juga *motor grader*.

2.4.1. Bulldozer

Bulldozer dapat dibedakan menjadi dua yakni menggunakan roda kelabang (*Crawler Tractor Dozer*) dan Bulldoser yang menggunakan roda karet (*Wheel Tractor Dozer*). Pada dasarnya Bulldoser menggunakan traktor sebagai tempat duduk penggerak utama, tetapi lazimnya traktor tersebut dilengkapi dengan sudu sehingga dapat berfungsi sebagai Bulldoser yang bisa untuk menggosur tanah.

2.4.2. Bulldoser pekerjaan rawa

Buldoser digunakan sebagai alat pendorong tanah lurus ke dapan maupun ke samping, tergantung pada sumbu kendaraannya. Untuk pekerjaan di rawa digunakan jenis Bulldoser khusus yang disebut *Swamp Bulldozer*.

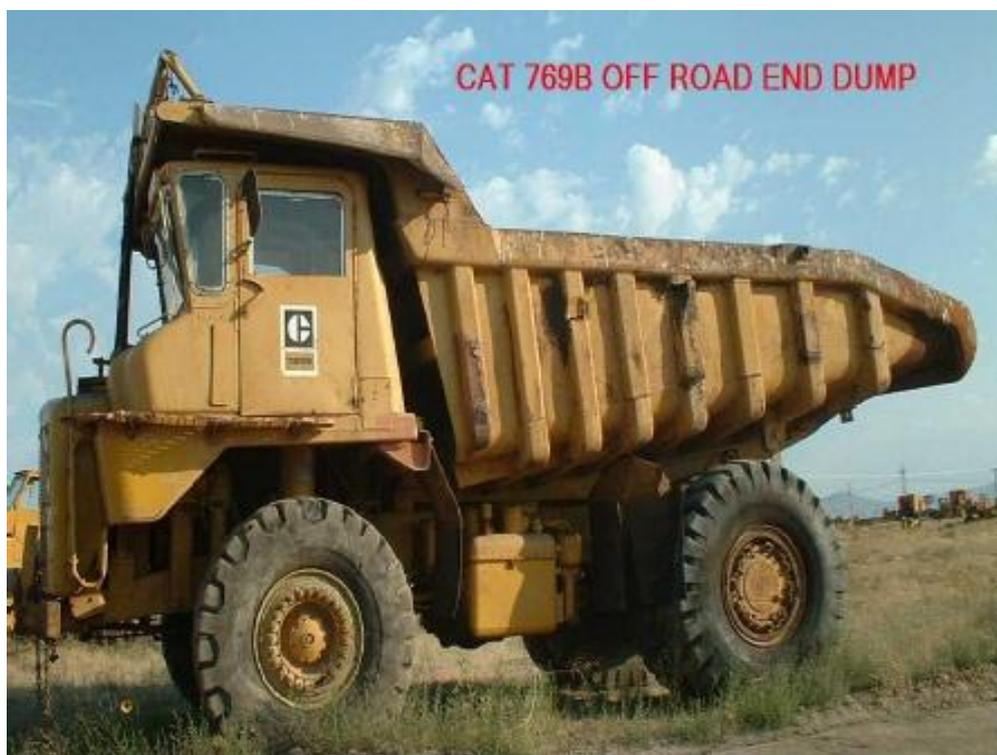


Gambar 2.3. Bulldozer

(<http://www.senyawa.com>,2010)

2.5 Truk Pengangkut Material

Truk termasuk dalam kategori alat pengangkut material, karena alat ini dapat mengangkut material secara *vertical*, kemudian menumpahkan secara horizontal pada jarak jangkauan yang relatif kecil. Untuk pengangkutan material jarak jauh dengan menggunakan truk ini, alat yang digunakan untuk mengangkut material dapat berupa *belt*, truk dan truk tambang lainnya. Alat-alat ini memerlukan alat lain yang membantu memuat material ke dalamnya.



Gambar 2.4. Truk Pengangkut Material

2.6. Pemindahan Material

Yang termasuk dalam kategori ini ialah alat yang biasanya tidak digunakan sebagai alat transportasi tetapi digunakan untuk memindahkan material dari satu alat ke alat yang lain. *Loader* dan *dozer* adalah alat pemindahan material.



Gambar 2.5. Loader

2.7. Vibro

Jika suatu pekerjaan lahan dilakukan penimbunan maka pada lahan tersebut perlu dilakukan pemadatan. Pemadatan juga dilakukan untuk pembuatan jalan, baik untuk jalan tanah dan jalan dengan perkerasan lentur maupun perkerasan kaku. Yang termasuk sebagai alat pemadat adalah *tamping roller*, *pneumatic tiredroller*, *compactor*, dan lain-lain. Pekerjaan pembuatan landasan pesawat terbang, jalan raya, tanggul sungai dan sebagainya tanah perlu dipadatkan semaksimal mungkin. Pekerjaan pemadatan tanah dalam skala kecil pemadatan tanah dapat dilakukan dengan cara menggenangi dan membiarkan tanah menyusut dengan sendirinya, namun cara ini perlu waktu lama dan hasilnya kurang sempurna agar tanah benar-benar mampat secara sempurna diperlukan cara-cara mekanis untuk pemadatan tanah.

2.7.1. Langkah kerja

Pemadatan tanah secara mekanis umumnya dilakukan dengan menggunakan mesin penggilas (*Roller*) klasifikasi *Roller* yang dikenal antara lain adalah:

- Berdasarkan cara gerakannya; ada yang bergerak sendiri, tapi ada juga yang harus ditarik traktor.
- Berdasarkan bahan roda penggilasnya, ada yang terbuat dari baja (*SteelWheel*) dan ada yang terbuat dari karet (*pneumatic*).
- Dilihat dari bentuk permukaan roda: ada yang punya permukaan halus (*plain*), bersegmen, berbentuk *grid*, berbentuk kaki domba, dan sebagainya.
- Dilihat dari susunan roda gilasnya; ada yang dengan roda tiga (*Three Wheel*), roda dua (*Tandem Roller*), dan *Three Axle Tandem Roller*.
- Alat pemadat yang menggunakan penggetar (*vibrator*).



Gambar 2.6. *vibro*

2.8. Excavator

Alat penggali sering juga disebut *Excavator*

Excavator digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan seperti :

- *Excavating* (menggali).
- *Loading* (memuat material).
- *Lifting* (mengangkat beban).
- *Hammering* (menghancurkan batuan).
- *Drilling* (mengebor), dan lain sebagainya



Gambar 2.7. Hidraulic excavator

2.9. Grader

Alat perata tanah *grader* berfungsi untuk meratakan pembukaan tanah secara mekanis, disamping itu greder dapat dipakai pula untuk keperluan lain misalnya untuk penggusuran tanah, pencampuran tanah, meratakan tanggul, pengurugan kembali galian tanah dan sebagainya. Akan tetapi khusus untuk penggunaan pada pekerjaan pengunungan kembali galian tanah hasilnya kurang memuaskan.

2.9.1. Fungsi motor grader

Beberapa pekerjaan yang dapat dikerjakan oleh *Grader* antara lain adalah:

- Perataan tanah (*Spreading*).
- Pekerjaan tahap akhir (*finishing*) pada pekerjaan tanah.
- Pencampuran tanah maupun pencampuran material (*Side cast/mixing*).
- Pembuatan parit (*Crowning Ditching*).
- Pemberaian butiran tanah (*scarifying*).



Gambar 2.8. Greder

2.10. Definisi *pneumatic*

Pneumatik sebuah sistem penggerak menggunakan tekanan udara sebagai tenaga penggerak. Cara kerja *Pneumatic* sama saja dengan hidrolik yang membedakannya hanyalah tenaga penggerak (Shofianriyaldi, 2015).

2.11. Komponen *pneumatic*

Komponen komponen utama *Pneumatic* :

2.11.1. Air Cylinder

Sebuah tabung *pneumatic* yang menghasilkan tenaga dorong dan tenaga tarik. Tenaga yang dihasilkan oleh sebuah tabung *pneumatic* bergantung pada dua hal:

- a. Tekanan udara (Kg/cm^2) yang dimasukkan.
- b. Luas penampang piston dari tabung *pneumatic*.

Rumus :

$$P = F/A \dots\dots\dots(2.11)$$

- P = (tekanan) satuannya N/m^2 .
- F = (gaya) satuannya *Newton*.
- A = (luas penampang) satuannya m^2 .



Gambar 2.9. Air Cylinder

2.11.2. *Pneumatic hand control valve*

Dua modul kontrol tangan yang digunakan dalam aplikasi yang membutuhkan tangan operator untuk ditempati sebelum sinyal *pneumatic* dikirim dalam sistem otomasi.



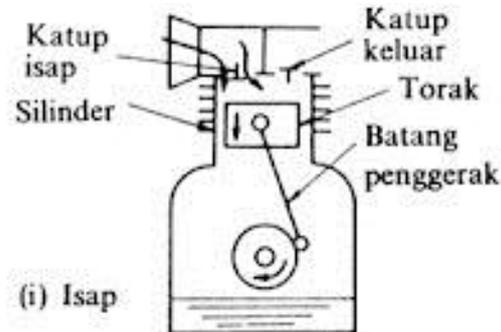
Gambar 2.10. Manual *hand control valve*

2.11.3. Kompresor udara

Kompresor udara adalah mesin atau alat yang menciptakan dan mengaliri udara bertekanan. Kompresor udara biasa digunakan untuk pengisian angin ban, membersihkan bagian-bagian mesin yang kotor, penyediaan udara untuk proses pembakaran di ketel/ motor listrik, proses pengecatan dengan alat spray, Kompresor juga banyak digunakan untuk alat-alat yang menggunakan sistem *pneumatic*.

➤ Langkah kerja kompresor torak:

a. Langkah hisap



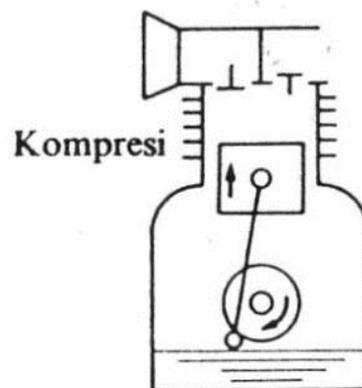
Gambar 2.11. Langkah hisap

(Wedhanto 2009)

Poros engkol berputar, torak bergerak dari TMA ke TMB. Kevakuman terjadi pada ruangan di dalam silinder, sehingga katub hisap terbuka oleh adanya perbedaan tekanan dan udara terhisap masuk ke dalam silinder.

b.

Langkah kompresi

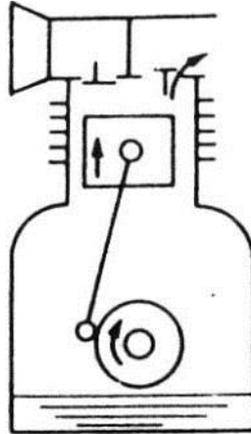


Gambar 2.12. Langkah kompresi

(Wedhanto 2009)

Langkah kompresi terjadi saat torak bergerak TMB ke TMA, katub hisap dan katub keluar tertutup sehingga udara dimampatkan di dalam silinder.

c. Langkah keluar



Gambar 2.13. Langkah keluar

(Wedhanto 2009)

Bila torak meneruskan gerakannya ke TMA, tekanan di dalam silinder akan naik sehingga katup keluar oleh tekanan udara sehingga udara keluar memasuki tangki penyimpanan udara.

2.11.4. Menghitung daya kompresor

a) Debit kompresor

Debit kompresor adalah jumlah udara yang harus dialirkan kedalam silinder pneumatik, dapat dihitung dengan cara:

$$Q_s = (\pi/4) (d_s)^2 (v) \dots\dots\dots(2.12)$$

Dimana:

$$Q_s = \text{Debit kompresor (l/min)}$$

$$d_s = \text{diameter silinder} = 5 \text{ mm}$$

$$v = \text{kecepatan piston direncanakan } 500 \text{ m/menit} = 8,3 \text{ mm/dtk}$$

b) Daya Kompresor

Daya kompresor dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$N_s = (Q_s) (\eta_{tot}) \dots\dots\dots(2.13)$$

N_s = Daya kompresor (l/min)

Q_s = Debit kompresor (l/dtk)

η_{tot} = Effisiensi total = 0,8



Gambar 2.14. Kompresor udara

c) Spesifikasi kompresor

Tabel 2.1. Spesifikasi kompresor

Model	6
System	Base unit
Market	Industrial/ Lab
Displacement (50Hz)	1.77 cfm (50 l/min)
Displacement (60Hz)	2.12 cfm (60 l/min)
Max pressure	120 pig (8 bar)
Tank size	4.0 gal (15menit)
Noise level (50 Hz)	45 dB (A)
Noise level (60 Hz)	45 dB (A)

2.11.5. Fitting

Fitting merupakan berbagai sambungan dalam distribusi sistem *pneumatic* untuk mengaliri udara.



Gambar 2.15. Fiting *pneumatic*

2.11.6. *Control speed pneumatic*

Merupakan fungsi mengontrol tekanan udara yang keluar dari *cylinder pneumatic*.



Gambar 2.16. *Control speed pneumatic*

2.11.7. Selang

Fungsi selang yang mengalirkan udara dari kompresor ke *cylinder*.



Gambar 2.17. Selang

2.12. Dasar-dasar *pneumatic*

Pneumatic merupakan teori atau pengetahuan tentang udara yang bergerak, keadaan-keadaan keseimbangan udara dan syarat keseimbangan. Jadi *pneumatic* berarti terisi udara atau digerakkan oleh udara yang dimampat.

2.13. Pengertian sistem *pneumatic*

Pneumatic berasal dari bahasa Yunani yang berarti udara atau angin. Semua sistem yang menggunakan tenaga yang disimpan dalam bentuk udara yang dimampatkan untuk menghasilkan suatu kerja disebut *pneumatic*. Dalam penerapannya, sistem *pneumatic* digunakan sebagai sistem otomatis. Dalam suatu rangkaian *pneumatic*, udara diluar dihisap ke dalam kompresor dan mengalami kompresi, sehingga memiliki bentuk energi yang kemudian diubah menjadi gerak mekanik (gerak piston). Dasar dari akuator tenaga fluida adalah bahwa fluida mempunyai tekanan yang sama kesegala arah.

2.13.1. Kelebihan

- a. Ramah lingkungan / bersih (jika terjadi kebocoran dalam sistem perpipaan).
- b. Udara sebagai tenaga penggerak memiliki jumlah yang tak terbatas.
- c. Lebih cepat dan responsif jika dibandingkan dengan hidrolis.
- d. Harganya yang murah.
- e. Aman terhadap kebakaran.
- f. Penurunan tekanan relatif lebih kecil dibandingkan dengan sistem hidrolis.

2.13.2. Kekurangan

- a. Gangguan suara yang bising.
- b. Dapat terjadi pengembunan.
- c. Daya mekanik yang dihasilkan kecil.
- d. Membutuhkan perawatan yang lebih tinggi, karena udara sebagai penggeraknya biasanya kotor dan mengandung air sehingga gesekan.

antara piston *cylinder* dan rumah *cylinder* besar dan mempercepat kerusakan pada air *cylinder*.

e. Mudah terjadi kebocoran.

f. Memerlukan instalasi peralatan penghasil udara.

Merupakan alat berat yang terdiri dari *boom*, *arm* serta *bucket* dan digerakkan oleh tenaga hidrolis untuk penggalian (akskavasi). Pemahaman yang lebih baik dari faktor yang mempengaruhi aliran material dipecah menjadi didorong selama pemuatan dapat membantu untuk mengevaluasi kinerja front shovel, mendefinisikan kriteria untuk pemilihan peralatan dan mengembangkan cara-cara untuk mengurangi kerusakan peralatan yang disebabkan oleh partikel yang rusak. Dalam tulisan ini, mekanisme aliran material granular diselidiki melalui serangkaian tes laboratorium dengan memindahkan 01:32 dan 01:20 (*cube* skala *root*) model dari 0,01 m³ gayung melalui bin uji diisi dengan batu kapur hancur sudut. Ditemukan bahwa baik sudut gayung atau kecepatan hoist memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pola aliran umum. Itu juga menemukan bahwa mekanisme aliran umum adalah independen pada ukuran timba. Secara kuantitatif, ditetapkan bahwa kecepatan hoist dan sudut lapangan mempengaruhi produktivitas mesin dengan sudut pitch rendah mengakibatkan payload lebih tinggi, dan hasil kecepatan hoist lebih cepat dalam waktu penggalian lebih pendek. Sementara kedua sudut pitch rendah dan kecepatan hoist lebih cepat juga menghasilkan tingkat yang lebih tinggi dari konsumsi energi, secara keseluruhan baik berkontribusi meningkatkan produktivitas mesin. 2015 ISTVS. Diterbitkan oleh *Engineering Failure Analysis* 14 (2007) 702–715.

Lingkungan operasi dan bidang stres pada boom harus terus menjadi dipantau untuk menghindari kegagalan kelelahan acak untuk mencapai keandalan, umur panjang dan penggunaan ekonomi. Dalam tulisan ini, penulis mengembangkan model dinamis untuk real-time stres monitoring menggunakan kombinasi pendekatan tubuh fleksibel dan kaku. Sebuah maya prototipe simulator dikembangkan untuk mensimulasikan penggalian kabel sekop di pasir minyak dan untuk memeriksa gerak, stres dan deformasi lokal boom. Sekop P dan H kabel

4100A, dikerahkan di Athabasca formasi pasir minyak, digunakan untuk memeriksa kabel sekop booming daya tahan menggunakan medan stres simulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tekanan tinggi terjadi pada daerah sekitar sendi antara tubuh bagian atas dan boom, mengakibatkan deformasi besar. Dalam formasi keras, hasilnya menunjukkan bahwa bidang stres di wilayah ini melebihi kekuatan luluh Von Mises dari baja yang digunakan dalam pembuatan komponen sekop booming.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa node FE 178, 168, 120, 63, 127 dan 84 untuk 10 MPa modulus elastisitas dan 127, 61, 126, 45, 60 dan 39 node untuk 20 MPa modulus elastisitas adalah node sangat menekankan dengan tingkat tinggi deformasi booming dan kegagalan kelelahan. Studi ini memberikan dasar yang kuat untuk studi lebih lanjut dari analisis kehidupan kegagalan komponen kabel sekop, 2006 *Elsevier reserved*.