

PERANCANGAN LENGAN *PNEUMATIC* PROTOTYPE *FRONT SHOVEL*

Wisnu Waskito Adi¹, Bambang Riyanta², Wahyudi³

¹⁻³Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
JALAN LINGKAR SELATAN TAMANTIRTO, KASIHAN, BANTUL, DI YOGYAKARTA, 55183, INDONESIA
Email: Wisnu.waskito.2013@ft.umy.ac.id

Abstrack

Indonesia is a country with abundant natural resources. Nor from industrial sector and mining sector. The growing field of mining in technology that plays an important role is the technology of heavy equipment. The existence of heavy equipment in these projects, both construction projects and manufacturing projects, is essential to support infrastructure development as well as in the exploration of mining products, such as cement and coal. The advantages of using heavy equipment include fast timing, great power and economic value. Front shovel is a heavy equipment consisting of boom, arm and bucket and driven by hydraulic power driven by diesel engine and on a chain wheel. The making of this tool aims to learn and make the model front shovel with pneumatic system, Stages of making and modeling begins with the planning that includes the selection of materials, actuators, determining dimensions, how to work, mechanisms, methods of controlling, drawing work and drawing design in two dimensions and three dimensions. For these reasons a mini-shovel front arm will be made using pneumatic for the learning process. It is expected that with this shovel front arm students can understand the process of motion / how it works. The design of the shovel front arm begins with the design stage of design and size. The next stage is the manufacture which includes machining process, cutting, unification of components, assembly, until the finishing process.

Keywords : front shovel, heavy equipmen

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara yang memiliki sumber daya alam melimpah maupun dari sektor industri dan sektor pertambangan. Bidang pertambangan yang semakin berkembang berperan penting dalam bidang pertambangan. Pembangunan dilakukan di berbagai sektor, Penyempurnaan dan perbaikan prasarana fisik mendapatkan perhatian penting antara lain: pembangunan gedung dan perumahan, pembangunan bandar udara, pelabuhan, pembangunan bendungan dan saluran irigasi, serta pembukaan lahan.

Excavator adalah alat berat yang terdiri dari lengan (*arm*), *boom* (bahu) serta *bucket* (alat keruk) dan digerakkan oleh tenaga hidrolis yang dimotori dengan mesin diesel. *Excavator* merupakan alat berat yang bisa menangani berbagai macam pekerjaan. Sesuai dengan namanya (*excavation*), alat berat ini memiliki fungsi utama untuk pekerjaan penggalian dan memuat material ke dalam *dumptruck* (*loading*).

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).

Eksistensi alat berat dalam proyek-proyek ini baik proyek konstruksi maupun proyek manufaktur sangatlah penting dalam menunjang pembangunan infrastruktur maupun dalam eksplor hasil-hasil tambang, misalnya semen dan batu bara. Keuntungan-keuntungan dengan menggunakan alat-alat berat adalah waktu yang efisiensi, valid, cepat, dan juga biaya.

Front shovel adalah alat berat yang terdiri dari *boom*, *arm* serta *bucket* dan digerakan oleh tenaga hidrolik untuk pengerukan. Pemahaman yang lebih baik dari faktor yang mempengaruhi aliran material dipecah menjadi didorong selama pemuatan dapat membantu untuk mengevaluasi kinerja front shovel. 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). Ekskavator memiliki komponen yang terdiri dari bucket, bucket silinder, arm, arm silinder, boom, boom silinder, serta *engine*.

Sistem pneumatik banyak digunakan sebagai sistem automasi. Mesin-mesin yang berada di perusahaan terutama dalam proses industri dan produksi sekarang ini banyak memanfaatkan pesawat-pesawat pneumatik, seperti mesin-mesin pres, rem, buka tutup pintu, dan pelubangan. Pneumatik mulai digunakan untuk pengendalian maupun penggerakan mesin-mesin dan alat-alat produksi. Saat ini dalam penggunaannya pneumatik banyak dikombinasikan dengan sistem elektrik. Rangkaian elektrik berupa saklar, solenoid, dan limit switch digunakan sebagai penyusun sistem kendali katup.

Lengan *front shovel* untuk pembelajaran akan dirancang mini lengan *front shovel* dengan menggunakan pneumatic untuk proses pembelajaran. Diharapkan dengan dibuat lengan *front shovel* ini mahasiswa bisa mengerti proses gerak atau cara kerjanya. Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk memberikan gambaran yang jelas dan menghasilkan rancangan bangun yang lengkap dan menghasilkan lengan front shovel dengan sistem pneumatic. Dengan demikian penelitian ini dilakukan agar penggunaan alat-alat berat tersebut dapat memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya, sehingga hasil yang diharapkan bias tercapai dengan lebih mudah dan dengan waktu yang relatif lebih singkat.

2. METODE PERANCANGAN

Perancangan lengan front shovel akan dilakukan menggunakan *software* Autodesk Inventor Professional 2015. Terdapat beberapa tahapan dalam mendapatkan Perancangan lengan front shovel seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2, Gambar 2.3, Gambar 2.4, Gambar 2.5., Gambar 2.6. Diagram alir bertujuan untuk memperjelas tahapan-tahapan dalam proses perancangan lengan *front shovel*, Langkah selanjutnya adalah membuat desain, mulai dari sketsa manual, sketsa 2D, model 3D, sampai *assembly*. Lalu, dilakukan pemilihan material desain, pemberian beban dan menghitung daya yang dikeluarkan silinder . Secara sederhana, tahapan ini dapat dilihat dalam diagram pada Gambar 3.1., Gambar 3.2., Gambar 3.3., Gambar 3.4., Gambar 3.5., Gambar 3.6.

Lengan *front shovel*

Lengan *front shovel* yang sering digunakan pertambangan batu bara.



Gambar 2.1 *front shovel* 3D

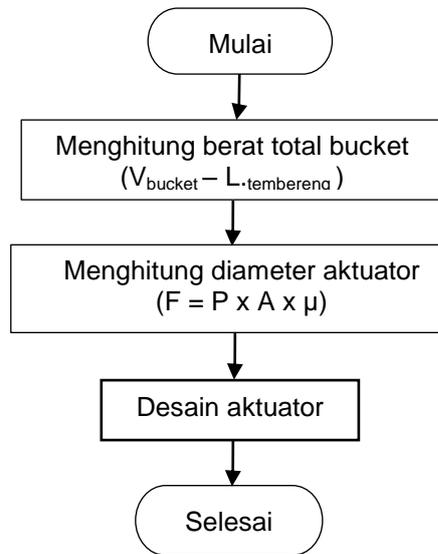
Diagram Alir / *Flowchart*

Diagram alir bertujuan untuk memperjelas tahapan-tahapan dalam proses perancangan lengan *front shovel* :

A. Diagram Desain Aktuator

perancangan ini terdiri dari tiga tahapan utama. Tiga tahapan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Menghitung volume bucket
2. Menghitung diameter aktuator
3. Desain aktuator

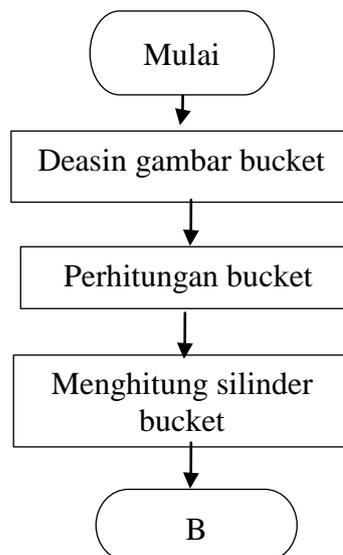


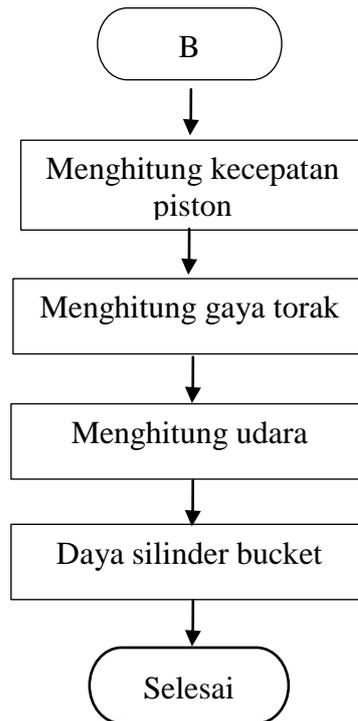
Gambar 2.2. alir desain *actuator*

B. Diagram Alir Perancangan Bucket

perancangan ini terdiri dari sembilan tahapan utama. sembilan tahapan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Deasin gambar bucket
2. Perhitungan bucket
3. Menghitung silinder bucket
4. Perhitugan kompresor
5. Menghitung kecepatan piston
6. Menghitung gaya torak
7. Menghitung udara actuator
8. Daya silinder bucket



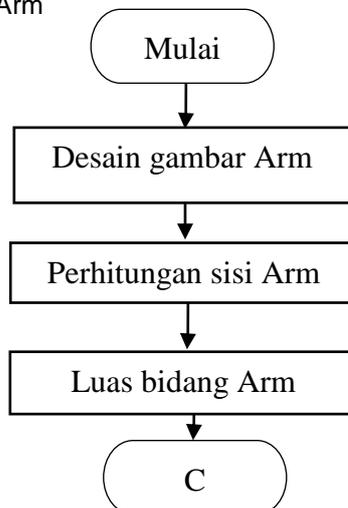


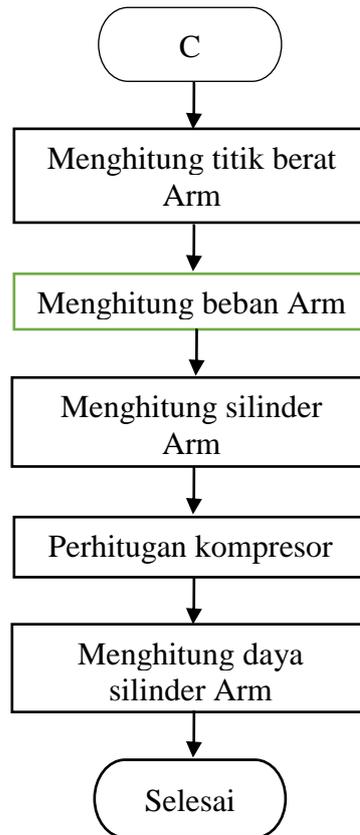
Gambar 2.3. alir desain bucket

C. Diagram Alir Perancangan Arm

Perancangan ini terdiri dari sembilan tahapan utama. sembilan tahapan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Desain gambar Arm
2. Perhitungan sisi Arm
3. Luas bidang Arm
4. Menghitung titik berat Arm
5. Menghitung beban Arm
6. Menghitung silinder Arm
7. Perhitugan kompresor
8. Menghitung daya silinder Arm



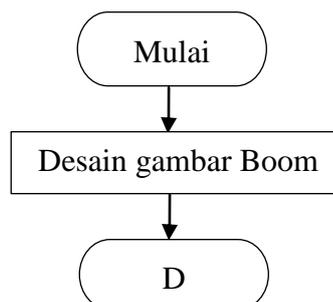


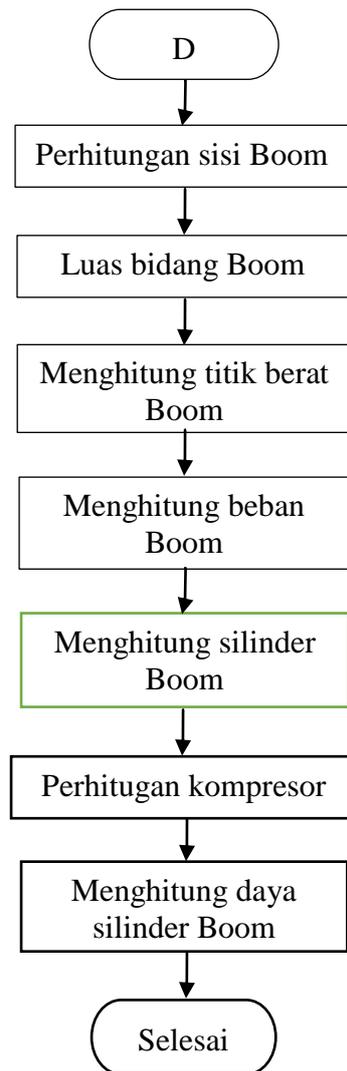
Gambar 2.4. alir desain Arm

D. Diagram Alir Perancangan Boom

Perancangan ini terdiri dari sembilan tahapan utama. sembilan tahapan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Desain gambar Boom
2. Perhitungan sisi Boom
3. Luas bidang Boom
4. Menghitung titik berat Boom
5. Menghitung beban Boom
6. Menghitung silinder Boom
7. Perhitungan kompresor
8. Menghitung daya silinder Boom



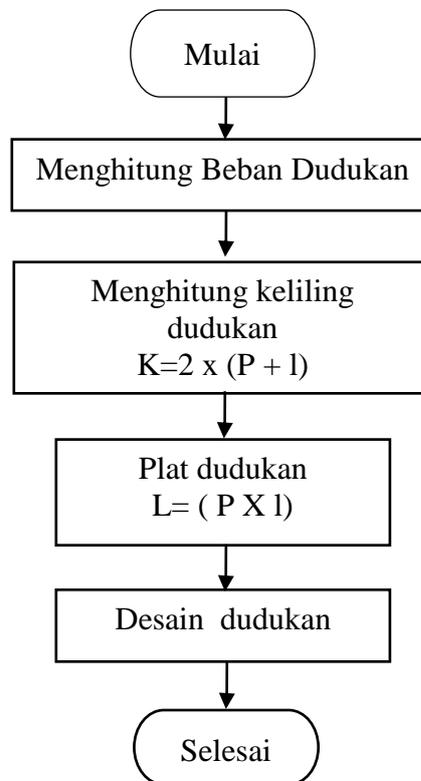


Gambar 2.5. alir desain Boom

E. Diagram Alir Perancangan Dudukan

Perancangan ini terdiri dari sembilan tahapan utama. sembilan tahapan tersebut adalah sebagai berikut.

1. Menghitung beban dudukan
2. Menghitung keliling dudukan
3. Plat dudukan
4. Desain dudukan



Gambar 2.6. alir desain Dudukan

Perancangan lengan front shovel akan dilakukan menggunakan *software* Autodesk Inventor Professional 2015. Terdapat beberapa tahapan dalam mendapatkan rancangan sepeda lipat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1. Pertama, dilakukan studi literatur untuk mendapatkan ide dan teori yang mendasari perancangan. Langkah selanjutnya adalah membuat desain, mulai dari sketsa manual, sketsa 2D, model 3D, sampai *assembly*. Lalu, dilakukan pemilihan material desain, pemberian beban, dan analisis tegangan desain. Secara sederhana, tahapan ini dapat dilihat dalam diagram pada Gambar 3.2.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Perancangan

Konsep Perancangan lengan *Front shovel*

Perancangan alat dilakukan sebisa mungkin sesuai dengan perhitungan desain. Dalam proses perancangan diperlukan pengetahuan alat-alat perancangan lengan front shovel meliputi : Bucket, Arm, dan Boom serta kemungkinan proses yang bisa dilakukan. Direncanakan kapasitas bucket adalah $101,795 \times 10^{-5} \text{ m}^3$, jangkauan bucket terjauh mencapai $532,93 \text{ m}^2$.

Menghitung diameter aktuator

Diketahui :

Berat bucket menjadi = 12,046 N

Berat material (pasir) menjadi = 1.400 kg x 9,81 m/s² = 13,980 N Hasil dari perhitungan di atas adalah 13,980 N

Berat bucket + berat material 1

12,046 N + 13,980 N = 26,026 N

Cara menghitung besar diameter Silinder Pneumatik batang piston yang digunakan, maka dapat digunakan rumus seperti dibawah ini:

$$F = P \times A \times \mu$$

Keterangan :

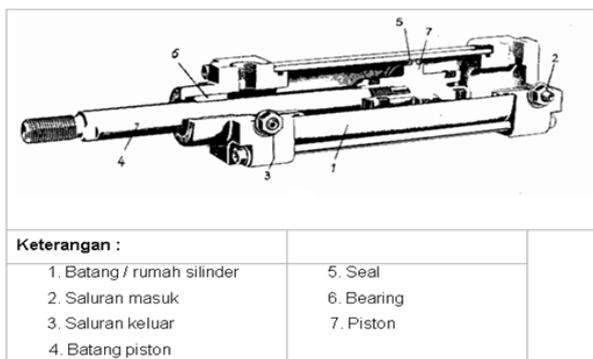
F = gaya (N)

A = luas penampang torak (mm)

μ = koefisiensi gesekan

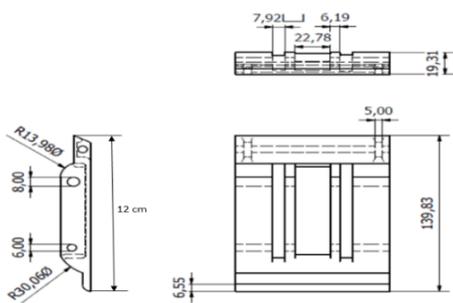
P = tekanan pengukuran (Pa)

Dari perhitungan yang didapatkan maka diameter silinder pnumatik sebesar 8 mm dan diameter batang piston sebesar 6 mm.

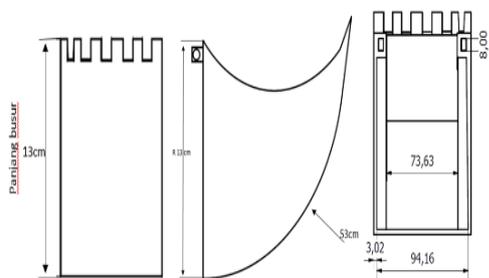


Gambar 3.1 silinder kerja ganda

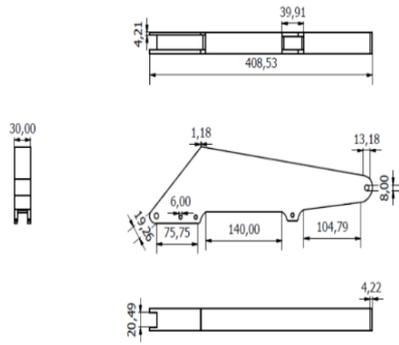
4. Gambar Kerja Perancangan Front Shovel



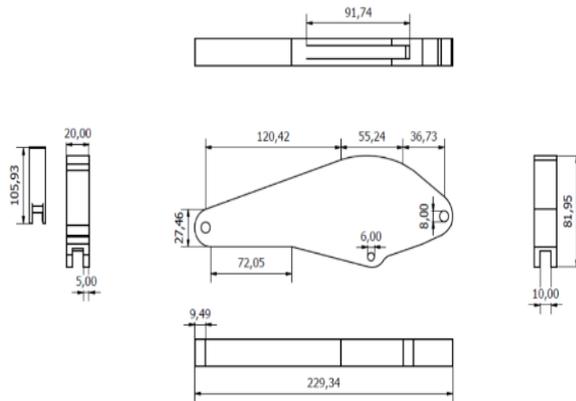
Gambar 3.3 Bucket 1



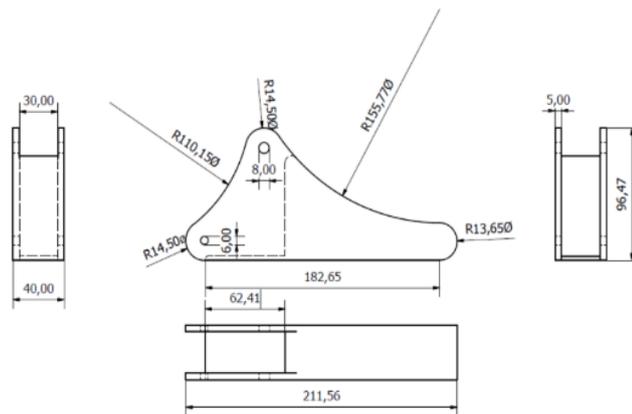
Gambar 3.3 Bucket 2



Gambar 3.4 Ukuran Boom



Gambar 3.5 Ukuran Arm



Gambar 3.6 Desainudukan

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* :

$$Ns_{boom} = \frac{F_{boom} \cdot V}{75 \cdot \eta}$$

Untuk silinder *arm* :

$$Ns_{arm} = \frac{F_{arm} \cdot V}{75 \cdot \eta}$$

Untuk silinder *bucket* :

$$Ns_{bucket} = \frac{F_{bucket} \cdot V}{75 \cdot \eta}$$

Jadi daya untuk perlengkapan kerja :

$$N_p = N_{s_{boom}} + N_{s_{arm}} + N_{s_{bucket}}$$

Dimana :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah :

Berdasarkan hasil yang telah dicapai dari keseluruhan proses perancangan lengan *front shovel* yang telah dibuat dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perancangan lengan front shovel ini melalui berbagai proses perancangan hingga menjadi lengan *front shovel* yang siap digunakan proses perancangan. Tahap-tahap perancangan adalah mengidentifikasi gambar rancangan yang akan dibuat dan dilanjutkan dengan perhitungan yang diperlukan.
2. Silinder *pneumatic boom* menggunakan ukuran 16 mm x 100 mm.
3. Silinder *pneumatic arm* menggunakan ukuran 16 mm x 90 mm.
4. Silinder *pneumatic bucket* menggunakan ukuran 16 mm x 80 mm.

5. Valve menggunakan tipe 5/3 Hand lever valve.
6. Bahan lengan menggunakan *Acrylic* dengan tebal 5 mm.

Saran

Saran yang diberikan adalah sebagai berikut :

1. Pada saat perancangan lengan harus diperhatikan ketelitian yang tinggi supaya presisi.
2. Mohon diperhatikan saat proses pemakaian lengan *front shovel* haruslah sangat hati-hati, supaya lengan ini awet digunakan pada saat pembelajaran.
3. Setelah lengan ini digunakan haraplah dibersihkan lagi dari material-material pasir.
4. Pada selanjutnya lengan *front shovel* ini bisa dikembangkan lagi.

DAFTAR PUSTAKA

Frimpong, 2007. Stress loading of the cable shovel boom under in-situ

digging conditions. Diakses 05 oktober 2017, dari www.sciencedirect.com. Pada pukul 10.30.

Liebherr-Mining Equipment Colmar SAS, http://www.liebherr.com/downloads/TB_R996-GBUS-TB_pdf.pdf.

Rochmanhadi, 1992. Alat-Alat Berat Dan Penggunaannya. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

Rostiyanti, 2009. Macam-macam Alat berat dan Fungsinya. Diakses pada 09 september 2017, <http://www.senyawa.com>. Tentang-*Blog*. Pada pukul 15.30.

Solazzi, 2010. Design of aluminium boom and arm for an excavator. Diakses 05 oktober 2017, dari www.sciencedirect.com. Pada pukul 10.00.

Singla, 2014. Ekskavator . Diakses 05 oktober 2017, dari www.sciencedirect.com. Pada pukul 12.00.

Shofianriyaldi, 2015. Definisi Sistem Pneumatik. Diakses pada 12 september 2017, dari <http://shofianriyaldi21.blogspot.co.id>. Tentang-*Blog*. Pada pukul 15.00.

Tiwari, 2013. Bucket trajectory classification of mining excavators. Diakses 05 oktober 2017, dari www.sciencedirect.com. Pada pukul 12.55.

Trikueni, 2013. pneumatik. Diakses pada 10 september 2017, dari <https://raeki.wordpress.com> Tentang-*Blog*. Pada pukul 17.00.

Wedhanto, 2009. Macam-macam Alat berat dan cara gerak kompresor. Diakses pada 15 september 2017, <http://www.senyawa.com>. Tentang-*Blog*. Pada pukul 17.30.