

PERANCANGAN BUCKY PADA MEJA DIAGNOSTIK UNTUK PESAWAT SINAR-X

Ferry Suyatno, Beny Syawaludin
Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir – BATAN

ABSTRAK

PERANCANGAN BUCKY PADA MEJA DIAGNOSTIK UNTUK PESAWAT SINAR-X, Telah dilakukan perancangan Bucky pada meja diagnostik pesawat sinar-X, dimana fungsinya adalah sebagai tempat film yang biasanya ditempatkan dibawah meja diagnostik. Pada kondisi pasien berbaring saat dilakukan pencitraan dengan sinar-X, maka film yang menangkap hasil pencitraan berada di Bucky. Didalam Bucky terdapat dua komponen lain yaitu di bagian bawah ada tempat film dan posisi di atas film terdapat Moving Grid yang dapat bergerak sesuai dengan waktu expose. Pergerakan moving grid di Bucky dirancang menggunakan motor listrik yang dapat diatur kecepatannya. Fungsi grid adalah sebagai filter untuk mengeliminasi spektrum radiasi yang tidak terpakai. Dalam perancangan bahan Bucky digunakan plat alumunium dengan tebal 2 mm. Dimensi Bucky yang dibuat adalah (630 mm x 480 mm x 100 mm) dan tempat film dibuat dari plat alumunium (300 x 400 x 2)mm. Tempat film dapat dikeluarkan dan dimasukkan kedalam Bucky dengan cara digeser (sliding). Grid berbentuk lembaran yang berukuran (30 x 40) cm, grid ratio 5:1 dan grid line 34 line/cm. Grid tidak dibuat tetapi langsung dibeli, yang dilakukan perancangan hanya pada kerangka grid yang terbuat dari plat alumunium dan kecepatan gerakan grid sehingga diharapkan dapat berfungsi sebagai filter dengan baik.

Kata kunci : Bucky, Grid, Cassette film, Meja Diagnostik

ABSTRACT

A design Bucky of a diagnostic table of an X-ray machine. A Bucky has been designed for a diagnostic table of an X-ray machine, as a holder of a film below the diagnostic table. While the patient lying down during an X-ray exposure, the film on the Bucky will catch the image. There are 2 other components inside the Bucky, one is the holder of the film at the bottom and on the top is a moving grid which moves according to the exposure time. This movement is controlled using a motor. The function of the grid is as a filter which eliminates the unused radiation spectrum. In the design of Bucky, an aluminium plate of 2 mm thickness is chosen. The dimension is (630mm x 480mm x 100mm) while the film holder is made of aluminium plate of (300 x 400 x 200)mm. This film holder can be put in and taken out from the Bucky by sliding it. The grid is a plate of (30 x 40)cm with a ratio 5:1 and grid line of 34 line/cm. This grid is bought, but not the holder of the grid which is locally made of aluminium designed for it speeds grid so that its function as a filter is maximised.

Key word : Bucky, Grid, Cassette film, Diagnostic table

1. PENDAHULUAN

Pesawat sinar-X merupakan alat pencitraan dengan menggunakan sinar-X yang digunakan sebagai alat diagnosis. Hasilnya sebuah gambar yang divisualisasikan dalam sebuah film.

Didalam pengoperasian pesawat sinar-X dibutuhkan beberapa alat bantu yaitu diantaranya *cassette stand* dan meja diagnostik. Pada meja diagnostik digunakan sebagai tempat pasien untuk pemeriksaan posisi tidur. Dibawah meja ditempatkan sebuah *Bucky* sebagai tempat film, dan dilengkapi dengan *Moving Grid* yang dapat digerakkan serta untuk mengeliminasi spektrum sinar-X yang tidak diperlukan.

Pergerakannya diatur dengan menggunakan sebuah magnet tidak permanen yang dicatu dengan tenaga listrik dan dilengkapi dengan pegas. Pada saat magnet dicatu listrik maka magnet akan menarik tempat film sesaat dan menarik pegas, kemudian dilepas. Setelah listrik mati daya magnet hilang maka pegas yang ditarik akan kembali ke keadaan semula dengan membuat beberapa gerakan maju dan mundur sesuai dengan daya pegasnya. Model *moving grid* seperti diatas mempunyai suatu kelemahan yaitu tidak teratur nya gerakan dan daya dorong pegas yang tidak tetap. Agar pergerakan *moving grid* dapat teratur maka dirancang dan dibuat *moving grid* dengan gerakan yang dapat diatur.

Dengan demikian diharapkan gerakan ini akan dapat memperjelas hasil gambar pada film. Perancangan pergerakan *moving grid* menggunakan motor listrik yang dapat diatur kecepatannya dan waktu gerak diatur dengan *timer*. Hal ini diharapkan kecepatan gerakan dan waktu gerak dapat dikontrol dengan tepat. Kalau pada pesawat sinar-X konvensional gerakan *Bucky* tidak terkontrol karena menggunakan pegas yang kecepatannya maupun waktu tidak pasti kadang dapat bergerak cepat dengan waktu lama, tetapi

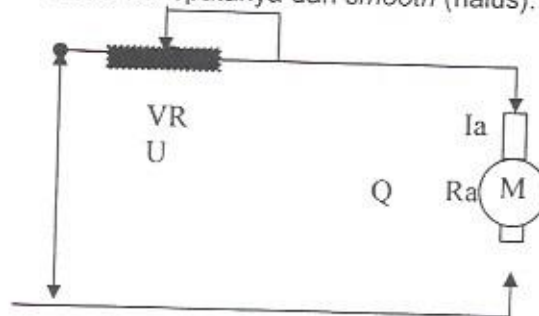
kadang lambat dengan waktu yang singkat. Jadi kondisi demikian tidak pasti, sehingga hasil gambar pada film juga tidak tentu.

Untuk perancangan meja diagnostik pada bagian atas terdiri dari kerangka dan tutup kerangka. Kerangka berbentuk empat persegi panjang dengan ukuran (2000 x 700 x 4) mm terbuat dari besi profil "C". Tutup kerangka dirancang terbuat dari *plywood* atau fleksiglas dengan ketebalan 10 mm. Kaki meja terbuat dari besi siku (7 x 7) mm dengan ketebalan 3 mm dan tinggi kaki 680 mm.

2. TEORI

2.1 Motor

Gerakan *grid* dalam *Bucky* menggunakan motor dc yang lebih mudah diatur kecepatannya dan *smooth* (halus).



Gambar 1. : Rangkaian motor dc

Pengaturan kecepatan motor dc dapat digunakan dengan rumus [1]:

$$N = \frac{\mu - I_a R_a}{CQ} \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

- N : Kecepatan putaran motor
- U : Tegangan Input
- Ia : Arus armature
- Ra : Tahanan armature
- C : Konstanta
- Q : Fluke magnet

Dari persamaan [1] dapat diketahui bahwa motor dc dapat diatur kecepatannya secara luas. Yang paling mudah untuk mengatur kecepatan motor

dc adalah dengan cara mengatur tegangan input.

Agar motor dapat menggerakkan suatu beban maka motor dipilih dengan daya yang lebih besar dari pada daya beban. Perhitungan daya motor adalah sebagai berikut :

Untuk beban yang bergerak lurus ^[1]:

$$P_m = \frac{B \times V \times H_p}{75 \times N} \dots\dots (2)$$

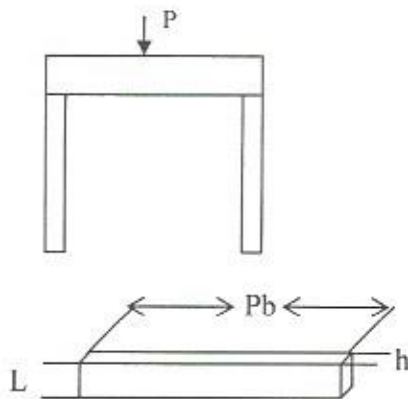
$$P_m = \frac{B \times V \times KW}{102 \times N} \dots\dots (3)$$

Dimana :

- Pm : Daya motor (Hp)
- B : Beban (kg)
- V : Tegangan motor
- η : Efisiensi motor

2.2 Meja diagnostik

Pengertian tegangan kerja adalah beban yang diterima oleh tiap satuan luas penampang. Tegangan yang terjadi pada benda bermacam-macam sesuai dengan sifat beban yang bekerja pada benda tersebut. Simbol dari tegangan kerja Γ .



Gambar 2 : Posisi tegangan kerja pada meja diagnostik

2.3 Kerangka Meja bagian Atas

Perancangan kerangka dititik beratkan pada perhitungan kekuatan kerangka menahan beban yang didukung. Karena kerangka dibuat dari profil bentuk "C". Maka perhitungan tegangan tekan yang timbul pada kerangka (F) tidak boleh melebihi tegangan tekan yang diijinkan ^[6].

Agar plat besi tidak terjadi tekukan adalah ^[7]:

$$\Gamma_t \geq \frac{P}{F} \dots\dots\dots (4)$$

Γ_t = tegangan tekuk yang diijinkan.

E = tebal batang

P = tekanan pada penampang.

F = penampang tekan

Kelangsingan bahan $\lambda = \frac{(\ell)}{i}$

i = jari-jari kelembanan

I = moment enertia penampang segiempat

$$= \frac{b \times h^2}{I \times 2} \dots\dots\dots (5)$$

2.4 Moment Bengkok yang timbul.

Penampang kerangka meja yang terbuat dari profil bentuk "C" mempunyai ketebelan tertentu, maka luas penampang bahan yang menahan moment bengkok (mb) adalah tebal profil (h) dikalikan lebar permukaan profil (b). Untuk menentukan ukuran tebal profil pada pembebanan bengkok adalah ^[4]:

$$w_b \geq \frac{mb}{\Gamma b} \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

W_b = tahanan bengkok

Γb = tegangan bengkok yang diijinkan

Untuk penampang segi empat

$$w_b = 1/6 \times b \times h^3 \dots\dots(7)$$

Grid dibuatkan *frame* dari plat aluminium dan pada empat sisinya dipasang bantalan gelinding kecil dengan diameter 15 mm. Beban *grid* beserta kerangkanya tidak berat, bantalan gelinding tidak diperhitungkan kekuatannya dan

Permukaan meja diagnostik dirancang dan dibuat dari dua bahan yaitu *plywood* sebagai pusatnya permukaan dan profil besi dari ST 37 . Perancangan dilakukan pada beban bengkok,

3. TATA KERJA

Bahan dan Alat yang digunakan :

Bahan :

- besi "C" dan besi siku sebagai rangka meja
- besi siku kecil ukuran (3x3) cm sebagai kerangka Bucky
- tempat film terbuat dari plat alumunium
- bantalan gelinding untuk roda penggerak tempat film dan grid.
- paku rivet

Alat yang dipakai dalam penelitian adalah

- Mesin las
- Motor dc
- Timer
- Gergaji potong
- Mesin perkakas
- Mesin bor

4. PELAKSANAAN

1. Mempersiapkan bahan dan peralatan yang akan digunakan.
2. Pemotongan besi dan plat alumunium
3. Pengelasan besi sebagai meja maupun Bucky
4. Pembubutan besi pejal sebagai as roda
5. Pembentukan plat alumunium untuk tempat film
6. Pembuatan transmisi motor dc
7. Pemasangan motor dc pada Bucky
8. Merangkai meja dan Bucky
9. Pengujian putaran motor

5. PROSEDUR PERANCANGAN

5.1 Perancangan Meja Diagnostik

Permukaan meja diagnostik direncanakan dari kayu lapis *plywood* dengan ketebelan tertentu, maka luas penampang yang menahan moment bengkok (m_b) adalah tebal *plywood* (s) dikalikan lebar kayu yang diperhitungkan (b). Persamaan yang digunakan [5]. Untuk menentukan ukuran tebal bahan pada pembebanan bengkok adalah :

$$w_b = \frac{m_b}{\Gamma_b}$$

Untuk penampang bahan bentuk empat persegi panjang maka moment tahanan bengkok.

$$w_b = 1/6 \times b \times h^2$$

$$\begin{aligned} m_b &= f \cdot l \\ &= 150 \times 1000 \\ &= 150000 \text{ kg/mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} w_b &= 1/6 \times b \times h^2 \\ b &= 2000 \text{ mm} \end{aligned}$$

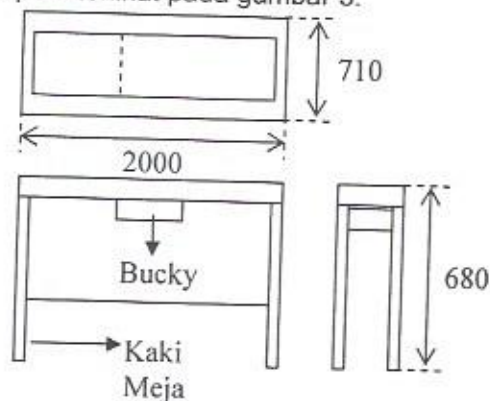
$$\begin{aligned} w_b &= 1/6 \times 2000 \times h^2 \\ \Gamma_b &= \frac{150}{200 \times 35} \\ &= \frac{150}{70.000} \\ &= \frac{0,000214 \text{ kg/mm}^2}{5} \end{aligned}$$

$$h = 10 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} w_b &= 1/6 \times 2000 \times 100 \\ &= \frac{2000000}{6} = 33333,3 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\Gamma_b = \frac{150000}{3333,3} = 45.00045 \text{ kg/mm}^2$$

Bagian kerangka meja dibuat dari besi bentuk "C", hal ini dengan tujuan untuk pergerakan roda yang menyangga Bucky. Bucky dirancang untuk dapat digerakan kekiri atau kekanan menyesuaikan dengan posisi tabung sinar-X diatasnya. Untuk bagian kaki meja dibuat dari besi siku agar kuat dan kokoh menahan beban. Ukuran meja dibuat panjang 2000 mm, lebar 710 mm dan tinggi 680 mm. Konstruksi meja seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 3 : Konstruksi Meja Diagnostik

5.2 Kerangka Meja Diagnostik.

Kerangka meja terbuat dari besi profil bentuk "C". Bahan dari besi BJ 37. perancangan kerangka dititik beratkan pada perhitungan kekuatan kerangka menahan beban yang didukung. Beban yang direncanakan adalah sebesar 150 kg. Maka tebal profil besi yang menahan beban perlu diperhitungkan sbb :

Tegangan tarik yang diizinkan BJ 37 adalah

$$\Gamma_t = \frac{\Gamma_{pt}}{v}$$

Menurut Moch. Raffei, 1977. BJ 37 mempunyai tegangan putus tarik (tpt) sebesar 3700 kg/cm².

$$\begin{aligned} \Gamma_t &= \frac{3700}{5} \\ &= 740 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 7.40 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_b &= p \times l \\ &= 150 \times 1000 \\ &= 150000 \text{ kgmm} \end{aligned}$$

$$w_b = 1/6 \times b \times h^2$$

$$\begin{aligned} w_b &= \frac{m_b}{\Gamma_b} \\ &= \frac{150000}{7,40} = 20274.27 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$w_b = 1/6 \times 2000 \text{ mm}^2 \times h^2$$

$$\begin{aligned} h &= \sqrt{\frac{20270.27 \times 6}{2000}} \\ &= 24.65 \text{ mm} \end{aligned}$$

5.3. Serapan Permukaan Meja

dalam rancangan permukaan meja menggunakan bahan plywood dengan ketebalan 10 mm. Maka pengaruh serapan terhadap sinar-X sangat kecil. Ini disebabkan atom kayu sebagian besar terdiri dari hidrogen (H) dan carbon (C).

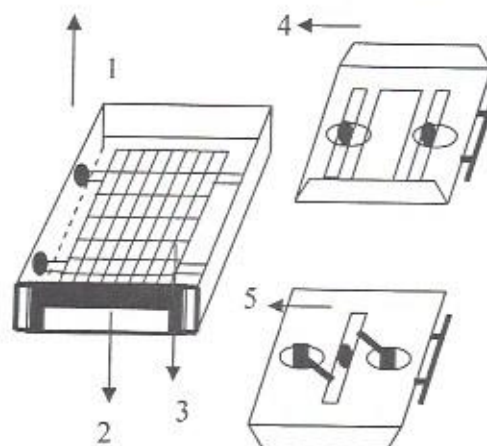
Kedua senyawa tersebut mempunyai serapan terhadap sinar-X sangat kecil sehingga koefisien serapan liniernya kecil. Penahan radiasi yang diperlukan tergantung pada jenis radiasi tetapi tidak tergantung aktivitas dan laju dosis sumber yang digunakan [8].

5.4 Perancangan Bucky

Bucky terbuat dari plat Alumunium tebal 2mm berbentuk segi empat dengan panjang 630 mm dan lebar 480 mm dengan tinggi 100 mm. Di dalam *Bucky* terdapat tempat film dan *grid*. Ukuran tempat film panjang 360 mm x 430 mm terbuat dari plat alumunium.

Grid adalah filter yang terbuat dari bahan lembaran timbal tipis yang telah dikemas berbentuk empat persegi panjang dengan panjang 400 mm x 300 mm, *Grid ratio* 5 : 1, dan *Grid lines* 34 lines / cm. Posisi *Grid* terletak diatas film dan bersama sama cassette film akan bergerak maju mundur yang digerakan oleh motor. *Bucky* dapat digerakan secara manual sepanjang meja diagnostik menyesuaikan dengan posisi tabung. Pada operasi *Bucky* posisi pasien tidur diatas meja diagnostik, sedangkan film berada di bawah meja ditempatkan di dalam *Bucky* bersama sama dengan *grid*.

Gambar *Bucky* dan tempat film seperti terlihat pada Gambar 2, dimana didalam *Bucky* terdapat *grid* dan tempat film, posisi *grid* diatas *cassette* film.



Gambar 4 : *Bucky* dan tempat film
Keterangan Gambar :

1. *Bucky*
2. Pintu masuk tempat film
3. *Grid*, beratnya + bingkainya : 0,25 kg
4. Tempat film bagian atas
5. Tempat film bagian bawah

5.4 Motor Penggerak *Grid*

Grid dapat moving digerakan dengan menggunakan motor dimana kecepatannya dapat diatur sesuai yang dikehendaki. Waktu gerakan motor juga dapat diatur menggunakan timer, sehingga jumlah gerakan *grid* persatuan waktu dapat ditentukan

Pengendalian motor dilakukan dari panel kontrol. Pada panel kontrol terdapat tombol pemilih yaitu operasi Radiographi dan *Bucky*. Saat tombol berada pada posisi *Bucky* maka pada waktu tombol exposure (tombol pencitraan) ditekan maka motor penggerak cassette film dan *grid* akan ikut bergerak. Gerakan *grid* berupa gerakan maju mundur diharapkan dapat cepat dan berjumlah minimal 12 kali per detik. Hal ini diharapkan dapat mengeliminasi spektrum radiasi yang tidak terpakai. Motor penggerak *grid* menggunakan motor dc 12 Volt, Daya motor 24 Watt, kecepatan motor dapat diatur dengan resistor variabel untuk mengatur tegangan input ke motor. Lama operasi motor diatur dengan menggunakan pewaktu (*timer*). Daya motor tidak diperhitungkan dengan teliti karena beban *grid* dan bingkainya cukup ringan.

6. HASIL DAN PEMBAHASAN

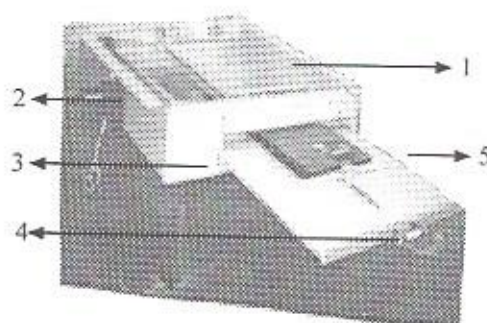
Meja diagnostik berfungsi untuk pencitraan pasien dengan posisi tidur, dimana film ditempatkan didalam *Bucky* terletak dibawah meja. *Bucky* dapat digerakkan sepanjang meja mengikuti posisi tabung sinar-X yang berada diatas pasien. Posisi *grid* berada didalam *Bucky* terletak di atas cassette film.

Tabel 1. Pengujian gerak Moving *Grid*

No	Tegangan (volt)	Waktu (detik)	Jumlah Gerak
1	9.5	1	15
2	10	1	17
3	10.5	1	18

4	11	1	20
5	12	1	30

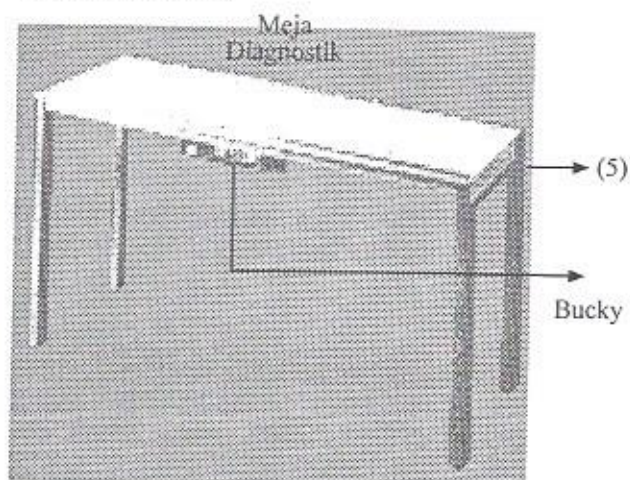
Hasil rancangan dan pembuatan *Bucky* seperti terlihat pada gambar 5.



Gambar 5 : Hasil rancangan *Bucky* dan tempat film

keterangan gambar :

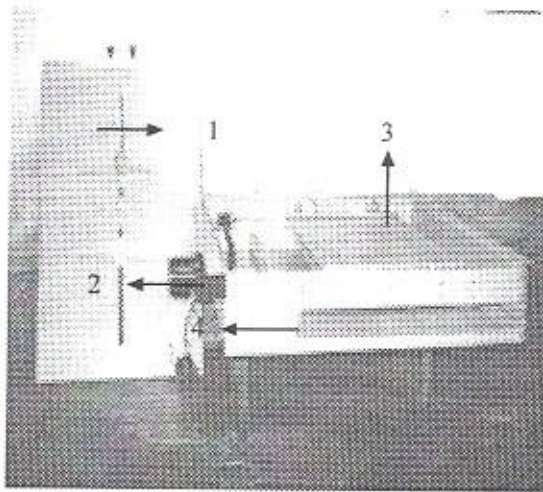
1. *Grid*
2. Motor dc 12 Volt
3. *Bucky*
4. Tempat film
5. *Cassette stand*



Gambar 6 : Konstruksi meja diagnostik

Konstruksi *Bucky* seperti terlihat pada Gambar 6 yang terdiri dari :

1. Tempat film yang terbuat dari plat Aluminium dengan ukuran 36 cm x 46 cm, didalam *Bucky* terletak dibawah *grid*
2. Motor penggerak *grid* untuk moving
3. *Grid* beserta bingkainya.



Gambar 7 : Konstruksi Bucky

Spesifikasi Bucky :

1. Dimensi Bucky : panjang 630 mm, lebar 480 mm dan tinggi 100 mm
2. Grid ratio 5 : 1, garis grid 34 line / cm, dimensi (30 x 40) cm.
3. Motor penggerak : motor dc 12 volt, dilengkapi timer.

Spesifikasi Meja :

1. Rangka meja ukuran (2000 x 710 x 680) mm
2. Kaki meja terbuat dari besi siku (70 mm x 70 mm x 3 mm)
3. Tinggi meja 680 mm
4. Pelapis meja bagian atas menggunakan fiberglass atau akrilik

7. KESIMPULAN

Penggerak *grid* untuk moving menggunakan motor dan timer dapat lebih fleksibel karena dapat diatur kecepatan dan waktunya. Untuk itu diharapkan perfilteran radiasi dapat berjalan dengan baik.

Daya motor tidak diperhitungkan karena beban yang digerakkan cukup ringan.

8. DAFTAR PUSTAKA

- [1] FRANK.D. PETRUZELLA, 1986. Elektronika Industri, Jogjakarta
- [2] RALPH J SMITH, 1992 Rangkaian Piranti dan Sistem, Jakarta

- [3] RK. JAIN, 1980. Machine Design, Khanna Publishers
- [4] SULARSO, 1987. Elemen Mesin, Jakarta
- [5] SUTRISNO, U. 1983. Bagian-bagian mesin dan merencanakan sasis edisi2, Jakarta
- [6] DARYANTO, 1994. Mekanika bangunan, edisi 1, Jakarta
- [7] Raffei, M. 1978. "Bagian-bagian mesin, edisi 1. Departemen P&K,
- [8] Buku kerja batan, 2002