

**DESAIN DAN PEMBUATAN PENDUKUNG MEKANIK  
PADA PROTOTYPE PERANGKAT SISTEM PENCITRAAN PETI KEMAS  
DENGAN TEKNIK SINAR GAMMA**

**Nur Khasan, Sapta Teguh P.  
Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir – BATAN**

**ABSTRAK**

**DESAIN DAN PEMBUATAN PENDUKUNG MEKANIK PADA PROTOTYPE PERANGKAT SISTEM PENCITRAAN PETI KEMAS DENGAN TEKNIK SINAR GAMMA.** *Desain dan pembuatan pendukung mekanik pada prototipe perangkat pencitraan peti kemas dengan teknik serapan sinar gamma telah dilakukan sebagai kelengkapan fasilitas perangkat mekanik untuk uji coba line scan camera dan sumber radioaktif yang tersedia. Desain dan pembuatan ini dilakukan dengan memperhatikan bentuk fisik, dimensi dan beban berat dari line scan camera maupun kontainer dari beberapa sumber radioaktif yang diuji coba. Pendukung mekanik yang dibuat terdiri dari beberapa rangka dudukan, yaitu dudukan untuk line scan camera, dudukan tambahan untuk sumber titik Cs-137, untuk sumber batang Cs-137 dan penyangga untuk sumber titik radiasi tinggi Co-60. Pendukung mekanik ini mempermudah dan membantu pekerjaan pada saat beberapa uji coba pengambilan data citra dengan line scan camera terkait setiap sumber radioaktif yang digunakan. Adapun bahan-bahan pokok yang digunakan adalah besi siku 70x70x5 mm, elektroda las, mur dan baut SS 12 mm serta cat besi. Dari desain dan pembuatan ini dihasilkan 4 unit pendukung mekanik berupa rangka-rangka dudukan yang bisa digunakan sesuai keperluan.*

*Kata kunci : Pendukung mekanik, Pencitraan, Peti kemas, Sinar gamma*

**ABSTRACT**

**THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF MECHANICAL SUPPORT ON CONTAINER IMAGING EQUIPMENT PROTOTYPE USING GAMMA RAYS TECHNIQUE.** *The Design and construction of mechanical support on container imaging equipment prototype using gamma rays technique has been done. This is to complete the mechanical device facility for testing of the line scan camera and radioactive sources. The design and construction were carried out by paying attention to the physical shape, dimensions and weight load of the line scan camera and a few containers of radioactive sources being tested. Construction of mechanical supports consist of a support for line scan camera, an extra support for a point source of Cs-137, a support for a rod source of Cs-137 and a support for a high radiation point source of Co-60. These mechanical supports are making easier and assisting the work at some experiments of image data capture with line scan camera related to each radioactive source. The material used are 70x70x5 mm angle steel, welding electrode, 12 mm SS nuts, and bolts and also metal paint. The result of the construction are 4 of mechanical supports form of holder that can be used as needed.*

*Key words: Mechcanical support, Imaging, Container, Gamma rays*

**1. PENDAHULUAN**

Sejak awal tahun 2010 telah dilakukan kegiatan perekayasaan perangkat sistem pencitraan peti kemas dengan teknik serapan sinar gamma. Kegiatan yang dilakukan telah menghasilkan satu unit prorotipe perangkat sistem pencitraan peti kemas dengan teknik serapan sinar gamma yang terdiri dari beberapa sub sistem perangkat antara lain mekanik, elektrik, instrumentasi dan kontrol serta perangkat lunak akuisisi data. Sub sistem perangkat mekanik mempunyai peran penting sebagai pendukung berfungsinya sistem prototipe secara keseluruhan karena menjadi tumpuan dasar kerja dari kinerja sub sistem-sistem yang lain.

Dalam lingkup penggunaan perangkat mekanik terdapat kegiatan penggunaan *line scan camera* sinar X yang diuji coba untuk menangkap data citra dengan beberapa sumber radioaktif sinar gamma yang tersedia. Sehubungan dengan hal tersebut maka diperlukan beberapa tambahan pendukung mekanik (*mechanical support*) dalam penggunaan *line scan camera* sinar X berupa rangka-rangka antara lain :

1. Dudukan untuk *line scan camera* yang baru
2. Tambahan dudukan untuk sumber titik 500 mCi Cs-137
3. Dudukan untuk sumber batang 1 Ci Cs-137
4. Dudukan untuk sumber titik radiasi tinggi 1300 Ci Co-60

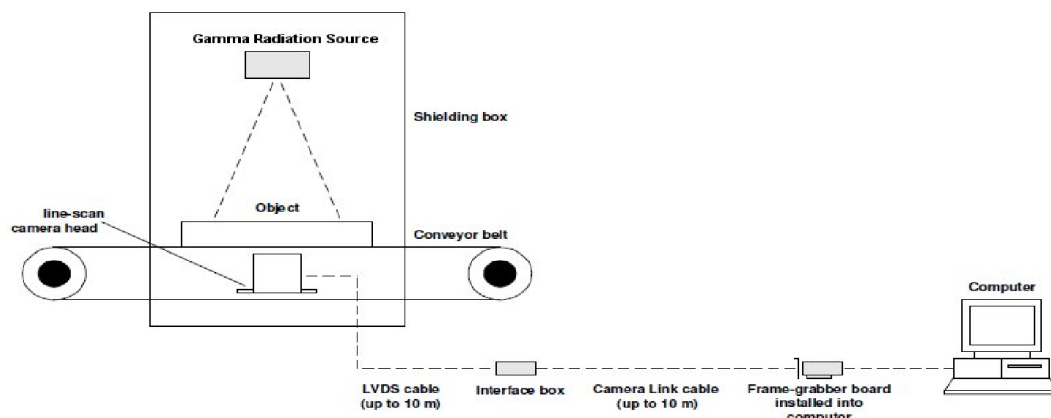
Pendukung mekanik tersebut di atas tentunya akan mempermudah dan membantu dalam keseluruhan pekerjaan terkait berlanjutnya kegiatan perekayasaan perangkat sistem pencitraan peti kemas dengan teknik serapan sinar gamma dengan tetap mengutamakan aspek keselamatan. Makalah ini membahas mengenai desain dan pembuatan pendukung mekanik sebagai penyempurna terhadap sub sistem perangkat mekanik.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1. Pencitraan Peti Kemas Dengan Teknik Serapan Sinar Gamma<sup>[2]</sup>

Pencitraan peti kemas dengan teknik serapan sinar gamma adalah suatu teknik pencitraan atau pemindaian suatu obyek di dalam kontainer berbahan logam dengan penembakan sinar gamma menembus dinding kontainer dan terdapat presentase sinar yang terserap obyek di dalam kontainer kemudian dicacah oleh detektor sinar gamma. Sinar gamma yang terserap dan tercacah untuk selanjutnya secara elektronik diubah menjadi pulsa-pulsa elektronik analog. Pulsa analog tersebut kemudian diubah menjadi pulsa-pulsa digital untuk dapat diolah oleh komputer agar dapat ditampilkan berupa bayangan gambar (*image*) di layar monitor.

Secara teori pencitraan peti kemas dengan teknik serapan sinar gamma dapat digambarkan dalam suatu sistem pencitraan yang terintegrasi secara menyeluruh terhadap komponen dan perangkat yang digunakan. Secara umum gambaran dari sistem pencitraan serapan sinar gamma dapat dilihat pada gambar bagan seperti Gambar 1 di bawah ini.



Gambar 1<sup>[1]</sup>. Bagan Sistem Pencitraan Dengan Teknik Sinar Gamma.

### 2.2. Beban Gaya Berat<sup>[2]</sup>.

Dalam fisika, berat dari suatu benda adalah gaya yang disebabkan oleh gravitasi berkaitan dengan massa benda tersebut. Massa benda adalah tetap di mana-mana, namun berat sebuah benda akan berubah-ubah sesuai dengan besarnya percepatan gravitasi di tempat tersebut.

Berat dihitung dengan mengalikan massa sebuah benda dengan percepatan gravitasi di mana benda tersebut berada. Rumus untuk berat dalam SI (Sistem International):

$$W = m.g$$

dimana  $g$  adalah percepatan gravitasi ( $9,8 \text{ m/s}^2$ ),  $m$  adalah massa benda dan  $W$  adalah berat benda. Satuan SI (Sistem International) untuk berat adalah Newton (N).

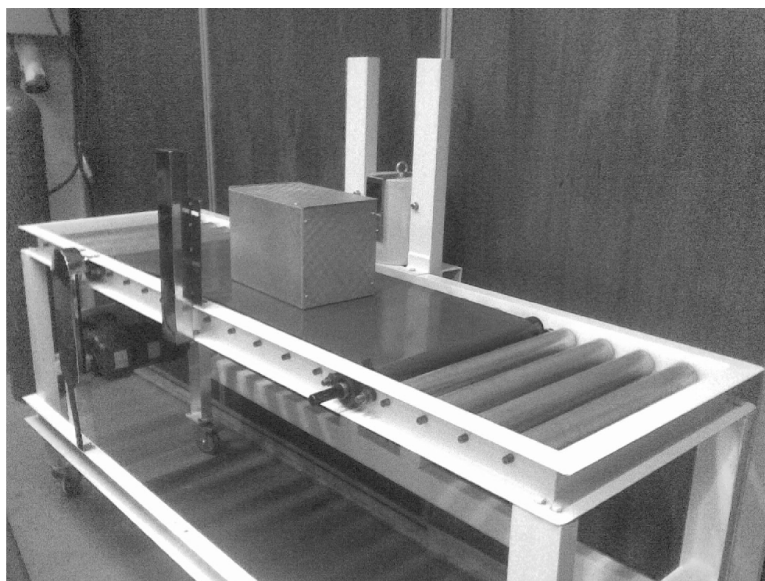
Dalam penggunaan istilah secara modern, berat dan massa secara mendasar adalah dua kuantitas yang berbeda dimana massa adalah suatu sifat intrinsik dari materi, sedangkan berat adalah suatu gaya yang merupakan hasil aksi gravitasi pada materi.

### **2.3. Kekuatan Besi Profil L**

Konstruksi dengan profil L mempunyai kekuatan tarik untuk bahan baja 34 atau besi 310 (BJ34 atau Fe310)<sup>[3]</sup> sebesar  $1400 \text{ kg/cm}^2$ . Luas penampang (besi profil L) dihitung dengan perhitungan : [(lebar siku x tebal siku) + ((lebar siku – tebal siku) x tebal siku)]. Kekuatan menahan massa dapat dihitung dengan perkalian kekuatan tarik dengan luas penampang dan kekuatan terhadap tegangan geser dapat diasumsikan setengah dari kekuatan menahan massa.

## **3. TATA KERJA**

Dengan mengacu terhadap prototipe yang telah dihasilkan seperti ditunjukkan pada Gambar 2. maka proses desain dan pembuatan pendukung mekanik dilakukan dengan beberapa tahapan kerja di bawah ini.



Gambar 2<sup>[4]</sup>. Prototipe Perangkat Sistem Pencitraan Peti Kemas Serapan Sinar Gamma

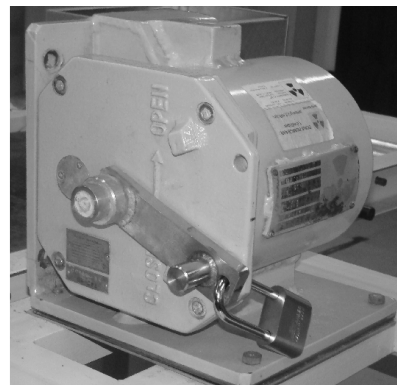
### **3.1. Pendataan Massa, Bentuk Dan Dimensi Fisik**

Pendataan massa atau beban berat dan dimensi fisik dilakukan terhadap komponen atau perangkat mekanik yang akan dibuatkan dudukannya. Pendataan ini dilakukan terhadap *line scan camera* dengan tipe XMH8804/4M-204, kolimator sumber titik 500 mCi Cs-137, kolimator sumber batang 1 Ci Cs-137 dan kolimator sumber titik radiasi tinggi 1300 Ci Co-60. Data yang diperoleh digunakan sebagai acuan dalam pembuatan sketsa awal dan desain rinci sampai dengan fabrikasi pembuatan di bengkel kerja. Adapun data-data dari semua komponen/perangkat tersebut adalah sebagai berikut :

1. *Line scan camera* dengan tipe XMH8804/4M-204 mempunyai massa 90 kg sehingga gaya beratnya sebesar 882 N ( $90 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$ ) berbentuk balok berdiri dengan dimensi panjang 734 mm x lebar 200 mm x tinggi 178,5 mm seperti terlihat pada Gambar 3.a.
2. Kolimator sumber titik 500 mCi Cs-137 mempunyai massa 60 kg sehingga gaya beratnya sebesar 588 N ( $60 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$ ) berbentuk balok kubus dengan dimensi 260 mm x 250 mm x 225 mm seperti terlihat pada Gambar 3.b.
3. Kolimator sumber batang 1 Ci Cs-137 mempunyai massa 100 kg sehingga gaya beratnya sebesar 980 N ( $100 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$ ) berbentuk tabung berdiri dengan dimensi diameter 100 mm x tinggi 1600 mm seperti terlihat pada Gambar 3.c.
4. Kolimator sumber titik radiasi tinggi 1300 Ci Co-60 mempunyai massa 1000 kg sehingga gaya beratnya sebesar 9800 N ( $1000 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$ ) berbentuk balok kubus dengan dimensi 400 mm x 400 mm x 385 mm seperti terlihat pada Gambar 3.d.



Gambar 3.a. *Line Scan Camera*



Gambar 3.b. Kolimator Sumber Cs-137



Gambar 3.c. Kolimator Sumber Batang Cs-137



Gambar 3.d. Kolimator Sumber Co-60

### **3.2. Pembuatan Sketsa Awal**

Pembuatan sketsa awal dilakukan berdasarkan data komponen/perangkat yang dibuatkan rangka dudukan sebagai acuan. Sketsa-sketsa yang dibuat berupa gambar perkiraan konstruksi dalam sketsa isometrik yang belum terdapat nilai-nilai ukuran dimensi seperti terlihat pada Gambar 4.a, 4.b, 4.c dan 4.d.

### **3.3. Pembuatan Desain Rinci**

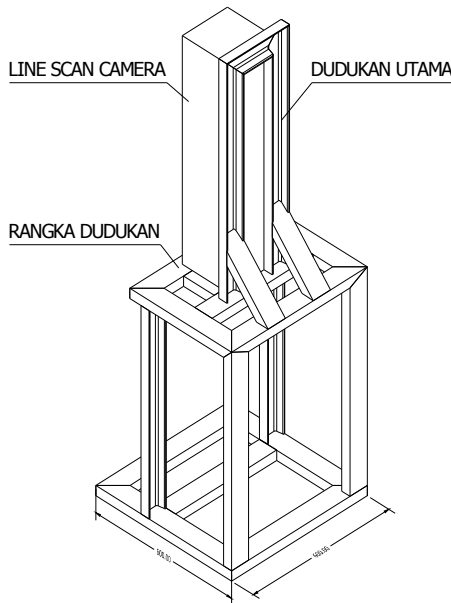
Pembuatan desain rinci dilakukan dengan mengacu kepada sketsa awal yang telah dibuat. Pekerjaan ini menggunakan aplikasi komputer untuk gambar teknik berupa program AutoCAD. Dari pekerjaan ini dihasilkan gambar rinci lengkap dengan ukuran teknis, bagian-bagian konstruksi dan bahan kerja yang siap difabrikasikan seperti terlihat pada Lampiran 1. Bahan kerja utama yang dipilih berdasarkan bahan yang tersedia

adalah berupa besi siku 70x70x5 mm sebagai rangka utama dengan pertimbangan dapat menahan beban-beban gaya berat yang telah dihitung dari massa dikalikan gaya gravitasi bumi terhadap komponen/perangkat yang dibuatkan pendukung mekaniknya. Adapun perhitungan desain sederhana dari struktur konstruksi berdasarkan kekuatan tarik untuk baja 34 atau besi 310 (BJ34 atau Fe310) sebesar 1400kg/cm<sup>2</sup> adalah sebagai berikut :

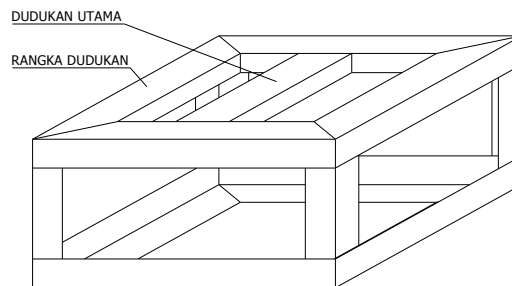
Besi siku 70x70x5 atau 7cm x 7cm x 0,5cm maka :

- luas penampang = (7cm x 0,5cm) + (6,5cm x 0,5cm) = 6,75cm<sup>2</sup>
- setiap 1 batang mampu menahan massa sebesar 1400kg/cm<sup>2</sup> x 6,75cm<sup>2</sup> = 9.450kg
- terhadap tegangan geser diasumsikan mampu setengahnya = 4.725kg

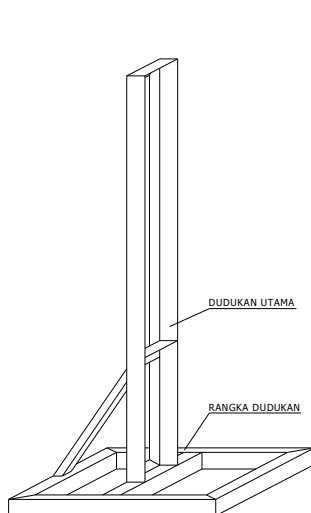
Secara umum semua konstruksi mampu menahan beban massa yang ditopang (kamera 90kg, sumber batang 100kg dan sumber titik Co-60 1000kg). Adapun bahan-bahan kerja lainnya adalah elektroda las, mur dan baut SS 12 mm serta cat besi.



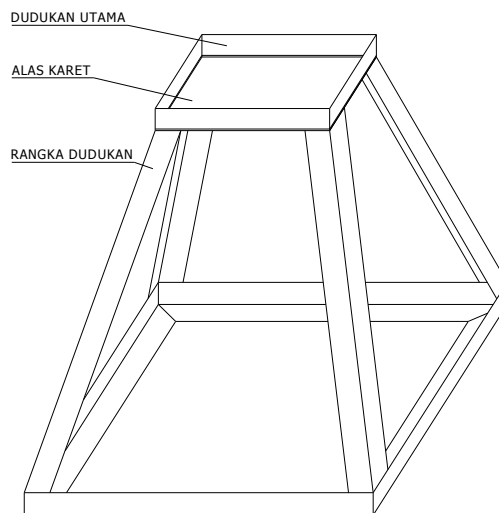
Gambar 4.a. Sketsa Awal Dudukan Dudukan *Line Scan Camera*



Gambar 4.b. Sketsa Awal Tambahan Sumber Cs-137



Gambar 4.c. Sketsa Awal Dudukan Sumber Batang Cs-137



Gambar 4.b. Sketsa Awal Dudukan Sumber Co-60

### 3.4. Fabrikasi Perangkat Komponen Pendukung

Berdasarkan gambar rinci yang telah dibuat maka dapat dilakukan fabrikasi atau pembuatan kerangka dudukan untuk keperluan pendukung mekanik. Fabrikasi dilakukan oleh teknisi di bengkel kerja PRPN-BATAN.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan pendukung mekanik untuk keperluan dalam penggunaan *line scan camera* sinar X yang diuji coba untuk menangkap data citra dengan beberapa sumber radioaktif sinar gamma telah dilakukan dengan melalui tahapan-tahapan tertentu. Tahap pertama adalah pendataan massa atau beban berat dan dimensi fisik terhadap komponen atau perangkat mekanik yang akan dibuatkan mekanik dudukan. Komponen atau perangkat mekanik tersebut adalah *line scan camera* tipe XMH8804/4M-204 dengan massa 90 kg maka dengan rumus gaya berat  $W = m \times g$  didapatkan beban berat sebesar 882 N, kolimator sumber titik 500 mCi Cs-137 dengan massa 60 kg maka beban beratnya 558 N, kolimator sumber batang 1 Ci Cs-137 dengan massa 100 kg maka beban beratnya 980 N dan kolimator sumber titik radiasi tinggi 1300 Ci Co-60 dengan massa 1000 kg maka beban beratnya 9800 N.

Tahap kedua adalah pembuatan sketsa awal. Pembuatan sketsa awal dilakukan secara manual dengan memperhatikan ukuran/bentuk fisik dari semua komponen atau perangkat mekanik tersebut. Adapun hasil sketsa dapat dilihat pada Gambar 4.a, 4.b, 4.c, dan 4.d; yaitu berupa gambar sketsa isometrik sebagai dasar perkiraan konstruksi dan bahan. Setelah kelengkapan data mekanis seperti ukuran/dimensi, beban berat setiap komponen, dan bahan konstruksi terpenuhi maka gambar sketsa awal siap dibuat menjadi gambar rinci pada tahap berikutnya.

Tahap ke tiga adalah membuat gambar rinci dengan menggunakan program aplikasi gambar teknik AutoCAD. Pembuatan gambar rinci dilakukan dengan memasukkan data-data bentuk dari sketsa, ukuran detail, bahan kerja utama yang telah diperhitungkan kekuatan konstruksinya secara sederhana mampu menahan setiap beban yang ditopang dan lambang proses konstruksi yang didominasi dengan pengelasan. Gambar rinci yang dihasilkan dapat dilihat pada Lampiran 1. Semua gambar rinci tersebut merupakan gambar konstruksi rangka dudukan dari masing-masing komponen/perangkat mekanik yang dikerjakan atau dibuat dengan proses pengelasan. Adapun sedikit penjelasan dari gambar-gambar konstruksi tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Gambar 5.a adalah konstruksi rangka dudukan *line scan camera* yang dibuat dengan bahan besi profil UNP80 dan besi siku 70 untuk beban 90 kg dan dimungkinkan terdapat pengaruh momen guling (dianalisis dalam makalah lain) dari beban kamera baru yang terpasang.
  - b. Gambar 5.b adalah konstruksi rangka tambahan dudukan sumber Cs-137 yang dibuat dengan bahan besi profil UNP80 untuk beban 60 kg dan sudah disesuaikan dalam penambahan ketinggian posisi kolimator sumber sebesar 232 mm sehingga tepat terhadap posisi titik tengah kamera baru yang terpasang.
  - c. Gambar 5.c adalah konstruksi rangka dudukan sumber batang Cs-137 yang dibuat dengan bahan besi siku 70 untuk beban 100 kg dan dimungkinkan terdapat pengaruh momen guling (dianalisis dalam makalah lain) dari beban kolimator sumber yang terpasang.
  - d. Gambar 5.d adalah konstruksi rangka dudukan sumber Co-60 yang dibuat dengan bahan besi siku 70 untuk beban diam 1000 kg dan dilengkapi alas karet.
- Setelah diperiksa dan disetujui oleh penanggung jawab kegiatan maka gambar rinci dikirimkan ke unit fabrikasi bengkel PRPN untuk dikerjakan pada tahap selanjutnya.

Tahap terakhir yang dilakukan adalah pekerjaan fabrikasi atau pembuatan di bengkel berdasarkan gambar rinci oleh teknisi yang ada. Pekerjaan dimulai dari tahap penyiapan bahan kerja yang tersedia, pemotongan bahan sesuai ukuran, perakitan

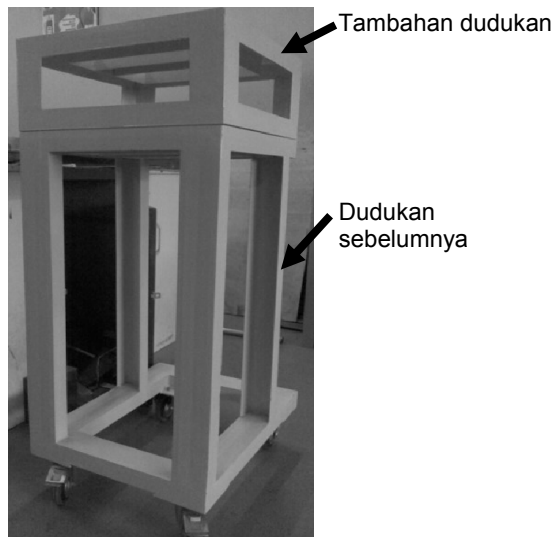
dengan cara pengelasan, penggerindaan dan yang terakhir adalah pengecatan. Seluruh tahap pekerjaan fabrikasi dilakukan dengan cermat dan hati-hati sehingga dihasilkan konstruksi rangka dudukan sebagai pendukung mekanik sesuai yang diinginkan.

Adapun lubang-lubang untuk baut pengikat pada kerangka dudukan dibuat ketika akan dilakukan pemasangan komponen/perangkat mekanik. Hal ini memenuhi instruksi dari penanggung jawab kegiatan karena lebih disesuaikan atau ditepatkan langsung dengan lubang-lubang baut dari masing-masing komponen/perangkat mekanik. Pembuatan lubang-lubang baut pengikat dilakukan dengan teliti dan cermat yaitu langsung dilakukan pengeboran pada posisi yang telah ditentukan dengan marker dan diameter lubang sesuai masing-masing baut pengikatnya

Hasil akhir pembuatan ini adalah berupa 4 unit kerangka dudukan sebagai pendukung mekanik dari prototipe perangkat sistem pencitraan peti kemas dengan teknik serapan sinar gamma. Pendukung mekanik yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar-gambar foto di bawah ini yaitu Gambar 6.a kerangka dudukan line scan camera, Gambar 6.b tambahan dudukan kolimator sumber Cs-137, Gambar 6.c kerangka dudukan kolimator sumber batang Cs-137, dan Gambar 6.d kerangka dudukan kolimator sumber Co-60.



Gambar 6.a. Kerangka Dudukan  
*Line Scan Camera*



Gambar 6.b. Tambahan Dudukan  
Sumber Cs-137



Gambar 6.c. Kerangka Dudukan  
Sumber Batang Cs-137



Gambar 6.d. Kerangka Dudukan  
Sumber Co-60

Adapun setelah dilakukan pemasangan terhadap semua komponen/perangkat mekanik yang dibuatkan mekanik pendukungnya adalah seperti terlihat pada Gambar 7 berupa foto-foto dimana paling kiri adalah dudukan kamera baru dan tambahan dudukan sumber titik Cs-137, yang tengah terlihat dudukan sumber batang dan yang paling kanan dudukan sumber titik Co-60. Sebagai catatan bahwa terhadap kerangka dudukan untuk kolimator sumber Co-60 diperlukan tambahan komponen/konstruksi untuk pengaman dan tambahan penyangga *lead brick* (bata Pb untuk perisai radiasi). Hal ini dapat dilakukan paralel pada saat pemasangan.



Gambar 7. Foto-foto Setelah Pemasangan Pendukung Mekanik

## **5. KESIMPULAN**

Desain dan pembuatan pendukung mekanik pada prototipe perangkat sistem pencitraan peti kemas dengan teknik serapan sinar gamma telah dilakukan dengan mengacu terhadap tahapan-tahapan kerja yang dibuat yaitu pendataan komponen/perangkat, sketsa awal, desain rinci, dan fabrikasi. Setelah dilakukan pekerjaan ini, maka dihasilkan 4 unit kerangka dudukan pendukung mekanik.

## **6. UCAPAN TERIMA KASIH**

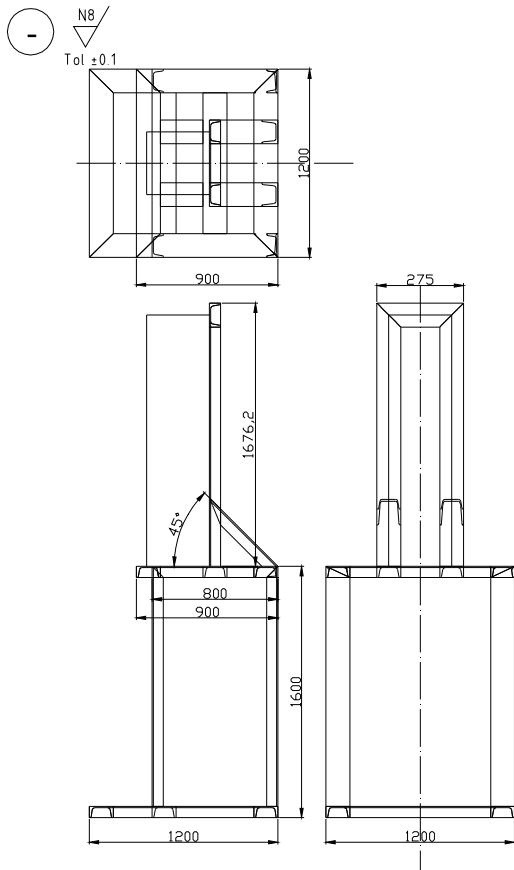
Penulis sangat berterima kasih kepada Bapak Alvano Yulian sebagai penanggung jawab kegiatan, Bapak Edy Purwanta atas ide/masukan desain, Bapak Ahmad Haerudin sebagai koordinator pelaksana fabrikasi dan konstruksi serta semua anggota tim kegiatan Portal Monitor, atas bantuan ide, saran dan kerja samanya dalam kegiatan ini.

## **7. DAFTAR PUSTAKA**

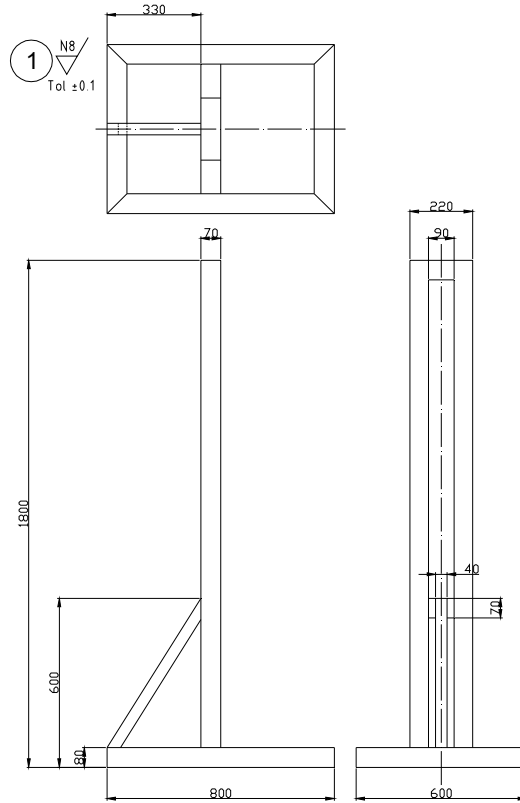
- [1]. Yulian Alvano, *Desain Rinci Perekayasa Sistem Pencitraan Peti Kemas Dengan Teknik Serapan Sinar Gamma*, Dokumen Jaminan Mutu Revisi 1, No. DR-SM10-1.0.0.01.00-R, PRPN-BATAN, 2011.
- [2]. Anonymous, *Berat*, available <http://id.wikipedia.org/wiki/Berat>, tanggal akses 18 Oktober 2013.
- [3]. Anonymous, available [kk.mercubuana.ac.id/elearning/files\\_modul/11019-1-863835877378.doc](http://kk.mercubuana.ac.id/elearning/files_modul/11019-1-863835877378.doc), tanggal akses 26 Maret 2014.
- [4]. Handono Khaerul dkk, *Rancang Bangun Sistem Kendali Konveyor Pada Protipe Monitor Peti Kemas Dengan Teknik Serapan Sinar Gamma*, Prosiding Seminar Nasional PTAPB-BATAN, Yogyakarta, 27 Juli 2011.



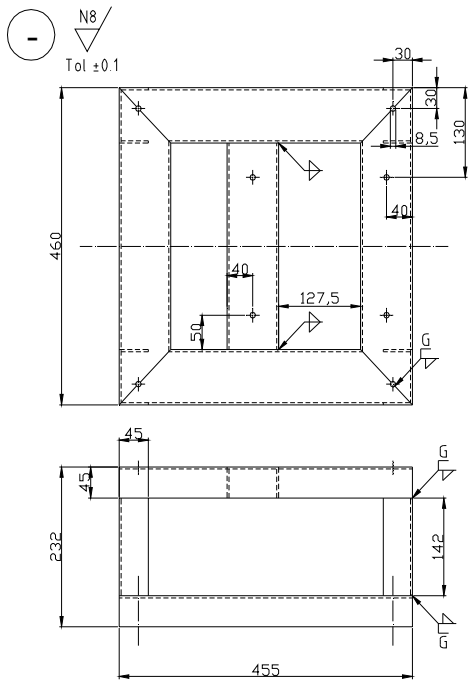
**Lampiran 1. Gambar Rinci Mekanik Pendukung**



**Gambar 5.a. Gambar Rinci Dudukan Line Scan Camera**

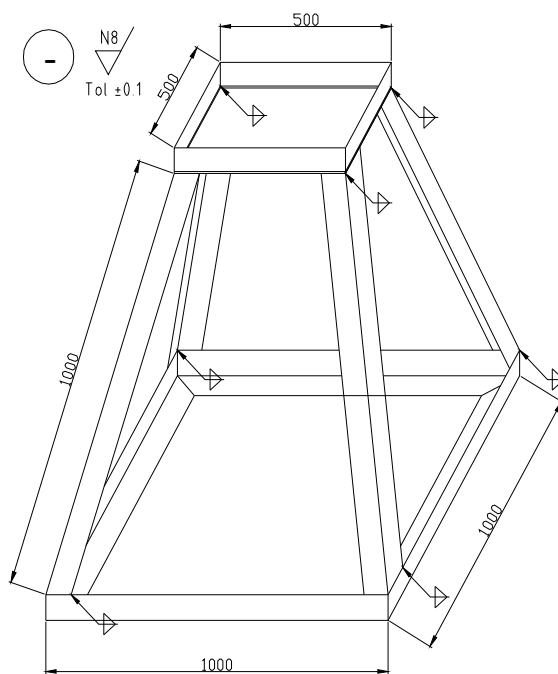


**5.c. Gambar Rinci Dudukan Sumber Batang**



G : digerinda rata

**Gambar 5.b. Gambar Rinci Tambahan Dudukan Sumber Cs-137**



**Gambar 5.d. Gambar Rinci Dudukan Sumber Co-60**