

DESAIN DAN PEMBUATAN PERANGKAT MEKANIK PADA PORTAL MONITOR RADIASI NON SPEKTROSKOPI

Nur Khasan, Tri Harjanto
Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir – BATAN,
Kawasan Puspiptek Gedung 71 Lantai 2, Serpong, 15310

ABSTRAK

DESAIN DAN PEMBUATAN PERANGKAT MEKANIK PADA PORTAL MONITOR RADIASI NON SPEKTROSKOPI. Desain dan pembuatan perangkat mekanik pada portal monitor radiasi non spektroskopi telah dilakukan untuk kelengkapan bagian penting dari seluruh perangkat prototipe dalam skala percobaan. Desain dan pembuatan ini dilakukan dengan memperhatikan kebutuhan perangkat mekanik terkait komponen dan instrumen yang akan dipasang. Kebutuhan perangkat mekanik antara lain adalah dudukan detektor sebagai komponen utama dan kotak panel untuk penempatan instrumen baik elektrik maupun elektronik. Terhadap detektor yang diperhatikan adalah bentuk fisik, dimensi, beban berat, danantisipasi faktor gangguan terhadapnya. Dengan perangkat mekanik ini maka semua perangkat portal monitor radiasi ini dapat terintegrasi dengan baik sehingga dapat dioperasikan untuk skala percobaan. Adapun bahan-bahan mekanik utama yang digunakan dalam desain ini antara lain plat besi 3 mm, plat Ss 2 mm, dan plat aluminium 3 mm. Dari desain dan pembuatan ini dihasilkan 3 unit utama perangkat mekanik berupa rumah detektor, wadah detektor dan kotak panel instrumen yang terintegrasi pada dudukan pondasi dengan baut pengikat 14 mm.

Kata kunci : Perangkat mekanik, Portal monitor radiasi, Non spektroskopi

ABSTRACT

A DESIGN AND CONSTRUCTION OF MECHANICAL DEVICES ON A NON SPECTROSCOPY RADIATION PORTAL MONITOR. A Design and construction of mechanical devices on a non spectroscopy radiation portal monitor has been done to support the main device of all prototype devices in experiment scale. The design and construction has been carried out by considering to the requirement of mechanical device related components and instruments to be installed. The required mechanical devices are the container of detector as the main component, box panel for placement of both electric and electronic instruments. For the detector the attention should be on its physical shapes, dimensions, heavy loads and the anticipation of interferences factor. By this mechanical device this container can be well integrated and operated in experiment scale. The main materials used in the this design are 3 mm steel plate, 2 mm Ss plate and 3 mm in aluminium plate. The results of this design and construction are 3 mechanical devices namely the housing detector, the detector container and the instrument panel box which is in integrated with based foundation by bolt fastener of 14 mm.

Key words: Mechanical device, Radiation portal monitor, Non spectroscopy

1. PENDAHULUAN

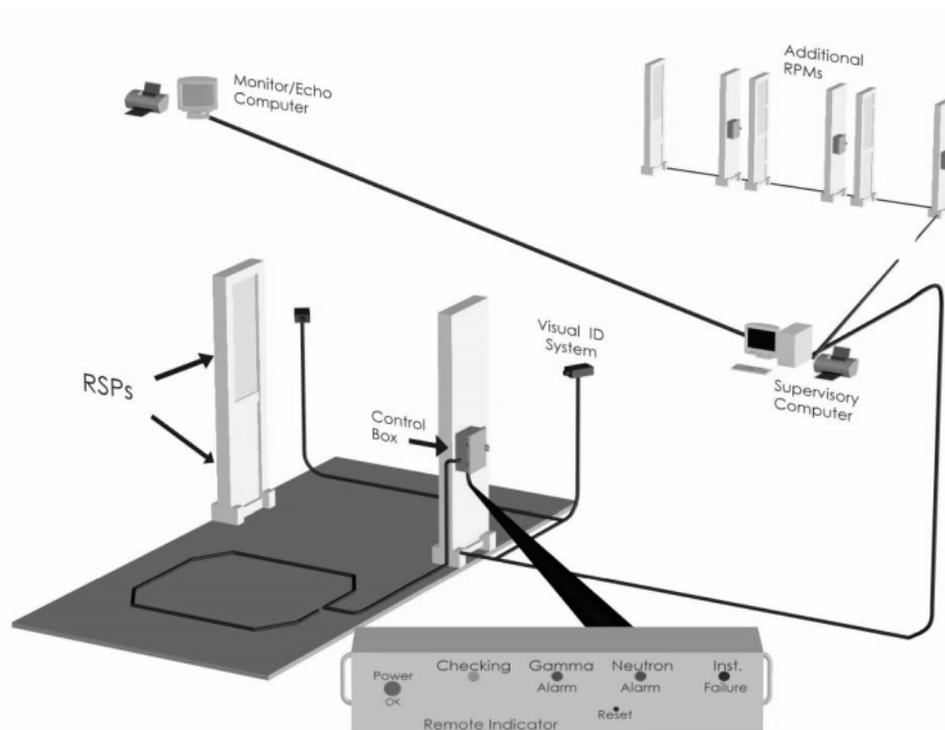
Telah dilakukan kegiatan perekayasaan perangkat portal monitor radiasi non spektroskopi (PMR15). Kegiatan yang dilakukan akan menghasilkan 1 set unit prototipe perangkat sistem portal monitor radiasi yang terdiri dari beberapa sub perangkat antara lain mekanik, elektrik, instrumentasi dan kontrol serta perangkat lunak akuisisi data seperti terlihat pada Gambar 1. Keberadaan sub perangkat mekanik menjadi penting karena sebagai pendukung utama dari beroperasinya sistem prototipe secara keseluruhan dan menjadi tumpuan dasar kerja maupun kinerja sistem-sistem yang lain.

Dalam lingkup perangkat mekanik dibutuhkan rumah atau *casing* untuk komponen utama berupa detektor. Rumah atau casing ini juga sekaligus untuk

penempatan/instalasi seluruh instrumen baik elektrik maupun elektronik. Sehubungan dengan hal tersebut maka diperlukan beberapa perangkat mekanik dengan kebutuhan utama berupa :

1. rumah detektor
2. wadah detektor
3. kotak panel instrumen

Perangkat-perangkat mekanik tersebut di atas akan digunakan dalam integrasi dan instalasi seluruh instrumen perangkat portal monitor radiasi non spektroskopi. Di dalam makalah ini dibahas mengenai desain dan pembuatan perangkat mekanik sesuai kebutuhan yang selanjutnya disebut sebagai sub perangkat mekanik PMR15.



Gambar 1. Skema Diagram Desain Konseptual PMR15^[1].

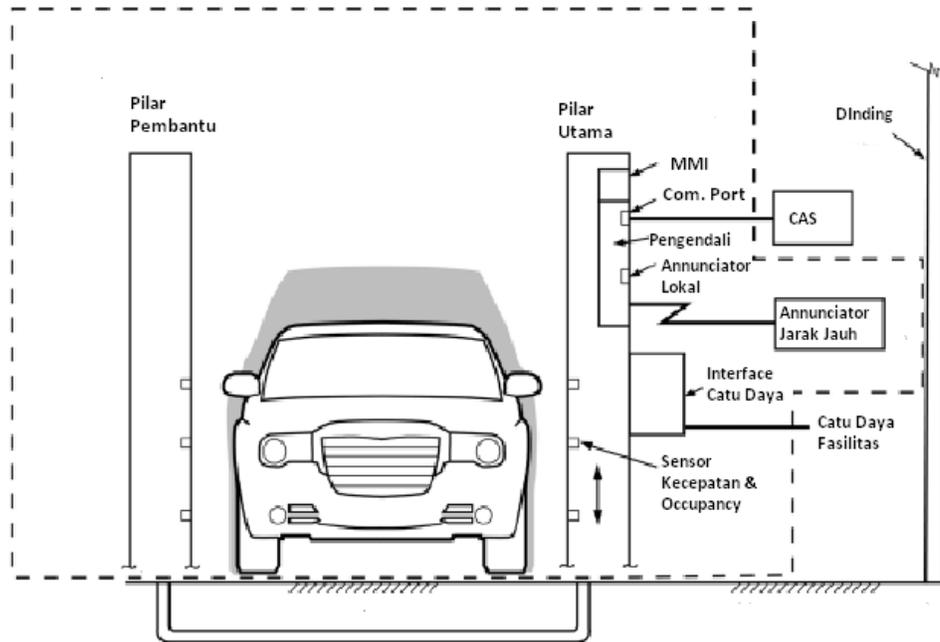
2. LANDASAN TEORI

2.1. Portal Monitor Radiasi

Portal Monitor Radiasi (PMR) merupakan monitor jenis berlalu (*pass-through*) yang biasanya terdiri atas dua pilar yang menggunakan detektor radiasi gamma dan detektor neutron, dan dipantau dari suatu panel tampilan (*display*). Perangkat PMR ini dapat memberikan kemampuan alarm untuk menunjukkan keberadaan bahan nuklir atau sumber radioaktif yang memiliki intensitas radiasi di atas ambang yang telah ditetapkan. PMR digunakan untuk personel, kendaraan, peti kemas dan kargo lainnya^[2].

Pada Portal Montor Radiasi (PMR) digunakan detektor gamma jenis plastik PVT. Dengan detektor PVT maka hanya dapat dideteksi ada tidaknya radiasi gamma (*gross*

counting) tetapi tidak dapat dibedakan energi sinar gamma dan unsur radionuklida yang memancarkan sinar gamma. Gambar 2 menunjukkan skema sistem PMR.



Gambar 2. Skema Desain Konseptual PMR^[2].

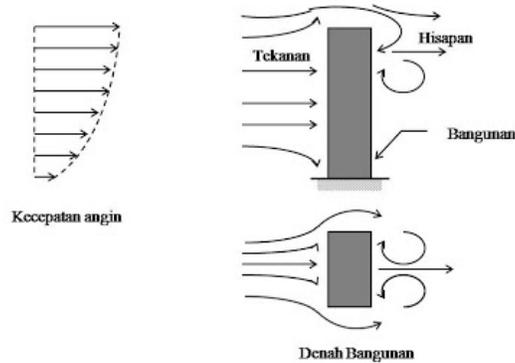
2.2. Pilar.

Pilar seperti terlihat pada gambar 2 adalah merupakan sub-unit utama dari PMR yang di dalamnya terpasang unit detektor dan didukung elektronik. PMR ini memiliki dua pilar yaitu pilar utama dan pilar pembantu. Komponen pilar utama meliputi *controller* (pengendali) PMR, *interface* catu daya, *interface* komunikasi ke stasiun alarm sentral (*central alarm station*), *man-machine interface*, dan *port* komunikasi. Pilar pembantu hanya berhubungan dengan pilar utama. Pilar ini juga dilengkapi dengan *sensor occupancy* dan kecepatan^[2].

2.3. Pengaruh Tiupan Angin.

Setiap konstruksi yang secara fisik dengan posisi berdiri maka terdapat kecepatan angin yang mungkin mengakibatkan tekanan tiup besar. Tekanan tiup angin (p) dengan kecepatan V dapat ditentukan seperti gambar 3 dengan rumus empiris:

$$p = V^2/16 \text{ (kg/m}^2\text{)} \dots\dots\dots(1)^{[3]}$$



Gambar 3. Skema Tiupan Angin^[3].

3. TATA KERJA

Kegiatan dilakukan dalam beberapa tahap yaitu pendataan instrumen, persyaratan desain, desain awal, desain rinci dan fabrikasi/pembuatan.

3.1. Pendataan Beban, Bentuk Dan Dimensi Fisik Instrumen

Pendataan beban, bentuk dan dimensi fisik dilakukan terhadap semua instrumen terkait, diantaranya berupa instrumen mekanik, instrumen elektrik dan instrumen elektronik. Data yang diperoleh akan digunakan sebagai acuan dalam tahapan berikutnya. Semua instrumen tersebut akan dibuatkan perangkat mekaniknya dalam keperluan integrasi dan instalasi.

3.2. Persyaratan Desain

Persyaratan desain dari perangkat mekanik PMR15 adalah :

1. kinerja dengan rentang temperatur eksternal tertentu 0°C hingga +40°C.
2. wadah penutup untuk rangkaian di luar gedung (*out-door*) standar NEMA-4 (tahan debu, limpasan air dan kelembaban) atau cukup memenuhi klasifikasi IP53.
3. teknik pemasangan PMR15 harus dirancang untuk mencegah vibrasi/goncangan normal yang mengganggu operasi sistem deteksi^[4].



Gambar 4. Detektor Plastik PVT.

3.3. Pembuatan Desain Awal

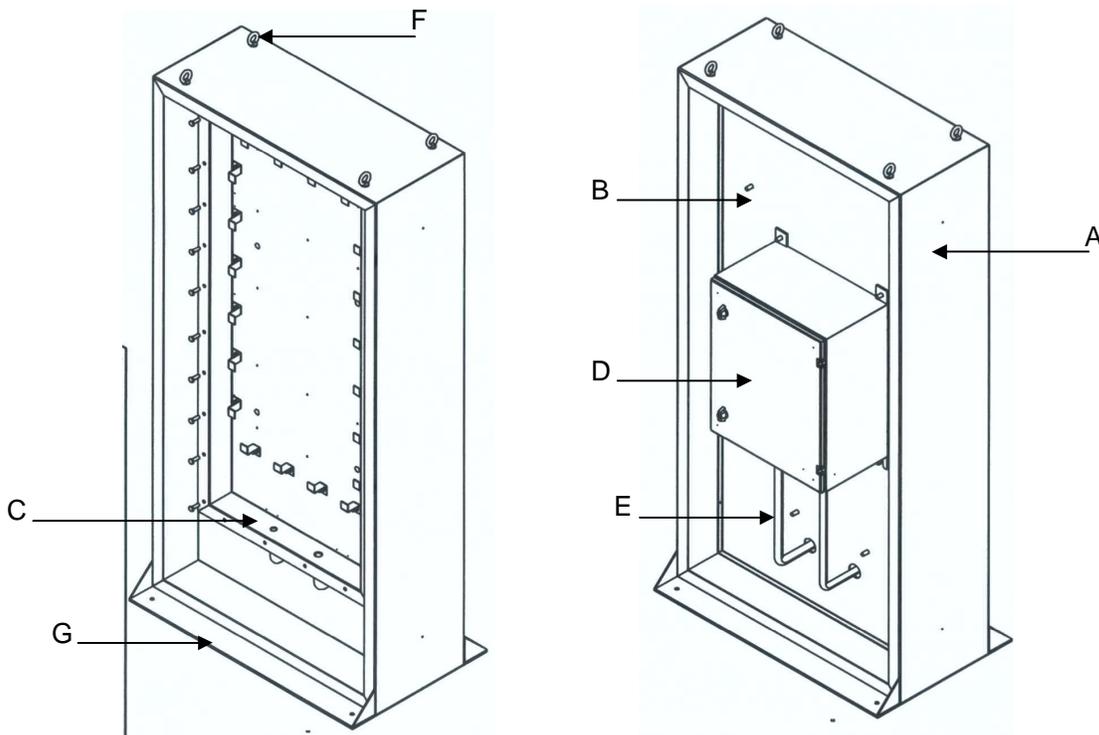
Pembuatan desain awal digambarkan dalam sketsa awal untuk konfigurasi seperti terlihat pada gambar 5. Pembuatan sketsa dilakukan berdasarkan data komponen/instrumen yang dibuatkan perangkat mekanik. Desain awal ini akan digunakan untuk acuan dalam membuat gambar detail berupa gambar rinci.

3.4. Pembuatan Desain Rinci

Pembuatan desain rinci dilakukan dengan mengacu kepada desain awal yang telah dibuat. Gambar rinci yang dihasilkan berupa gambar teknik rinci yang lengkap dengan ukuran teknis, bagian-bagian konstruksi dan bahan kerja yang siap difabrikasikan seperti terlihat pada Gambar 6^[5]. Bahan kerja utama yang dipilih adalah berupa plat besi 3 mm sebagai bahan *casing* rumah, plat Ss 2 mm untuk bahan wadah detektor, plat aluminium 3 mm untuk bahan penutup wadah detektor dan plat besi 1,5 mm untuk kotak panel instrumen.

3.5. Fabrikasi/Pembuatan Perangkat Mekanik

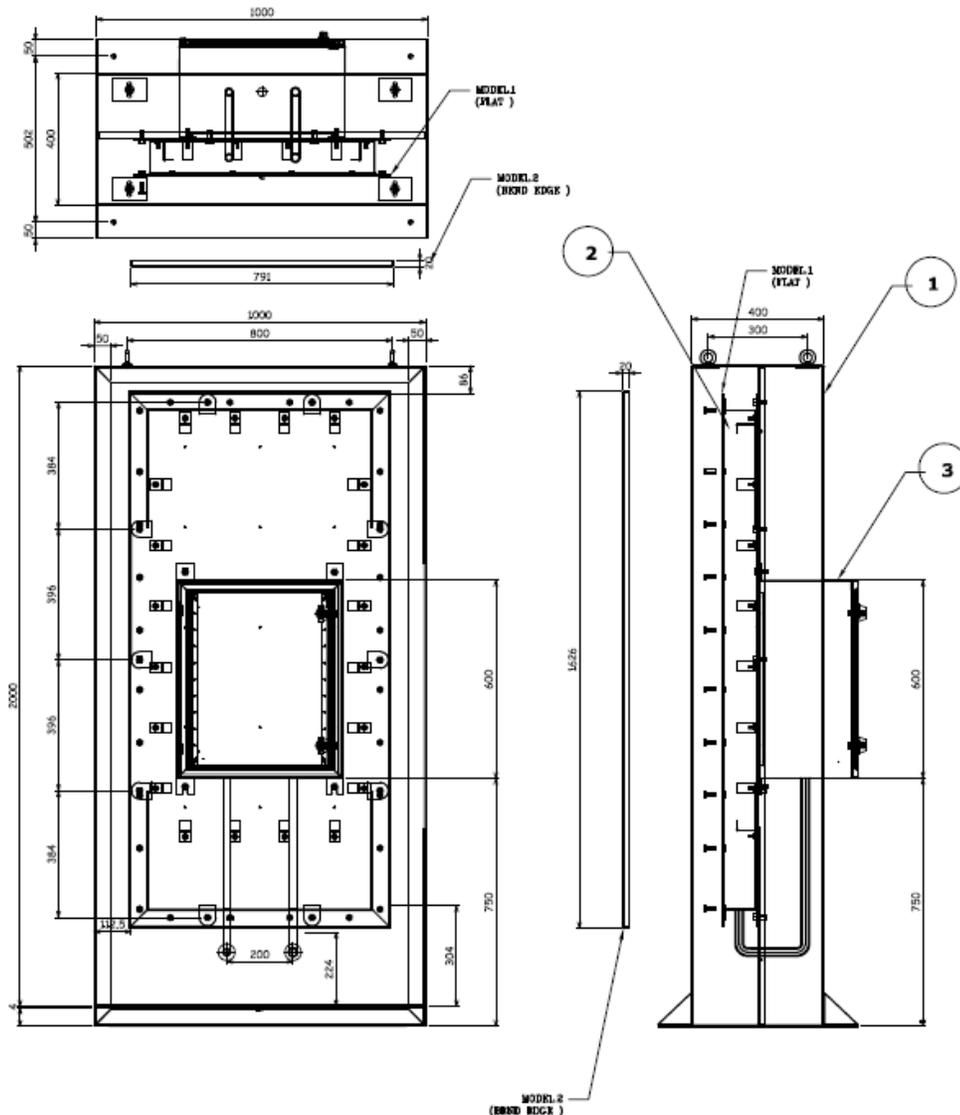
Berdasarkan gambar rinci yang telah dibuat maka dapat dilakukan fabrikasi atau pembuatan konstruksi mekanik sesuai keperluan kebutuhan perangkat mekanik. Untuk rumah detektor dibuatkan 2 unit, wadah detektor juga dibuatkan 2 unit dan demikian pula untuk kotak panel instrumen juga dibuatkan 2 buah. Hal ini dikarenakan dalam rangka dipenuhinya kebutuhan perangkat mekanik dalam perekrayaan portal monitor radiasi non spektroskopi PMR15 yang terdapat 2 unit pilar. Pilar tersebut adalah 1 unit pilar utama dan 1 unit pilar pendukung seperti terlihat pada skema desain konsep PMR. Fabrikasi dilakukan oleh pihak luar yang dianggap berkompeten dalam pekerjaan pembuatan mekanik untuk tercapainya kualitas dan kepresisian hasilnya.



Gambar 5. Konfigurasi Perangkat Mekanik PMR15.

Keterangan konfigurasi perangkat mekanik PMR15 adalah sebagai berikut :

- A. casing rumah detektor.
- B. plat dukungan utama.
- C. wadah detektor.
- D. kotak panel instrumen.
- E. pipa kabel.
- F. handle standar/pemegang rumah detektor.
- G. sepatu dukungan rumah detektor.



Gambar 6. Gambar Rinci Perangkat Mekanik PMR15.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan perangkat mekanik sesuai kebutuhan pada perekayasaan portal monitor non spektroskopi PMR15 telah dilakukan dengan tata kerja melalui tahapan-

tahapan tertentu. Adapun yang pertama adalah dilakukannya pendataan terhadap semua instrumen untuk diketahui antara lain beban, bentuk dan dimensi fisik sebagai informasi teknis dalam desain perangkat mekanik sesuai permintaan dan persyaratan desain PMR15. Instrumen-instrumen yang terkait dalam desain perangkat mekanik antara lain instrumen/komponen mekanik, instrumen elektrik dan instrumen elektronik dari instrumentasi kendali. Pendataan lebih prioritas dilakukan terhadap instrumen atau komponen utama dari perangkat PMR15 berupa detektor jenis PVT. Dari pendataan yang dilakukan maka didapatkan data informasi teknis dari sebagai berikut :

1. detektor gamma sintilasi jenis plastik PVT mempunyai beban sekitar 40 kg dan bentuk persegi panjang berdiri dengan dimensi tinggi 1000 mm x lebar 500 mm x tebal 50 mm seperti terlihat pada Gambar 4.
2. modul elektrik catu daya berupa trafo listrik beserta rangkainnya yang berdimensi tidak terlalu besar hanya dipertimbangkan posisi penempatannya saja pada saat integrasi.
3. modul-modul elektronik yang akan langsung dirangkai/dipasang di dalam kotak panel instrumen.

Selanjutnya juga didapatkan data persyaratan desain bahwa terkait detektor di mana disyaratkan untuk kinerja pada rentang suhu luar 0°C sampai dengan +40°C. Selain itu juga disyaratkan wadah atau penutup untuk rangkaian di luar gedung (*outdoor*) standar NEMA-4 atau memenuhi klasifikasi IP53 dan juga disyaratkan dirancang untuk mencegah vibrasi/goncangan normal yang mengganggu operasi sistem deteksi. Semua data berupa informasi teknis tersebut digunakan untuk keperluan proses pekerjaan desain awal sampai dengan desain rinci.

Tahapan berikutnya adalah pembuatan desain awal. Pembuatan desain awal dilakukan dengan dibuatkannya sketsa konfigurasi dari semua perangkat mekanik yang dibutuhkan untuk dibuat dalam PMR15. Dalam pembuatan sketsa diperhatikan dimensi dan bentuk fisik serta persyaratan desain terkait semua komponen/instrumen PMR15. Adapun hasil sketsa konfigurasi dapat dilihat pada Gambar 5 di atas yaitu berupa gambar sketsa isometrik sebagai dasar acuan perkiraan konstruksi dan bahan. Kemudian disertai kelengkapan data mekanis seperti ukuran/dimensi, beban berat setiap komponen, dan bahan konstruksi maka desain awal gambar sketsa konfigurasi siap dibuat menjadi gambar rinci pada tahap berikutnya.

Tahapan yang berikutnya lagi adalah pembuatan gambar rinci dengan menggunakan program aplikasi gambar teknik. Pembuatan gambar rinci dilakukan dengan memasukkan data-data bentuk dari sketsa konfigurasi, ukuran detail, bahan kerja dan proses pengerjaan. Gambar rinci dibuat dari bentuk general drawing/gambar rinci umum sampai dengan gambar detail masing-masing unit bagian. Gambar rinci umum dapat dilihat pada Gambar 6 yang mewakili gambar rinci semua bagian. Dimensi atau ukuran sudah dipertimbangkan keseimbangan dan kekokohan konstruksi dengan bahan utama plat besi 3 mm. Wadah detektor dibuat dari bahan Ss 2 mm dengan pertimbangan terpenuhinya kekokohan konstruksi dan anti karat. Dimensi-dimensi pada desain wadah detektor tersebut disesuaikan dengan dimensi dari detektor PVT yang akan dipasang di dalamnya. Bahan konstruksi kotak panel terbuat dari bahan plat besi 1,5 mm dan telah disesuaikan dengan kebutuhan penempatan dari semua modul-modul dari instrumen elektrik maupun elektronik. Semua gambar rinci merupakan gambar konstruksi yang siap digunakan dalam tahap pekerjaan fabrikasi/pembuatan setelah diperiksa dan disetujui oleh penanggung jawab kegiatan.

Tahap terakhir yang dilakukan adalah pekerjaan fabrikasi atau pembuatan di bengkel kerja pihak luar berdasarkan gambar rinci yang telah ditetapkan. Pembuatan perangkat mekanik diserahkan kepada pihak luar yang dianggap mampu untuk mendapatkan hasil yang presisi sesuai persyaratan desain.

Hasil akhir pembuatan ini adalah 2 set konstruksi mekanik yang masing-masing berupa 3 unit perangkat mekanik dari PMR15 berupa rumah detektor, wadah detektor dan kotak panel instrumen. Perangkat mekanik yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 7 yang merupakan foto perangkat mekanik PMR15 setelah dilakukan integrasi semua bagian mekanik yang telah dibuat.

Sampai dengan saat tulisan ini dibuat telah selesai dilakukannya instalasi ataupun integrasi perangkat PMR15 terutama dalam lingkup perangkat mekanik seperti ditunjukkan pada foto di bawah ini. Pekerjaan perekayasaan perangkat portal monitor radiasi non spektroskopi masih diselesaikan sampai dengan tahap instalasi, integrasi maupun pengujian secara lengkap di lapangan.



Gambar 7. Integrasi Perangkat Mekanik PMR15.

Sistem mekanik Portal monitor ini dipasang di tempat terbuka/di lapangan, sehingga kemungkinan beban yang besar adalah karena akibat tiupan angin. Tekanan tiupan angin rata-rata untuk daerah seperti Serpong, diambil minimum 25 kg/m^2 . Sedangkan untuk wilayah pantai sampai sejauh 5 km dari pantai^[3], diambil minimum 40 kg/m^2 . Jika diperkirakan kecepatan angin (V) ekstrim pada wilayah tersebut dimisalkan 200 km/jam maka beban total tiupan angin (W) terhadap luasan (A) pilar PMR15 dihitung sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Beban total } W &= A \times p \\ &= 1 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times [V^2/16 \text{ (kg/m}^2\text{)}] \\ &= 2 \times 200^2/16 = 5000 \text{ kg} = 5 \text{ ton} \end{aligned}$$

Berdasarkan beban total tiupan angin maka diameter (d) baut pengikat dengan kekuatan tarik atau geser (σ) standar 37 kg/mm² yang harus mampu menahan beban tiupan angin 5 ton dihitung sebagai berikut :

$$\frac{1}{4} \times 3,14 \times d^2 \times 37 \text{ kg/mm}^2 = 5000 \text{ kg}$$

$$d^2 = \frac{5000 \text{ kg}}{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 37 \text{ kg/mm}^2}$$

$$d^2 = 172,15 \text{ mm}^2$$

$$d = \sqrt{172,15 \text{ mm}^2}$$

$$d = 13,12 \text{ mm,}$$

Diameter baut sesuai hasil perhitungan minimal 13,12 mm sehingga diambil diameter baut 14 mm.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Desain dan pembuatan perangkat mekanik perkerjasama perangkat portal monitor radiasi non spektroskopi (PMR15) telah dilakukan dengan beberapa tahapan-tahapan kerja yang dibuat. Setelah dilakukan pekerjaan ini, maka dihasilkan 3 unit perangkat mekanik berupa rumah detektor, wadah detektor dan kotak panel instrumen ditambah fasilitas pelindung kabel berupa pipa kabel yang terpasang sesuai kebutuhan dan persyaratan desain PMR15. Pemilihan diameter baut pemegang sistem mekanik yang dipasang pada pondasi minimal mempunyai ukuran 14 mm.

5.2. Saran

Kiranya diperlukan tinjauan teknis perhitungan desain untuk lebih menyempurnakan perangkat mekanik dalam skala produksi sebenarnya. Hal ini dapat dilakukan lebih lanjut dan dapat dibuat dalam makalah berikutnya.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sangat berterima kasih kepada Bapak Joko Triyanto sebagai penanggung jawab kegiatan, yang telah memberikan kesempatan keikutsertaan dalam kegiatan perkerjasama PMR15 dan atas bantuan ide, saran serta kerja samanya dalam kegiatan ini.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Triyanto Joko, 2015, *Desain Dasar Perencanaan Portal Monitor Radiasi Non Spektroskopi*, DS-PMR15.0.0.0.01.00, PRFN-BATAN.
- [2]. Triyanto Joko, 2015, *Program Manual Perencanaan Portal Monitor Radiasi Non Spektroskopi*, PM-01-WP0-WBS0-RPN-2015-03, PRFN-BATAN.
- [3]. <http://ceruleananvas.blogspot.co.id/2011/04/pengaruh-angin-pada-bangunan.html>, dibuka tanggal 1 Agustus 2106
- [4]. Triyanto Joko, 2015, *Persyaratan Desain Perencanaan Portal Monitor Radiasi Non Spektroskopi*, DM-PMR15.0.0.0.01.00, PRFN-BATAN.
- [5]. Khasan Nur, 2015, *Technical Note Perencanaan Portal Monitor Radiasi Non Spektroskopi*, TN-08-WP1-WBS0-RFN-2015-02, PRFN-BATAN.