

## RANCANGAN MEKANIK DAN SISTEM PENGGERAK ALAT PERAGA KESELAMATAN RADIASI NUKLIR

Tukiman, Mairing.MP, Kukuh Prayogo, Krismawan  
Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir – BATAN

### ABSTRAK

**RANCANGAN MEKANIK DAN SISTEM PENGGERAK ALAT PERAGA KESELAMATAN RADIASI NUKLIR.** Telah dilakukan rancangan mekanik dan sistem penggerak alat peraga keselamatan radiasi nuklir. Sistem mekanik dari peralatan ini terdiri dari : Kerangka, dudukan sumber, kolimator dan tempat perisai. Sistem penggerak berupa poros ulir dan batang engkol (handel) yang dapat diputar searah jarum jam ataupun berlawanan dengan jarum jam. Poros ulir dirancang untuk dapat dikopel dengan sistem penggerak konvensional ataupun penggerak yang dikendalikan dengan sistem control yang dapat digerakkan maju mundur menjauhi dan mendekati sumber dan detector. Mempunyai jarak kebebasan 1000 mm dari sumber ke detector serta dilengkapi dengan skala jarak dalam mm. Tempat perisai dapat diatur ketebalannya sesuai dengan jenis perisai yang digunakan untuk percobaan. Dari rancangan mekanik dan sistem penggerak ini, diharapkan peralatan dapat dipakai untuk percobaan sistem proteksi dan keselamatan radiasi nuklir yaitu : Faktor jarak, waktu dan pelindung/shielding.

*Kata kunci : sistem mekanik, penggerak, proteksi radiasi*

### ABSTRACT

**A MECHANICAL PLAN AND ACTIVATOR SYSTEM TOOL FOR NUCLEAR RADIATION SAFETY BOOSTER.** Its has been done a mechanical plan and nuclear radiation safety booster tool activator system. The mechanical system consists of : frame, source holder, collimator and shielding holder . The activator system axis threads and crank stick handle that can be rotated either clockwise or counter clockwise. The axis thread is to be designed can be coupled with either conventional activator system or activator that controlled a control system that by can be set forward and backward, or close and far to the source and detector. This system has freedom variable of 1000 mm between source and detector equipped with distance scale in mm. The shielding holder can be set its thickness as according to the shielding to be used. This design it is expected that the system can be used for any experiment related to protection system and safety as a function of distance factor time, and shielding.

*keyword: mechanical systems, activator, radiation protection*

### 1. PENDAHULUAN

Proteksi dan keselamatan radiasi merupakan bagian terpenting yang harus diketahui dalam setiap kegiatan yang menggunakan zat radioaktif, baik yang berupa sumber radioaktif tertutup ataupun radioaktif terbuka. Dalam setiap pemakaian sumber radiasi, masalah keselamatan harus diutamakan karena menyangkut keselamatan manusia dan lingkungan. Dalam pemakaiannya, penggunaan zat radioaktif harus lebih banyak manfaatnya dari pada resiko

yang mungkin ditimbulkannya.

Untuk dapat mengetahui permasalahan proteksi radiasi dengan baik, maka terlebih dahulu mengerti dan memahami interaksi radiasi dengan materi, melalui penjelasan interaksi radiasi dengan materi, maka akan diketahui apa yang terjadi apabila radiasi alpha, radiasi beta, radiasi gamma, radiasi sinar-X, dan radiasi neutron bila berinteraksi dengan materi/benda. Bagaimana reaksinya, dan dampak dari efek interaksi itu, bila benda berada pada daerah radiasi dengan jarak

tertentu, dengan waktu yang cepat atau lama<sup>[1]</sup>.

Faktor jarak perlu diperhitungkan, disebabkan antara lain paparan radiasi berkurang dengan bertambahnya jarak dari sumber radiasi, maka laju paparan radiasi pada jarak radiasi dari sumber, berbanding terbalik dengan kwadrat jarak. Jadi untuk mengatasi penerimaan dosis radiasi, maka harus diusahakan pada jarak sejauh mungkin, sehingga dosis yang diterima seminimal mungkin.

Waktu ternyata berpengaruh terhadap dosis radiasi yang diterima, yang mengenai suatu benda, karena paparan radiasi berkurang dengan bertambah cepatnya waktu yang dipergunakan untuk berada didekat sumber radiasi, untuk mengatasi penerimaan dosis radiasi, harus diusahakan dalam waktu yang singkat<sup>[3]</sup>

Dari prinsip proteksi radiasi tersebut, dapat dirancang suatu peralatan keselamatan radiasi, yang merupakan penjabaran dari ketiga faktor tersebut. Alat peraga keselamatan radiasi terdiri dari bagian tetap yaitu : Tempat sumber dan tempat detektor, sedangkan bagian yang bergerak terdiri dari : tempat perisai dan poros ulir yang dilengkapi dengan skala jarak. Kedua bagian tersebut ( bagian tetap dan bergerak ) merupakan sistem mekanik dari peralatan ini.

## 2. DASAR TEORI

Sistem mekanik dan penggerak dari peralatan ini menggunakan poros berulir. Transmisi poros berulir banyak digunakan pada berbagai peralatan, diantaranya : mesin angkat, mesin transport, juga pada mekanisme penjalan pada mesin perkakas. Transmisi dengan poros berulir mempunyai banyak keuntungan, diantaranya adalah :

1. Bebas getaran sebagai akibat gerak poros ulir dan sisi roda ulir dalam keadaan searah.

2. Dapat dibuat untuk transmisi satu tingkat atau perbandingan transmisi  $i = 100$
3. Konstruksi lebih sederhana dan efisien, dibandingkan dengan konstruksi dengan roda gigi biasa.

Profil gigi pada poros berulir, adalah tegak lurus pada poros sekerup/berulir dan merupakan bentuk spiral archimides.

Pembuatan poros berulir dengan cara dibubut atau di frais. Dari pertimbangan terhadap kontak, poros berulir mempunyai gaya gesek kecil.

Sudut kisar  $\gamma$  poros berulir mempunyai pengaruh besar terhadap efisiensinya :

$$\eta = \frac{\operatorname{tg} \gamma}{\operatorname{tg} (\gamma + \rho')} \dots\dots\dots(1)$$

$$\operatorname{tg} \rho' = \frac{\operatorname{tg} \rho}{\operatorname{Cos} \alpha_n} \approx \operatorname{tg} \rho \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

$\rho$  = sudut gesekan

$\operatorname{tg} \rho = f =$  koefisien gesek

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{h}{\pi \cdot d_1} \dots\dots\dots(3)$$

dimana :

$h$  = kisar garis sekerup

$d_1$  = diameter rata-rata poros ulir

Perbandingan transmisi poros berulir dengan ulir tunggal ialah :

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z}{1} \dots\dots\dots(4)$$

dimana :

$i$  = perbandingan transmisi

$n_1$  dan  $n_2$  = Perbandingan putaran

$z$  = jumlah gigi roda ulir

untuk poros berulir dengan jumlah ulir  $u$  buah berlaku :

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z}{u} \dots\dots\dots(5)$$

dimana :

- i = perbandingan transmisi
- $n_1$  dan  $n_2$  = Perbandingan putaran
- z = jumlah gigi roda ulir
- u = jumlah ulir

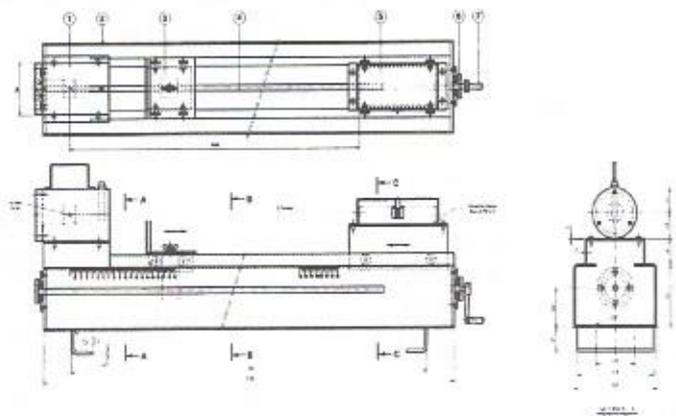
Agar kedayagunaannya lebih baik, sebagai pengganti poros berulir tunggal, maka dibuat poros berulir dengan ulir ganda, 2, 3 dan 4 atau lebih banyak lagi. Bahan yang digunakan untuk membuat poros berulir untuk transmisi dengan momen kecil yang dipindahkan, dipakai bahan dari baja tempa pada roda ulir atau dari besi tuang<sup>12</sup> memindahkan momen puntir, dalam hal ini sebagai pendukung<sup>1</sup>. Poros ulir sebagai poros transmisi atau poros perpindahan terutama dipergunakan untuk elemen mesin. Poros ini berfungsi untuk memindahkan tenaga mekanik salah satu elemen mesin ke elemen mesin yang lain<sup>2</sup>. Poros transmisi biasanya dibuat dari baja paduan atau bila beban puntir kecil juga dibuat bukan dari baja paduan. Baja paduan dipergunakan apabila disyaratkan untuk keteguhan aus, keteguhan korosi, keteguhan panas atau keteguhan lelah yang besar. Pada umumnya penampang poros berbentuk lingkaran berbentuk silinder memanjang pejal, atau

berlubang untuk pesawat berkonstruksi ringan<sup>2</sup>].

### 3. RANCANGAN

Perangkat mekanik alat peraga keselamatan radiasi nuklir terdiri dari : Kontainer Pb tempat sumber, landasan, kaki landasan, sliding rel, dudukan sumber, dudukan detektor, penghubung poros berulir, dudukan penjepit tempat perisai, bearing, rumah *bearing*, engkol dan pemegang engkol. Bahan-bahan yang digunakan adalah St 37 (baja 37) kecuali *kolimator* tempat sumber yang terbuat dari timbal (Pb).

Dalam proteksi dan keselamatan radiasi pelaksanaan pekerjaan sering dilakukan pengukuran dengan survey meter, mengukur dosis permukaan dan dosis pada jarak 1 meter dari sumber, sehingga peralatan ini bisa dipakai untuk simulasi proteksi dan keselamatan radiasi. Peralatan ini berukuran : Panjang : 1270 mm, lebar : 150 mm dan tinggi : 281 mm, dengan panjang poros berulir : 1000 mm dan diameter poros 15 mm yang terbuat dari St 37, yang dilengkapi dengan skala jarak sepanjang 1000 mm. Tempat perisai dilengkapi dengan penjepit yang dapat digeser/diatur sesuai dengan jenis dan ketebalan bahan perisai, seperti terlihat dalam gambar berikut ini.



Gambar 2. Gambar. Rancangan mekanik dan system penggerak peralatan keselamatan radiasi

Tata kerja sistem mekanik dari peralatan ini adalah sebagai berikut: Untuk percobaan proteksi radiasi " Pengaruh paparan radiasi tanpa pelindung yang dipengaruhi factor jarak dan waktu :Sumber gamma  $10 \mu$  Ci dimasukkan dalam kontainer kolimator,detector gamma dan sistem counter dipasang pada tempat dudukannya. Penutup sumber dibuka dengan memutar baut yang menutupi lubang kolimator, sehingga radiasi akan keluar dan ditangkap oleh detektor gamma dan diteruskan menjadi cacahan oleh counter, sehingga akan terbaca jumlah cacahannya (Cps atau Cpm). Dengan mengatur jarak dengan cara memutar engkol, sehingga poros ulir akan bergerak menjauhi atau mendekati detector atau sumber dan sebaliknya, maka akan terlihat perubahan jumlah counting cacahannya. Dari hasil cacahan dapat terlihat pengaruh factor jarak dan waktu yang mempengaruhi jumlah cacahan.

Percobaan " Pengaruh interaksi radiasi terhadap jenis materi bahan pelindung/perisai. Pancaran radiasi gamma yang mengenai suatu bahan akan berinteraksi dengan bahan tersebut sehingga sebagian dari intensitasnya akan terserap dan sebagian lagi akan diteruskan. Perbandingan intensitas pancaran yang mengenai bahan materi akan diteruskan tergantung pada tebal bahan dan jenis bahan serta energi radiasi gamma.

Jenis bahan perisai yang akan digunakan untuk percobaan misalnya adalah bahan beton, besi, kayu atau timbal. Perisai yang akan digunakan misalnya beton, dimasukkan dalam penjepit, cacah awalnya ( $A_0$ ) dicatat dahulu, kemudian cacahan setelah melewati bahan pelindung ( $A_t$ ) dicatat, dari kedua cacahan  $A_0$  dan  $A_t$  dapat dilihat pengaruh interaksi radiasi dengan materi bahan perisai, ditunjukkan dari jumlah cacah yang tercounting di display counting. Jumlah cacah tergantung dari tebal bahan, jenis bahan dan energi radiasi gamma dari sumber yang digunakan.

Dari uraian tersebut diatas, keberadaan sistem mekanik dan penggerak adalah untuk mengatur ketiga faktor tersebut (Faktor jarak, waktu dan ketebalan bahan perisai).

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Peralatan ini dapat digunakan sebagai simulasi proteksi dan keselamatan radiasi nuklir (sinar gamma) dimana sumber radiasi ditempatkan didalam kolimator tertutup yang terbuat dari bahan timbal, sehingga sumber radiasi yang ada didalamnya tidak terpapar keluar dan aman ke operator dan lingkungan, sesuai batas dosis yang telah ditentukan.

Peralatan ini didesain menyatu dalam satu system mekanik dan penggerak. Tempat sumber, tempat perisai dan detektor/pencacahnya. Poros ulir sebagai transmisi penggerak dengan sliding yang diberi roda dan rel penjepit, sehingga putaran transmisi poros diteruskan dengan gerak maju atau mundur oleh sliding roda sebagai pembawa/tempat perisai dan tumpuan pada rangka rel. Jarak bebas poros berulir sepanjang 1000 mm, yang dilengkapi skala jarak sepanjang 1000 mm.

Kelebihan dari rancangan ini adalah : peralatan sangat *simple* (ringkas), dikarenakan mekanik (tempat sumber, tempat perisai, tempat detector ) dan system penggerak menjadi satu kesatuan alat. Jika dibandingkan dengan peralatan sejenis yang sudah ada, dimana sumber gamma yang tersedia adalah cukup besar (100 mCi) atau bisa lebih besar, perisai dan detector (survey meter, pencacah gamma) terpisah. Sehingga bila dilakukan pengujian, percobaan harus selalu ditempat yang luas, karena faktor keselamatan terhadap paparan radiasi. Disamping kegunaan tersebut diatas, peralatan juga dapat digunakan untuk analisa efek radiasi terhadap materi bahan.

## 5. KESIMPULAN

Hasil rancangan mekanik dan system penggerak sebagai berikut :

1. Peralatan mempunyai ukuran : panjang : 1270 mm, lebar : 150 mm dan tinggi : 259 mm, dengan panjang poros berulir : 1000 mm dari panjang total 1270 mm, yang dilengkapi skala jarak sepanjang 1000 mm. Tempat perisai dilengkapi dengan penjepit yang dapat digeser/diatur sesuai dengan ketebalan bahan.
2. Peralatan dapat dipakai di labaratorium sebagai peralatan peraga keselamatan dan proteksi radiasi, juga menganalisa bahan dan mempelajari akibat pancaran radiasi terhadap materi bahan.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. WISNU ARYA WARDHANA".2007. "Teknologi Nuklir Proteksi Radiasi dan Aplikasinya" Penerbit Andi Yogyakarta..
- [2]. JAC STOLK, C. KROS.1984. "Elemen Mesin, Elemen Konstruksi dari Bangunan Mesin". Edisi 21. Penerbit Erlangga Jakarta.
- [3]. IKHSAN SHOBARI, dkk.2005. " Petunjuk Pelaksanaan Pemanfaatan Sumber Radioaktif " Pusbang Perangkat Nuklir. BATAN.
- [4]. G. TAKESHI SATO, N.SUGIARTO H. 1989."Menggambar Mesin Menurut Standar ISO "Penerbit PT.Pradnya Paramita Jakarta.