

## PERHITUNGAN JARAK MINIMAL ANTAR CARRIER DI DALAM RUANG IRADIASI PADA DISAIN DASAR IRADIATOR GAMMA ISG-500

Nur Khasan<sup>1</sup>, Sanda<sup>1</sup>, Sutomo Budihardjo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir – BATAN,  
Kawasan Puspiptek Gedung 71 Lantai 2, Serpong, 15310

### ABSTRAK

*PERHITUNGAN JARAK MINIMAL ANTAR CARRIER DI DALAM RUANG IRADIASI PADA DISAIN DASAR IRADIATOR GAMMA ISG-500. Perhitungan jarak minimal antar carrier berkaitan saat bergerak melingkar di dalam ruang iradiasi telah dilakukan untuk mendukung kelengkapan data ukuran pada disain dasar iradiator gamma ISG-500. Perhitungan ini dilakukan dengan memperhatikan lay-out dan gambar mekanik dari bentuk fisik carrier pada disain dasar iradiator gamma ISG-500 serta menggunakan rumus-rumus aturan trigonometri di segitiga. Lay-out dan gambar tersebut berfungsi sebagai acuan pengambilan data ukuran dan pembuatan sketsa gerak melingkar dua buah carrier yang berdekatan, sedangkan rumus-rumus trigonometri digunakan untuk menyelesaikan perhitungan jarak minimal antar carrier mengacu pada sketsa yang dibuat. Dari perhitungan ini diperoleh nilai ukuran jarak minimal antar carrier sebesar 184,9 mm. Nilai ini diharapkan bisa melengkapi data-data perhitungan mekanis pada disain dasar iradiator gamma ISG-500.*

*Kata kunci : Jarak minimal, carrier, iradiator gamma ISG-500*

### ABSTRACT

*A CALCULATION OF MINIMUM DISTANCE BETWEEN TWO CARRIERS IN THE IRRADIATION ROOM OF GAMMA IRRADIATOR ISG-500 BASIC DESIGN. A calculation of minimum distance between two carriers in the irradiation room because of their round route has been done to support size data of the gamma irradiator ISG-500 basic design. The calculation has been performed by considering lay out and its mechanical drawing of the carrier dimension on the basic design by using trigonometry formulas of a triangle. The lay out and the drawing have been used as a reference for both the size and the round route sketch of two consecutive carriers, while the trigonometry formulas have been used to solve the minimum distance between the two carriers based on the sketch created. The calculation shows that the minimum distance between the two carriers is 184.9 mm. This number is expected to provide the mechanical calculation required of the basic design of the gamma irradiator ISG-500.*

*Keyword: minimum distance, carrier, gamma irradiator ISG-500*

### 1. PENDAHULUAN

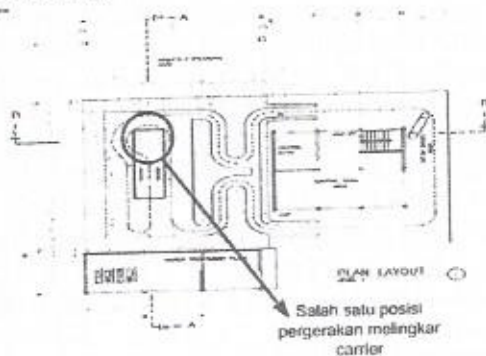
Sejak awal tahun 2009 telah dilakukan kegiatan desain dasar pada iradiator gamma ISG-500 untuk pengawetan hasil pertanian dengan beberapa keluaran produk desain dasar yang diantaranya berupa gambar lay-out dan gambar-gambar teknik sistem mekanik iradiator gamma. Gambar-gambar tersebut berkaitan dengan

semua sistem pada desain dasar iradiator gamma ISG-500.

Dalam lingkup sistem mekanik terdapat 19 buah *carrier* yang bergerak berurutan pada sistem rel penggerak dengan kendali sistem kontrol. Pergerakan *carrier* mengalami gerak melingkar pada posisi tertentu sesuai gambar 1 yaitu lay-out desain dasar iradiator gamma ISG-500. Pada saat gerak melingkar ini akan memungkinkan dua buah *carrier* yang

berurutan saling berbenturan di bagian ujung sudut dari fisik *carrier*. Untuk mengatasi hal ini maka harus dihitung jarak minimal antar *carrier* yang disampaikan dalam makalah ini.

Jarak antar *carrier* merupakan data ukuran yang penting dari sistem pergerakan *carrier* dan menjadi kelengkapan data dalam lingkup sistem mekanik desain dasar iradiator gamma ISG-500.

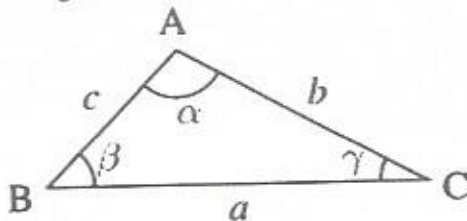


Gambar 1. Lay-out iradiator gamma ISG 500 untuk pengawetan hasil pertanian Block-Grant 2009<sup>[1]</sup>.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1. Rumus Trigonometri Segitiga<sup>[2]</sup>

Rumus-rumus trigonometri segitiga dalam aturan cosinus segitiga adalah sebagai berikut :



$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma \text{ atau}$$

$$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos \beta \text{ atau}$$

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha$$

Parameter-parameter dari rumus-rumus di atas adalah sebagai berikut :

- $a$  = Panjang sisi a, terletak diseberang sudut A
- $b$  = Panjang sisi b, terletak diseberang sudut B
- $c$  = Panjang sisi c, terletak diseberang sudut C
- $\alpha$  = Besar sudut yang berhadapan dengan sisi a
- $\beta$  = Besar sudut yang berhadapan dengan sisi b
- $\gamma$  = Besar sudut yang berhadapan dengan sisi c

Perhitungan akan dilakukan menggunakan aturan cosinus segitiga karena pergerakan antar dua buah *carrier* yang berurutan pada posisi melingkar akan membentuk sketsa segitiga.

### 2.2. Carrier<sup>[3]</sup>

*Carrier* merupakan sebuah kerangka pembawa yang digantung pada kereta roda pembawa. Satu buah *carrier* dapat memuat dua buah *tote* yaitu wadah hasil pertanian yang diiradiasi, yang terletak pada bagian atas dan bawahnya.

*Carrier* bergerak ditarik oleh rantai yang selalu bergerak dengan kecepatan tertentu dan tetap mengikuti aliran proses. Secara otomatis setiap *carrier* harus dapat bergerak dari satu pos pemberhentian menuju pos pemberhentian berikutnya dengan mengaitkan diri pada rantai yang bergerak tersebut mengikuti suatu pola yang dapat diprogram. Dengan program gerak tersebut, setiap *carrier* yang bergerak dimulai dari pos pertama hingga pos terakhir akan mendapatkan dosis radiasi yang sama. Gerakan masing-masing *carrier* tidak harus serentak bersama-sama, tetapi harus mendapatkan pola dan waktu radiasi yang sama sehingga mendapatkan dosis radiasi yang sama dari pertama sampai dengan akhir. Kecepatan gerak rantai penarik dan waktu setiap *carrier* berhenti di pos pemberhentian dalam ruang radiasi dapat diatur, sehingga



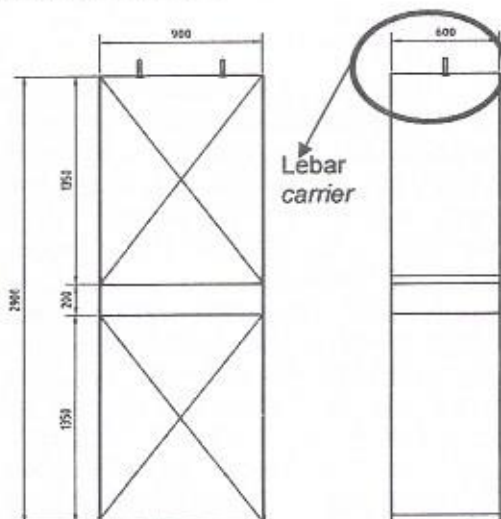
secara menyeluruh kecepatan produksi iradiasi obyek dapat diatur.

Bentuk dan ukuran fisik *carrier* menjadi salah satu acuan dalam perhitungan, terutama ukuran lebar *carrier*. Berkaitan dengan bentuk sketsa segitiga dalam hal pergerakan melingkar pada *carrier* maka digunakan setengah ukuran lebar dari masing-masing dua buah *carrier* yang berurutan.

Adapun ukuran-ukuran utama dari *carrier* adalah sebagai berikut :

- Panjang = 900 mm
- Lebar = 600 mm
- Tinggi = 2900 mm
- Material = Stainless Steel

Sedangkan bentuk dan ukuran fisik *carrier* adalah seperti ditunjukkan pada gambar 2 di bawah ini :



Gambar 2. *Carrier*

### 3. TATA KERJA

#### 3.1. Membuat Sketsa Gerak Melingkar *Carrier*

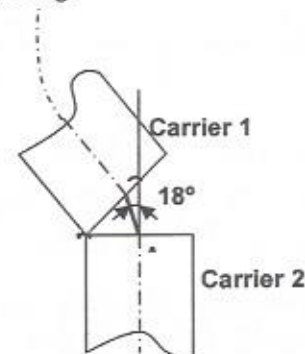
Pembuatan sketsa gerak melingkar *carrier* harus dilakukan karena menjadi acuan dalam membuat sketsa segitiga yang akan digunakan untuk melakukan perhitungan jarak minimal antar *carrier*. Pembuatan sketsa dilakukan dengan memperhatikan *lay-out* iradiator gamma ISG-500 dan ukuran fisik *carrier*.

Adapun hasil sketsa dapat dilihat pada gambar 3, dimana dua buah *carrier* yang bergerak berurutan melingkar membentuk karakteristik sudut maksimum sebesar  $18^\circ$  pada posisi tertentu di dalam ruang iradiasi akan saling bersentuhan pada sudut sisi lebarnya.

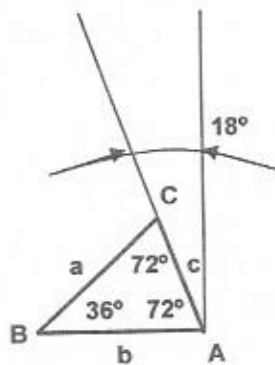
#### 3.2. Membuat Sketsa Bentuk Segitiga

Pembuatan gambar sketsa segitiga mengacu kepada sketsa gerak melingkar *carrier*. Pada gerakan *carrier* terdapat gerak yang membentuk sudut maksimum sebesar  $18^\circ$  yang menjadi karakteristik gerak melingkar *carrier* di dalam ruang iradiasi. Sudut ini merupakan nilai penting dalam sketsa segitiga yang ternyata membentuk sketsa segitiga sama kaki seperti terlihat pada gambar 4. Panjang dua buah sisi kaki segitiga adalah merupakan setengah dari ukuran lebar dari masing-masing *carrier*, sedangkan satu buah sisi segitiga yang lain menjadi panjang ukuran jarak minimal antar *carrier*.

Sketsa segitiga yang dihasilkan diberikan notasi huruf pada setiap sisi dan sudutnya untuk mempermudah perhitungan disesuaikan rumus dalam aturan cosinus segitiga. Sudut ACB adalah sudut  $\alpha$  sebesar  $72^\circ$ , sudut BAC adalah sudut  $\beta$  sebesar  $72^\circ$  dan sudut ABC adalah sudut  $\gamma$  sebesar  $36^\circ$ . Panjang sisi a dan b adalah masing-masing setengah lebar *carrier* sebesar 300 mm, sedangkan panjang sisi c merupakan jarak minimal antar *carrier* yang dihitung.



Gambar 3. Sketsa Gerak Melingkar *Carrier*



Gambar 4. Sketsa Segitiga Sama Kaki

### 3.3. Perhitungan Jarak Minimal Antar Carrier

Berdasarkan sketsa-sketsa yang telah dibuat maka dapat dilakukan perhitungan jarak minimal antar carrier. Melihat gambar 4. sketsa segitiga sama kaki, maka rumus trigonometri segitiga yang dipakai adalah aturan cosinus di bawah ini :

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma$$

Dengan rumus ini maka nilai c adalah jarak minimal antar carrier dapat dihitung sebagai berikut :

$$c^2 = 300^2 + 300^2 - 2 \times 300 \times 300 \cos 36^\circ$$

$$c^2 = 90000 + 90000 - 180000 \times 0,81$$

$$c^2 = 180000 - 145800$$

$$c^2 = 34200$$

$$c = (34200)^{1/2}$$

$$c = 184,9 \text{ mm}$$

Dari perhitungan di atas diperoleh c sebesar 184,9 mm atau sebesar 18,49 cm yang merupakan jarak minimal antar carrier di dalam ruang iradiasi. Nilai ini akan menjadi salah satu acuan dalam pengaturan jarak antar carrier dalam sistem mekanik instalasi iradiator gamma ISG-500.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan jarak minimal antar carrier di dalam ruang iradiasi telah dilakukan dengan melalui tahapan-tahapan tertentu. Tahap pertama adalah menentukan sudut kemiringan

dimana dua buah carrier yang berdekatan bersentuhan pada ujung sisi lebarnya. Hal ini dilakukan dengan memperhatikan ukuran radius melingkar dari lintasan rel/rantai carrier pada lay-out iradiator gamma ISG-500. Karakteristik sudut kemiringan diukur dengan busur derajat diperoleh sebesar 18° melalui pembuatan sketsa gerak melingkar dua buah carrier yang berurutan.

Tahap ke dua adalah membuat sketsa bentuk segitiga dengan mengacu kepada sudut maksimum 18° yang kemudian dapat ditentukan besar sudut-sudut lainnya sehingga rumus-rumus trigonometri berlaku untuk perhitungannya. Sketsa yang terbentuk merupakan segitiga sama kaki sehingga dapat ditentukan nilai-nilai panjang sisi maupun sudutnya seperti terlihat pada gambar 4 di atas. Dari sketsa tersebut terlihat bahwa panjang sisi c merupakan jarak minimal antar carrier dalam ruang iradiasi yang selanjutnya dihitung nilainya menggunakan rumus aturan cosinus segitiga.

Perhitungan dapat mudah dilakukan menggunakan rumus aturan cosinus segitiga karena nilai-nilai parameter yang berkaitan sudah diketahui nilainya. Setelah nilai-nilai parameter dalam sketsa segitiga dimasukkan ke dalam rumus maka dapat dihasilkan bahwa nilai jarak minimal antar carrier sebesar 184,9 mm atau 18,49 cm. Jarak minimal antar carrier ini jarak dimana dua buah carrier yang bergerak berurutan masih memungkinkan bersentuhan satu sama lain pada saat gerak melingkar di ruang iradiasi. Oleh karena itu jarak minimal antar carrier tersebut hanya menjadi acuan minimal saja, adapun untuk penentuan jarak sebenarnya disesuaikan dengan pertimbangan ideal yang tentunya akan lebih besar dari nilai jarak minimal.



## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Perhitungan dapat dilakukan dengan mudah mengacu terhadap nilai-nilai parameter pada sketsa-sketsa yang dibuat. Setelah dilakukan perhitungan dalam makalah ini, maka diperoleh nilai jarak minimal antar *carrier* di dalam ruang iradiasi sebesar 18,49 cm, sehingga pengaturan jarak sebenarnya antar *carrier* tidak boleh kurang dari nilai tersebut.

### 5.2. Saran

Penentuan jarak sebenarnya disesuaikan dengan pertimbangan ideal yang tentunya akan lebih besar dari nilai jarak minimal. Hal ini diserahkan kepada divisi mekanik TIM iradiator gamma ISG-500

## 6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sangat berterima kasih kepada Tim Iradiator Gamma ISG-500, atas bantuan ide, saran dan kerja samanya dalam kegiatan ini.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Suntoro Achmad, Lampiran Batasan (Requirements) Simulator Komputer Iradiator Gamma Untuk Pengawetan Hasil Pertanian, PRPN BATAN, 15 Juni 2010.
- [2]. <http://id.wikibooks.org/wiki/Persamaan/Segitiga>, dibuka tanggal 10 November 2010.
- [3]. Suntoro Achmad dkk, Disain Dasar Mekanik, Listrik dan Instrumentasi Kendali Iradiator Gamma Untuk Pengawetan Hasil Pertanian, PRPN, BATAN, 2009.