

PENENTUAN TITIK AWAL GERAKAN SILINDER PNEUMATIK PADA FRAME SIMULATOR IRADIATOR UNTUK LANGKAH PERGERAKAN TOTE

Tukiman, Putut Hery Setiawan, Benny Syawaludin, Hyundianto Arif Gunawan
Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir – BATAN
Gedung 71 Kawasan PUSPIPTEK Serpong, Tangerang Selatan 15314
tu.ki67man@gmail.com, Putut_hs@batan.go.id
bsyawaludin@gmail.com, yundi@batan.go.id

ABSTRAK

PENENTUAN TITIK AWAL GERAKAN SILINDER PNEUMATIK PADA FRAME SIMULATOR IRADIATOR UNTUK LANGKAH PERGERAKAN TOTE. Telah dilakukan penentuan titik awal gerakan pneumatik Simulator Irradiator untuk langkah pergerakan tote pada simulator iradiator. Pergerakan silinder pneumatik pada frame iradiator pada iradiator gama Merah Putih desain Izotop sebagai acuan. Frame adalah tempat untuk mengiradiasi bahan/produk. Bagian ini merupakan rangka dari struktur proses pergerakan tote mengitari sumber gamma Co-60 yang mampu menampung 72 tote. Lintasan tote terdiri dari dua tingkat. Masing-masing tingkat memiliki 4 jalur. Komponen rel disediakan untuk pergeseran tote dalam satu jalur. Untuk dapat memaksimalkan pergerakan transportasi produk di dalam frame, telah dibuat tahapan urutan pergerakan silinder pneumatik yang mendorong tote atau menarik tote dari rak transportasi produk pada frame. Terdapat 14 pneumatik yang terpasang, 6 pneumatik bernomor genap dipasang pada rak bagian bawah, 6 pneumatik bernomor ganjil dipasang pada rak bagian atas, sedangkan 2 pneumatik dipasang secara vertikal. Dari hasil penentuan titik awal gerakan pneumatik ini, dihasilkan urutan pergerakan silinder pneumatik, yaitu sebanyak 9 langkah, sesuai dengan desain sistem mekanisme transportasi produk pada frame. Selanjutnya akan dibuat sistem instrumentasi dan kendali pergerakan silinder pneumatik menggunakan PLC.

Kata kunci : Titik awal, Simulator Irradiator, Frame, pergerakan silinder pneumatik.

ABSTRACT

DETERMINATION OF THE INITIAL POINT OF PNEUMATIC CYLINDER MOVEMENT ON THE IRADIATOR SIMULATOR FRAME FOR TOTE MOVEMENT STEP. The determination of the starting point for the pneumatic movement of the Irradiator Simulator has been carried out for the step of the tote movement on the irradiator simulator. The movement of the pneumatic cylinder on the irradiator frame on the Merah Putih gamma irradiator designed by izotop as a reference. Frame is a place to irradiate materials/products. This section is the framework of the structure of the tote movement process around the Co-60 gamma source which can accommodate 72 totes. The tote track consists of two levels. Each level has 4 paths. Rail components are provided for shifting the tote in one line. In order to maximize the movement of product transportation inside the frame, a sequence of pneumatic cylinder movements has been made that pushes the tote or pulls the tote from the product transport rack on the frame. There are 14 pneumatics installed, 6 even numbered pneumatics are installed on the bottom shelf, 6 odd numbered pneumatics mounted on the top rack, while the 2 pneumatics are mounted vertically. From the results of determining the starting point of this pneumatic movement, a sequence of pneumatic cylinder movements is produced, which is 9 steps, according to the design of the product transport mechanism system on the frame. Furthermore, the instrumentation system and control of the movement of the pneumatic cylinder will be made using PLC.

Keywords: Starting point, Irradiator Simulator, Frame, Pneumatic cylinder movement.

1. PENDAHULUAN

Pada desain sebuah iradiator, sumber radiasi harus didesain setipis mungkin untuk menghindari kehilangan energi akibat serapan diri dalam material sumber, dan

sumber harus dikelilingi secara efektif oleh produk/target yang akan diradiasi sehingga sebagian sinar gamma yang dipancarkan akan mengenai target /produk. Oleh karena itu perlu didesain bentuk geometri yang cocok antara perangkat sumber gamma dan wadah tempat target dan sistem transportasi target/produk. Desain mekanisme transportasi produk menentukan apakah dosis yang diterima efisien dan seragam pada seluruh bagian target^[1]. Distribusi dosis serap yang seragam menentukan kualitas produk hasil irradiasi dan efisiensi pemanfaatan sumber gamma. Untuk produk/target padat ketidakseragaman dosis serap tiap produk yang diirradiasi tetap menjadi kendala. Oleh karena itu, untuk mendapatkan produk hasil irradiasi yang maksimal perlu didesain sistem mekanisme transportasi produk secara tepat sesuai dengan produk yang akan diirradiasi.

Tahun 2019 Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir / PRFN telah membangun fasilitas simulasi untuk kegiatan operasional dan R & D irradiator gamma, yang disebut dengan simulator irradiator. Desain ini mengacu pada desain fasilitas irradiator gamma Merah Putih milik BATAN. Simulator ini didesain untuk digunakan sebagai tempat pelatihan awal untuk pengoperasian fasilitas irradiator gamma, khususnya yang masuk kategori IV dan skala industri sekaligus untuk kegiatan pengembangan desain fasilitas irradiator. Bagian-bagian dari komponen simulator yang dijadikan obyek kegiatan agar tujuan pembangunan simulator tercapai adalah sistem transportasi produk, pengangkat rak sumber, sistem keselamatan untuk produk maupun personal, sistem instrumentasi dan kendali yang mengintegrasikan dari sistem transportasi produk^[2]. Masalah terjadi ketika pembangunan simulator irradiator tersebut adalah bahwa acuan untuk pembuatan Sistem instrumentasi dan kendali untuk transportasi produk tidak ada dokumen acuan dari pihak Izotop, karena pihak izotop tidak memberikan dokumen tersebut sesuai dengan perjanjian awal dari proyek pembangunan fasilitas irradiator tersebut.

Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan pengamatan pada Irradiator gamma Merah Putih desain Izotop, sehingga didapatkan data awal untuk pembuatan diagram alir pergerakan *tote* dalam *frame* simulator. Data pengamatan selanjutnya dibuat tabel langkah/pergerakan silinder pneumatik terhadap pneumatik yang terpasang pada *frame* Irradiator Merah Putih. Dari tabel tersebut dibuat tabel urutan pergerakan pneumatik. Tujuan kegiatan ini adalah untuk mewujudkan suatu fasilitas simulator yang dapat dioperasikan sesuai dengan persyaratan desain. Komponen utama dari fasilitas irradiator yaitu bagian transportasi produk dan pengangkat rak sumber yang sudah terinstal yaitu *box car* dan *rell*. Untuk memaksimalkan pergerakan transportasi produk maka terlebih dahulu dibuat suatu tahapan urutan pergerakan silinder pneumatik yang mendorong *tote* atau menarik *tote* dari rak transportasi produk pada *frame*. Sehingga dihasilkan pergerakan transportasi produk pada *frame* sesuai dengan desain sistem mekanisme transportasi produk pada *frame* secara tepat dengan produk yang akan diirradiasi, juga sistem instrumentasi dan kendali dari simulator irradiator.

2. DASAR TEORI

Sistem pneumatik menggunakan media udara sebagai penyalur tenaga udara bertekanan ke aktuator melalui peralatan pneumatik untuk menghasilkan gerak translasi maupun rotasi. Udara bertekanan yang keluar dari kompresor dapat disimpan dengan cara dimampatkan ke dalam tangki udara^[3]. Proses memproduksi udara bertekanan diawali dengan udara luar dengan tekanan 1 atm dihisap oleh kompresor selanjutnya ditampung pada tangki udara. Setelah tekanan udara meningkat, pada tekanan tertentu udara dialirkan melalui katup-katup ke *actuator* silinder pneumatik^[3]. Sistem pneumatik ini biasa diaplikasikan pada mesin – mesin industri. Dikarenakan kurangnya daya/kekuatan mekanik dari pneumatik. Maka pneumatik ini hanya bisa diaplikasikan pada mesin-mesin yang tidak terlalu membutuhkan tenaga mekanik yang kuat (mesin-mesin bertenaga ringan), dalam pengoperasiannya. Sedangkan untuk mesin-mesin yang membutuhkan tenaga

mekanik yang kuat harus menggunakan sistem hidrolik. Berikut ini kelebihan dan kekurangan pada sistem pneumatik dan hidrolik.

Kelebihan pada sistem pneumatik:

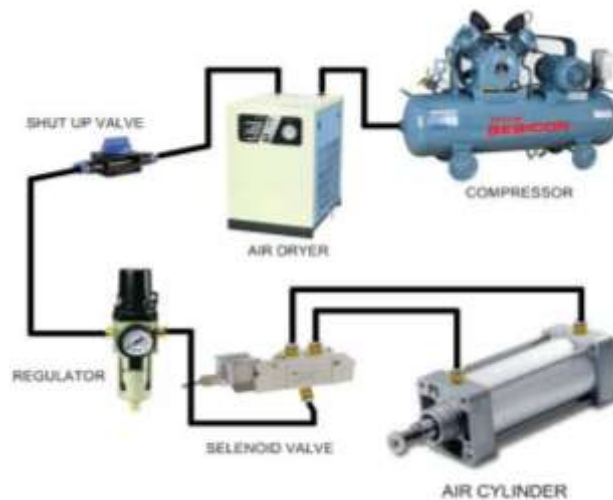
Ramah lingkungan / bersih (jika terjadi kebocoran dalam sistem perpipaan).

- a. Udara sebagai tenaga penggerak memiliki jumlah yang tak terbatas
- b. Lebih cepat dan responsif jika dibandingkan dengan hidrolik
- c. Harganya yang murah

Kekurangan pada sistem pneumatik:

- a. Daya mekanik yang dihasilkan kecil
- b. Membutuhkan perawatan yang lebih tinggi, karena udara sebagai penggerak biasanya kotor dan mengandung air sehingga gesekan antara piston *cylinder* dan rumah *cylinder* besar dan mempercepat kerusakan pada air *cylinder*.

Keefektifan sistem pneumatik:



Gambar 1. Diagram skematik dari cara kerja pneumatik^[3].

Sistem pneumatik memiliki optimalisasi /efektifitas bila digunakan pada batas-batas tertentu, yaitu efektif digunakan pada tekanan 2 s/d 15 bar^[3]. Biasanya untuk keperluan pemakaian pada actuator silinder piston pneumatik tekanan udara yang direkomendasikan berkisar antara 4 sampai dengan 8 bar. Sistem pneumatik juga dapat bekerja pada tekanan udara di bawah 1 atm dalam keadaan vakum^[3]. Silinder pneumatik memberikan keunggulan untuk aplikasi sistem penggerak pada frame simulator iradiator, dikarenakan batang silinder terpisah dengan rumah silinder pneumatik bila silinder dalam keadaan aktif (maju)^[4]. Sistem pneumatik memiliki seal yang terbuat dari karet, bila karet tersebut terkena radiasi gamma mengakibatkan terdegradasi dan karet/seal menjadi kaku^[4] sehingga penempatan pneumatik diletakkan setelah shielding^[4].

3. TATA KERJA

Simulator iradiator dibuat dengan desain mirip dengan iradiator gamma Merah Putih. Dalam pembangunan iradiator gamma Merah Putih pihak IZOTOP tidak memberikan dokumen yang berhubungan dengan pergerakan pneumatik dan sistem

kendalinya, sehingga saat dibangun simulator irradiator ini, untuk menggerakkan transportasi produk mengalami kesulitan dalam menentukan pergerakan *tote* transportasi produk dalam *frame* tersebut, oleh karena itu maka dilakukan pengamatan dan observasi di irradiator gamma Merah Putih yang telah dibangun, untuk mendapatkan bagaimana pergerakan silinder pneumatik tersebut dimulai, yaitu dengan melihat titik awal silinder pneumatik berada. Dari hasil pengamatan dan observasi diperoleh data awal sebagai acuan untuk menentukan gerakan silinder pneumatik. Pergerakan *tote* pada *frame* merupakan obyek yang diamati, sebelum menentukan tahapan proses pada pergerakan maju/mundur silinder pneumatik yang akan dipasang pada *frame* simulator irradiator. Studi ini dilakukan dengan mengumpulkan data sebagai berikut:

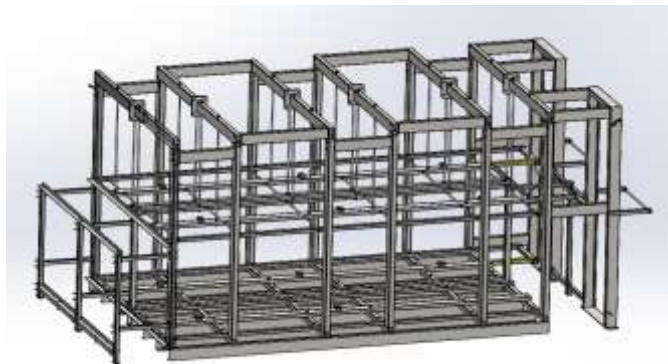
1. Jumlah *tote* yang terpasang pada irradiator gamma yaitu sebanyak 72 *tote*,
2. Jumlah pneumatik yang terpasang pada *frame* sebanyak 14 pneumatik,
3. Posisi /tata letak pemasangan pneumatik pada *frame*.
4. Gerakan maju mundur silinder pada pneumatik sehingga menjadi suatu gerakan yang sinkron dengan urutan pergerakan bergesernya *tote* dari satu tempat ke tempat berikutnya/satu step.
5. Menentukan titik awal pergerakan pneumatik
6. Dilakukan penomoran silinder pneumatik
7. Membuat gambar pemodelan posisi *tote*
8. Membuat tabel pergerakan pneumatik/silinder dan penomoran pneumatik untuk memudahkan pengalamatan pada pembuatan program pada diagram *ladder*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulator irradiator desain Izotop terdiri dari beberapa bagian diantaranya :
Bagian transportasi produk (mekanik) terdiri dari :

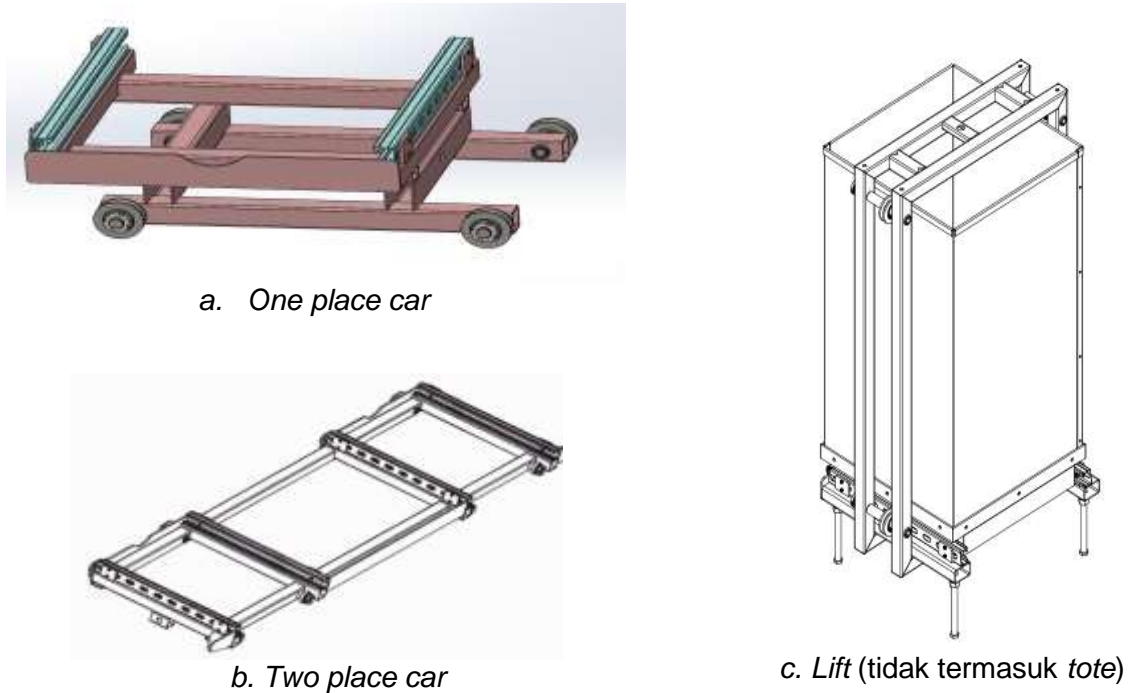
a. **Bagian *Frame Translation tote box (source pass mechanism)***

Bagian ini merupakan rangka dari struktur proses pergerakan *tote* mengitari sumber gamma Co-60. Bagian ini mampu menampung 72 *tote*. Lintasan *tote* terdiri dari dua tingkat. Masing-masing tingkat memiliki 4 jalur. Komponen rel disediakan untuk pergeseran *tote* dalam satu jalur.



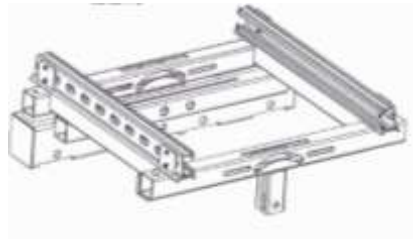
Gambar 2. *Frame Translation tote box* desain Izotop^[5].

- Bagian Modul Translation *tote box (lift, one car, two car)*
Bagian ini terdiri dari 2 *lift*, 2 *one place car*, 2 *two place car* yang berfungsi untuk memindahkan atau menggeser *tote* antar jalur ataupun antar tingkat.



Gambar 3. Modul Translation *tote box*^[5].

- Bagian Silinder Mekanik Pneumatik
Bagian ini berfungsi sebagai sumber energy mekanik pergeseran dan perpindahan *tote*. Ukuran silinder pneumatik bermacam-macam sesuai dengan fungsinya. Silinder pneumatik harus terpasang secara rigid pada *frame* sehingga dapat menggeser *tote* ataupun menggerakkan modul translasi *tote*
 - *Box Car* dan *Tote Box*
Tote box atau *tote* merupakan wadah yang berfungsi untuk membawa produk yang diiradiasi. Namun dalam simulator iradiator ini, *tote* hanya disimulasikan dengan bagian bawahnya saja. Bagian bawah ini berupa rangka *tote* yang dilengkapi dengan 4 roda bearing. Sedangkan *Box car* merupakan alat untuk umpan balik *tote* dari ruang bongkar muat produk ke ruang iradiasi
 - Rel jalur *box car* masuk-keluar
Rel ini merupakan lintasan *box car* mulai dari daerah bongkar-muat hingga masuk ke *Frame Translation tote box*
- b. Bagian Pengangkat Rak mencakup :**
- Rak Sumber
Ada 3 rak sumber
 - Bagian penggerak untuk naik-turun rak
Bagian ini terdiri dari 3 sistem penggerak pneumatik, satu penggerak untuk satu rak. Tiap rak bergerak secara independen.



a. Box car



b. Tote box (hanya bagian bawah saja)

Gambar 4. Box car dan tote box^[5].

Dari hasil pengamatan dan observasi yang dilakukan di IGMP. ditunjukkan pada tabel 1, berikut : Tabel titik awal posisi silinder pneumatik keadaan *default*.

Tabel 1. Titik awal posisi *cylinder* pneumatik

Titik awal posisi silinder pneumatik
13+
14+
10+
12-
9+
11-
8-
2-
6-
4-
1-
7-
3-
5-

Titik awal adalah kondisi posisi *cylinder* dalam keadaan *default* (ditunjukkan pada tabel) yaitu dimana *cylinder* harus dalam posisi awal, sebelum dijalankan *step* 1. kondisi *state* ditandai oleh *Reed Switch* selanjutnya disebut RS yang terletak pada tiap *cylinder*. Ada 2 RS disetiap *cylinder*. Jika tahapan *state* telah terpenuhi maka *step* 1 bisa dijalankan.

Agar produk yang diradiasi bisa berjalan dengan baik, maka perlu dibuat tata urutan pneumatik/silinder sebagai salah satu perangkat yang sangat penting untuk menggerakkan *tote* yang akan melewati sumber gamma Co-60 (termasuk iradiator gamma katagori 4)^[6]. Titik awal pergerakan pneumatik adalah titik permulaan dimana gerakan silinder pertama dimulai untuk proses pergerakan *tote*, sedangkan nomor silinder pneumatik diperlukan untuk pengalaman keluaran pada pembuatan diagram Ladder. Langkahnya diuraikan sebagai berikut :

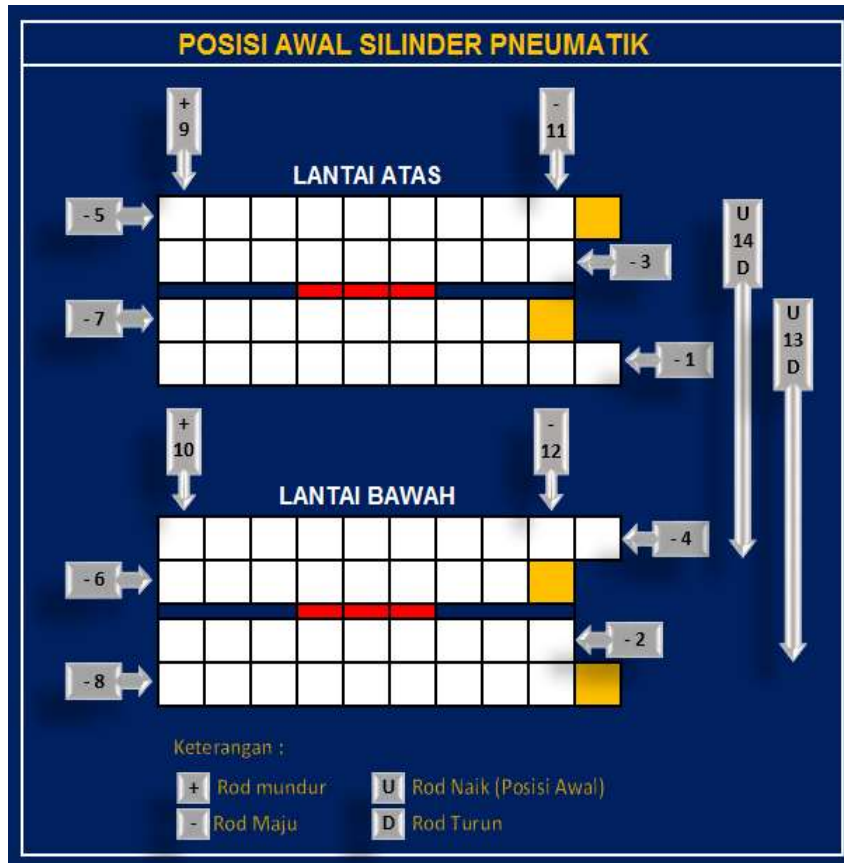
- a. Langkah 1 , pneumatik nomor 8 bergerak maju , pneumatik nomor 6 bergerak maju
- b. Langkah 2, Pneumatik nomor 8 bergerak mundur, pneumatik nomor 6 bergerak mundur
- c. Langkah 3, pneumatik nomor 13 bergerak naik , pneumatik nomor 10 bergerak mundur, pneumatik nomor 12 bergerak maju.
- d. Langkah 4, pneumatik nomor 2 bergerak maju , pneumatik nomor 4 bergerak maju, pneumatik nomor 1 bergerak maju dan pneumatik nomor 3 bergerak maju.
- e. Langkah 5, pneumatik nomor 2 bergerak mundur , pneumatik nomor 4 bergerak mundur, pneumatik nomor 1 bergerak mundur dan pneumatik nomor 3 bergerak mundur.
- f. Langkah 6, Pneumatik nomor 13 bergerak turun, pneumatik nomor 14 bergerak naik, pneumatik nomor 10 bergerak maju, pneumatik nomor 12 bergerak mundur, pneumatik nomor 9 bergerak mundur dan pneumatik nomor 11 bergerak maju.
- g. Langkah 7.pneumatik nomor 7 bergerak maju, pneumatik nomor 5 bergerak maju
- h. Langkah 8.pneumatik nomor 7 bergerak mundur, pneumatik nomor 5 bergerak mundur
- i. Langkah 9, pneumatik nomor 14 bergerak turun, pneumatik nomor 9 bergerak maju dan pneumatik nomor 11 bergerak mundur.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini, tabel titik awal pergerakan silinder pneumatik.

Tabel 2. Pergerakan *cylinder* pada pneumatik

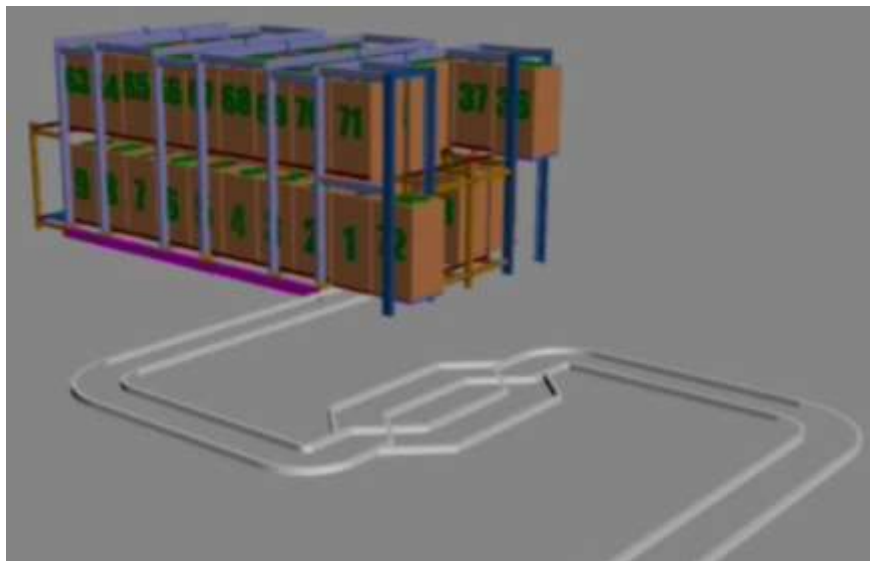
No.	Langkah	Nomor <i>Cylinder</i> /Pneumatik						Keterangan
1	1	8+	6+					+ : maju
2	2	8-	6-					- : mundur
3	3	13-	10-	12+				+: maju - : mundur, - : naik no.13
4	4	2+	4+	1+	3+			+ : maju
5	5	2-	4-	1-	3-			- : mundur
6	6	13+	14-	10+	12-	9-	11+	+ : maju - : mundur + : turun no.13, - : naik no.14
7	7	7+	5+					+ : maju
8	8	7-	5-					- : mundur
9	9	14+	9+	11-				+ : maju - : mundur + : turun no.14

Sedangkan tata letak penempatan pneumatik dan penomorannya dapat dilihat pada gambar 5 berikut ini:



Gambar 5. Posisi silinder yang dipasang pada simulator Irradiator^[5].

Bila semua langkah tersebut sudah dilampai, artinya produk yang di radiasi sudah berjalan satu kali, langkah seperti tabel 1 dilakukan berulang –ulang, sehingga *frame* terisi penuh. Untuk melihat gambaran dari pengisian tersebut dapat dilihat pada gambar pemodelan berikut ini.



Gambar 6. Pemodelan *frame* yang sudah terisi penuh oleh *tote box* yang siap di iradiasi^[5].

Untuk rencana selanjutnya adalah membuat sistem instrumentasi dan kendali untuk menggerakkan silinder pneumatik dalam *frame* tersebut secara terus-menerus, sesuai langkah yang sudah dibuat seperti pada tabel 1 diatas, sehingga akan terpenuhi satu siklus penyinaran dengan cara iradiasi.

5. KESIMPULAN

Simulator iradiator didesain mengacu pada desain fasilitas iradiator gamma Merah Putih milik BATAN-Izotop. Simulator ini didesain untuk digunakan sebagai tempat pelatihan awal untuk pengoperasian sebuah fasilitas iradiator gamma, khususnya yang masuk katagori IV.

Simulator iradiator terdiri dari beberapa bagian diantaranya adalah:

- Bagian *Frame Translation tote box*
- Bagian *Modul Translation tote box*
- Bagian Silinder Mekanik Pneumatik
- *Box Car dan Tote Box*
- Rel jalur *box car* masuk-keluar
- Pengangkat rak sumber

Agar produk yang di radiasi bisa berjalan dengan baik, maka perlu dibuat tata urutan pergerakan pneumatik/silinder sebagai salah satu perangkat yang sangat penting untuk menggerakkan *tote* yang akan melewati sumber gamma Co-60, yang terdiri 9 langkah.

Untuk pergerakan pada bagian *frame* diperlukan pneumatik sebanyak 14 buah. Penentuan titik awal gerakan silinder pneumatik diperlukan untuk menentukan /memulai gerakan awal silinder yang digunakan untuk pembuatan diagram *ladder* Sistem Instrumentasi dan Kendali.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suntoro A., 2015, *Kombinasi Gerakan Obyek Di Ruang Iradiasi Pada Desain Fasilitas Iradiator Gamma Izitio™ Untuk PRFN.*, Jurnal Perangkat Nuklir., Vol. 09., No. 02., Nopember 2015.
- [2] Zacharias P, 2020, *Program Manual Karakterisasi Simulator Irradiator.*, PRFN-BATAN., 2020.
- [3] Wirawan Sumbodo, Rizki Setiadi, Sigit Poedjiono., 2017, *Pneumatik dan Hidrolik.* Penerbit CV. Budi Utama, cetakan pertama: Oktober 2017. ISBN 978-602-453-444-8.
- [4] Satmoko A., & Gunawan H. A., 2015, *Desain Mekanik dan Pengendalian Gerak Rak Sumber Isotop Pada Iradiator Gamma 200 kCi.* Jurnal Perangkat Nuklir . Vol. 09., No. 02., Nopember 2015.
- [5] Izotop™., *Main Features of the Facility.*, Institute Isotope Co. Ltd., Budapest, April 2015.
- [6] Budihardjo S., Atmoko D. F., Ramdja S., Sutomo, Suntoro A., 2010, Pudjijanto M. S. *Desain Konsep Rancang Bangun Iradiator Gamma (ISG-500) Untuk Pengawetan Hasil Pertanian.* Pertemuan Ilmiah Rekayasa Perangkat Nuklir. Jakarta: PRFN. 2010.