

PENENTUAN DIMENSI DAN SPESIFIKASI SILINDER PNEUMATIK UNTUK PERGERAKAN TOTE IRADIATOR GAMMA MULTIGUNA BATAN

Muhammad Subhan, Ari Satmoko
Pusat Rekayasa Fasilitas Nuklir (PRFN) – BATAN
E-mail: m.subhan@batan.go.id

ABSTRAK

PENENTUAN DIMENSI DAN SPESIFIKASI SILINDER PNEUMATIK UNTUK PERGERAKAN TOTE IRADIATOR GAMMA MULTIGUNA BATAN. BATAN mengembangkan iradiator gamma kategori IV bekerjasama dengan IZOTOP (Hungaria). Teknologi transportasi produk yang akan dikembangkan menggunakan sistem rel dengan rantai sebagai penariknya. Produk yang akan diiradiasi dimasukkan ke dalam tote kemudian ditempatkan pada lintasan transportasi, ketika tote telah berada di ruang iradiasi tote tersebut akan masuk ke dalam rak iradiasi. Pergerakan tote selama di rak iradiasi akan digerakan oleh sistem pneumatik. Berdasarkan data, terdapat 14 silinder pneumatik yang terdapat pada ruang iradiasi. Melalui hasil analisis maka digunakan pneumatik silinder kerja ganda yang berasal dari katalog pneumatik Festo. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa gaya yang digunakan pada semua jenis silinder untuk memindahkan tote masih jauh lebih kecil dari gaya bengkok yang diizinkan. Selain itu terdapat 4 kelompok pneumatik yang memiliki kesamaan spesifikasi yaitu kelompok satu silinder C1, C3, C12 dan C14 kelompok dua yaitu silinder C2, C4, C11, dan C13 kelompok tiga yaitu silinder C7, C9, C15 dan C17 dan kelompok empat yaitu silinder C10 dan C17.

Kata Kunci : Transportasi produk, tote, spesifikasi pneumatik, ruang iradiasi

ABSTRACT

DETERMINATION DIMENSION AND TECHNICAL SPECIFICATION OF THE CYLINDRICAL PNEUMATICS FOR THE TOTE MOVEMENT ON MULTIPUPOSE THE GAMMA IRRADIATOR BATAN. BATAN develops iradiator gamma category IV incooperation with IZOTOP (Hungari). Transportation technology products that will be developed uses rail system to pool. Products that will be irradiated are put into tote then placed on the transportation rail, when tote has been in irradiated room tote enters into irradiated rack. The movement of the tote during on irradiated rack will be driven by the pneumatic system. Based on data from Izotop there are 14 cylindrical pneumatics that are in the irradiated room. Through the results analysis then used double acting silinder type from the Festo pneumatics catalog. Through the results calculation that the force used on all types of cylinders for movement tote still much smaller than of force bent permitted. Beside that there are 4 group a pneumatic have common specifications they are group one cylindrical C1, C3, C12 and C14 they are group two cylindrical C2, C4, C11, and C13 they are group three cylindrical C7, C9, C15 and C17 they are group four cylindrical C10 and C17.

Keywords : Transportation products , tote , pneumatic specifications , irradiated room

1. PENDAHULUAN

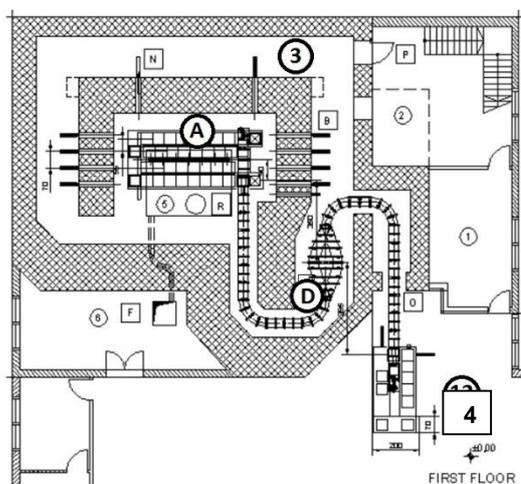
Salah satu pemanfaatan teknik nuklir dalam bidang pertanian pasca panen adalah penggunaan sinar gamma untuk meradiasi produk-produk pertanian dan bahan pangan lainnya. Iradiasi terhadap komoditi pertanian dapat dilakukan untuk tujuan pengawetan makanan, atau membunuh hama dan penyakit yang mungkin masih terkandung dalam komoditi pertanian tersebut. Data dari FAO (*Food and Agriculture Organization*), terdapat sekitar 25 % pangan/ hasil-hasil pertanian rusak akibat serangga, bakteri dan binatang lainnya setelah panen, serta 40 % buah-buahan dan sayur mayur di negara China rusak sebelum sampai ke tempat penjualan (pasar) ^[1]. Dan saat ini, di Indonesiapun kita sering mendengar masalah yang sama, yaitu munculnya masalah setelah pasca panen, baik dalam distribusi antar pulau ataupun untuk keperluan ekspor. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan memanfaatkan penggunaan sinar gamma

untuk tujuan pengawetan makanan, atau membunuh hama dan penyakit yang mungkin masih terkandung dalam tanaman.

Di Indonesia Penggunaan sinar gamma untuk meradiasi produk pertanian masih sangat sedikit, yang pertama dioperasikan oleh BATAN yaitu IRKA (Iradiator Karet Alam) untuk kepentingan litbang aplikasi radiasi dalam bidang sterilisasi, pengawetan dan pemuliaan tanaman, dan yang kedua dioperasikan oleh pihak swasta untuk melayani proses sterilisasi, pengawetan produk industri dan pangan.

Ada beberapa jenis atau tipe iradiator yang dipakai untuk pengawetan produk berdasarkan sumber radiasi yang digunakan yaitu iradiator gamma, iradiator sinar-x (*bremstrahlung*) dan dengan pemercepat elektron. Pada instalasi iradiator gamma juga dikenal 4 kategori iradiator yaitu kategori I, II, III dan IV yang dikategorikan berdasarkan batasan volume iradiasi, tipe basah dan atau tipe kering, tergantung dari besarnya skala produksi yang dibutuhkan. [2,3,4]. Iradiator kategori I dan III adalah tipe iradiator dimana produk yang akan di iradiasi masuk atau bergerak menuju sumber radiasi terkungkung. Sedangkan iradiator kategori II dan IV adalah tipe iradiator dengan menggunakan sumber radiasi terbuka, jadi sumber akan bergerak naik jika akan digunakan sedangkan jika tidak digunakan sumber tersebut akan berada pada *shielding* / kolam pengungkung.

Pada saat ini BATAN sedang mengembangkan iradiator gamma kategori IV untuk melayani proses pengawetan produk industri dan pangan yang saat ini sedang dibangun di kawasan PUSPIPEK Serpong. BATAN dalam mengembangkan iradiator gamma bekerjasama dengan Izotop (Hongaria) melalui sistem transfer teknologi. Teknologi transportasi produk yang akan dibangun menggunakan sistem rel dengan rantai sebagai penariknya. Tata letak ruang iradiasi tempat keluar dan masuknya transportasi produk ditunjukkan pada gambar 1.



Keterangan

1. Ruang Antara
2. Ruang Panel
3. Area Steril
4. Area Loading Unloading Product
5. Area Iradiasi
6. Ruang Water Treatment

Gambar.1 Tata letak ruang iradiasi [5]

Produk yang akan di iradiasi dimasukkan ke dalam *tote* kemudian ditempatkan pada lintasan transportasi produk, ketika *tote* telah berada di ruang iradiasi *tote* tersebut akan masuk kedalam rak iradiasi. Pergerakan *tote* selama di rak iradiasi akan digerakan oleh sistem pneumatik. Karena sistem pneumatik berada di sekitar ruang iradiasi maka diperlukan penentuan dimensi dan spesifikasi pneumatik yang tahan terhadap radiasi.

Berdasarkan data yang didapat dari istitusi IZOTOP (Hungaria) berupa tata letak gambar pneumatik, dari gambar tersebut dapat ditentukan *stroke* (langkah), selanjutnya dilakukan analisis dan perhitungan untuk menentukan dimensi dan spesifikasi silinder pneumatik. Agar permasalahan yang dibahas tidak terlalu luas maka penulis membatasi masalah di dalam makalah ini pada penentuan dimensi dan spesifikasi silinder pneumatik di dalam ruang iradiasi.

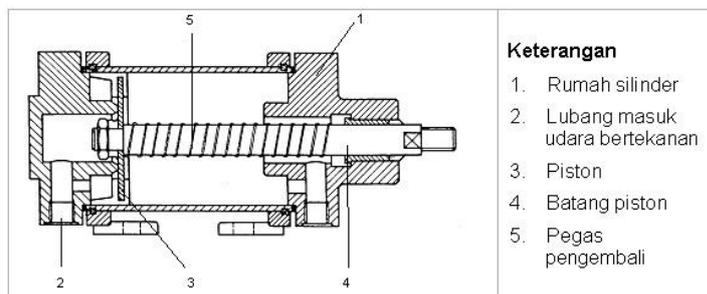
2. METODOLOGI

2.1. DASAR TEORI

2.1.1 Pneumatik

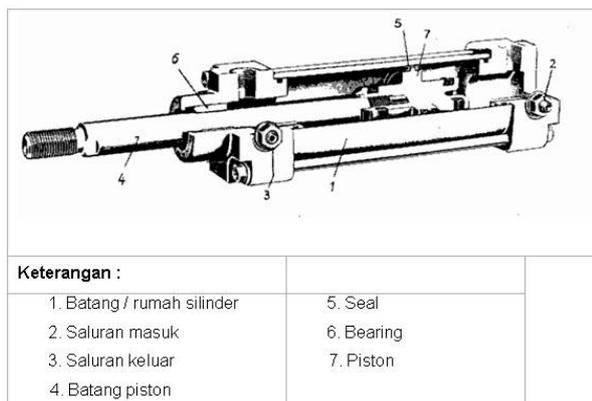
Silinder pneumatik adalah aktuator atau perangkat mekanis yang menggunakan kekuatan udara bertekanan (udara yang terkompresi) untuk menghasilkan kekuatan dalam gerakan bolak – balik piston secara linier (gerakan keluar - masuk). Berikut ini adalah dua tipe silinder pneumatik yang paling umum atau sering digunakan di industri :

- Silinder kerja tunggal (*single acting cylinder*), merupakan jenis silinder yang hanya memiliki satu port untuk masuknya udara bertekanan. Silinder ini menggunakan kekuatan udara bertekanan untuk mendorong ataupun menekan piston dalam satu arah saja (umumnya keluar). Dan menggunakan pegas pada sisi yang lain untuk mendorong piston kembali pada posisi semula. Gambar silinder kerja tunggal ditunjukkan pada gambar 2



Gambar.2 Bagian silinder kerja tunggal

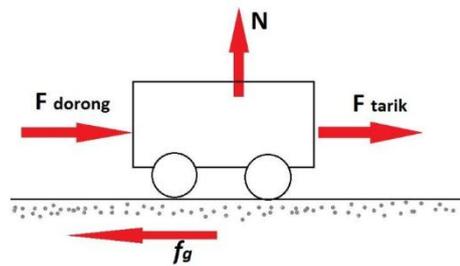
- Silinder kerja ganda (*double acting cylinder*), merupakan silinder yang memiliki dua port untuk *instroke* dan *outstroke*. Silinder jenis ini menggunakan kekuatan udara bertekanan untuk mendorong piston keluar dan mendorong piston untuk kembali ke posisi awal (menarik ke dalam). Sehingga silinder ini membutuhkan lebih banyak udara dan katup pengontrol arah yang lebih kompleks bila dibandingkan dengan silinder kerja tunggal.



Gambar.3 Bagian silinder kerja ganda

2.1.2 Simulasi Gaya

Gaya-gaya yang bekerja pada tote terdiri dari gaya normal, gaya dorong, gaya tarik dan gaya gesek. Gaya-gaya yang bekerja pada tote ditunjukkan pada gambar.4



Gambar.4 Gaya yang bekerja pada tote

Gaya normal (N) didapat dari Pers. (1) dimana perkalian dari jumlah massa tote yang akan dipindahkan oleh silinder pneumatik dengan gravitasi.

$$N = mg \dots\dots\dots (1)$$

dengan :

- N = Gaya normal [Newton]
- m = Massa [kg]
- g = Gravitasi [m/s²]

Gaya gesek didapat dari Pers. (2) dimana Fg adalah gaya maksimum suatu benda tepat akan bergerak sehingga dapat disimpulkan Fdorong atau Ftarik harus lebih besar daripada Fg sedangkan besarnya koefisien gesek yang terjadi jika menggunakan bearing nilainya ditunjukkan seperti tabel.1

$$Fg = N\mu \dots\dots\dots (2)$$

dengan :

- Fg = Gaya gesek [Newton]
- N = Gaya normal [Newton]
- μ = Koefisien gesek

Tabel. 1 ^[6] Koefisien gesek dalam bearing

Tipe Bantalan	Koefisien Gesekan [-]
<i>Slide bearing, hydrodynamic</i>	0.003...0.04
<i>Slide bearing, sinter bronze, oil lubricated</i>	0.04...0.07
<i>Slide bearings, solid bronze, grease lub</i>	0.07...0.12
<i>Polymer slide bearing, polyamide, dry</i>	0.2...0.3
<i>Polymer bearing, composite, dry</i>	0.05...0.15
<i>Ball bearings</i>	0.001...0.0015
<i>Roller bearings</i>	0.0018
<i>Needle bearings</i>	0.0045
<i>Air bearings, pressurized</i>	0
<i>Hydrostatic bearings</i>	0.001...0.002, ref viscous shearing

2.1.3 Gaya Bengkok (Buckling)

Peristiwa *buckling* dapat terjadi pada batang langsing yang mendapatkan tekanan aksial. Analisis gaya *buckling* perlu dilakukan pada batang piston, mengingat batang piston cukup panjang maka gaya *buckling* perlu dievaluasi, dimana batang piston

harus dapat memberikan gaya dorong tanpa terjadi *buckling*. Gaya *buckling* dapat dihitung melalui Pers. (3)

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2} \dots\dots\dots (3)^{[7]}$$

dengan:

- P_{cr} = Gaya bengkok
- E = Modulus elastisitas
- I = Momen inersia
- L = Panjang benda

Dengan momen inersia, penampang lingkaran dapat dihitung melalui Pers. (4)

$$I = \frac{\pi d^4}{64} \dots\dots\dots (4)$$

dengan :

- I = Inersia
- π = konstanta
- d = diameter

2.1.4 Gaya Piston

Gaya piston yang dihasilkan oleh silinder bergantung pada tekanan udara, diameter silinder dan tahanan gesekan dari komponen perapat. Gaya piston secara teoritis dihitung menurut pada Pers. (5) :

$$F = A \cdot P \dots\dots\dots (5)$$

Untuk silinder kerja ganda, langkah maju dihitung menurut pada Pers. (6)

$$F = \frac{D^2 \pi P}{4} \dots\dots\dots (6)$$

Untuk silinder kerja ganda, langkah mundur dihitung menurut pada Pers. (7)

$$F = \frac{(D^2 - d^2) \pi P}{4} \dots\dots\dots (7)$$

dengan :

F	=	Gaya piston (N)
f	=	Gaya pegas (N)
D	=	Diameter piston (m)
d	=	Diameter batang piston (m)
A	=	Luas penampang piston yang dipakai (m ²)
p	=	Tekanan kerja (Pa)

2.2 TATA KERJA

Adapun tata kerja yang dilakukan dalam penentuan dimensi dan spesifikasi silinder pneumatik untuk pergerakan tote didalam ruang iradiasi, adalah sebagai berikut:

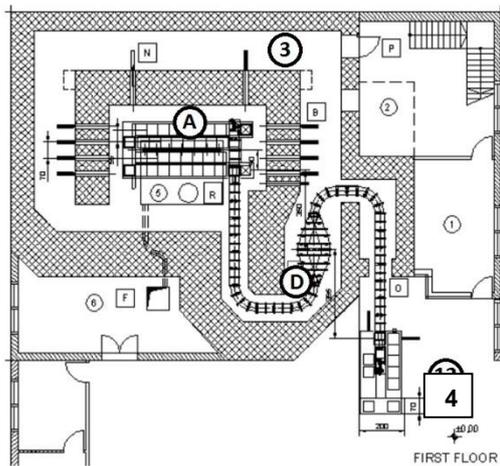
- Mengembangkan disain konsep dan menentukan panjang *stroke* sistem pneumatik yang mengacu pada gambar iradiator Hongaria
- Membuat analisis perhitungan
- Mendata dan menentukan jenis silinder pneumatik
- Membuat hasil kesimpulan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan ini dibagi menjadi beberapa bagian yaitu mengembangkan desain konsep sistem pneumatik yang mengacu pada gambar iradiator Hongaria, membuat analisis perhitungan, mendata jenis silinder pneumatik sesuai dengan spesifikasinya dan membuat hasil kesimpulan.

3.1 Perancangan pergerakan tote

Pergerakan tote berada dilantai 1, denah ruang iradiator lantai 1 dengan alur pergerakan tote ditunjukkan pada gambar.5

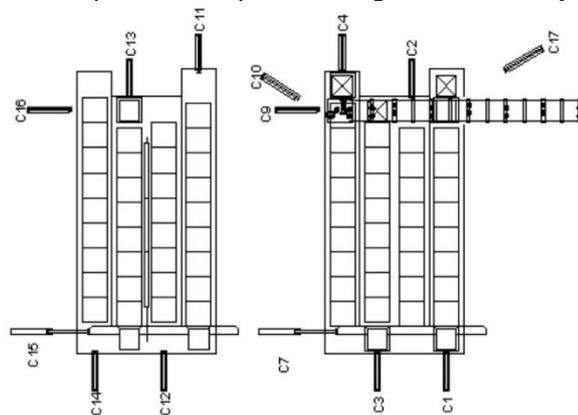


Keterangan

1. Ruang Antara
2. Ruang Panel
3. Area Steril
4. Area *Loading Unloading Product*
5. Area Iradiasi
6. Ruang *Water Treatment*

Gambar.5 Tata letak posisi silinder

Produk yang sudah dikemas dimasukkan ke dalam tote, tote tersebut berada ditempat *loading-unloading* produk seperti ditunjukkan pada gambar 3 nomor 12. Kemudian tote tersebut bergerak diatas rel menuju ruang iradiasi (huruf A gambar 3). Setelah sampai diruang iradiasi tote masuk kedalam rak iradiasi. Setelah tote berada dirak iradiasi tahap pertama silinder C1 dan C3 bergerak maju secara bersamaan. Tahap kedua silinder C9 dan C15 bergerak mendorong tote diiringi dengan langkah silinder C16, C17, C10, C7, C3 dan C1 menarik tote. Kemudian tahap ketiga silinder C2, C4, C13 dan C11 bergerak mendorong tote secara bersamaan. Pada tahap ke empat silinder C15, C9, C2, C4, C13, dan C11 bergerak menarik tote secara bersamaan di iringi dengan mendorongnya silinder C7, C17, C10, dan C16. Selanjutnya pada tahap kelima silinder C14 dan C12 bergerak bersama mendorong tote. Tahap akhir yaitu pada tahap ke enam silinder C14 dan silinder C12 bergerak menarik tote secara bersamaan. Irama dan pergerakan pneumatik dijelaskan seperti pada tabel 3. Untuk Pergerakan tote selama dirak iradiasi digerakan oleh sistem pneumatik. Posisi dan nomor pneumatik pada ruang iradiasi ditunjukkan pada gambar.6



Gambar. 6 Tata letak pneumatik diruang iradiasi [5]

Terdapat 14 silinder pneumatik pada ruang iradiasi, fungsi tiap silinder pada ruang iradiasi ditunjukkan pada tabel.2

Tabel. 2 Nama dan fungsi pneumatik

Nama Pneumatik	Fungsi	Jumlah Tote
C1	Mendorong	10
C2	Mendorong	9
C3	Mendorong	9
C4	Mendorong	10
C7	Mendorong	2
C9	Mendorong	1
C10	Menarik	1
C11	Mendorong	1
C12	Mendorong	9
C13	Mendorong	9
C14	Mendorong	10
C15	Menarik	2
C16	Menarik	1
C17	Menarik	1

Untuk mendapatkan spesifikasi tabung pneumatik, dalam makalah ini digunakan standar perusahaan pneumatik Festo (menggunakan festo karena tipe dan spesifikasinya lengkap dan kualitasnya sangat baik). Dengan menggunakan variabel kerja ganda, variabel *stroke* 500 mm (berdasarkan gambar teknis), variabel bentuk tidak silinder dan tidak *compact* agar mudah dibongkar pasang di dalam ruang iradiator serta variabel gaya dorong dan gaya tarik yang sesuai dengan kebutuhan maka didapat 1 tipe silinder pneumatik Festo yaitu silinder kerja ganda tipe DSBC (*Double Standart Base Cylinders*).

Tabel.3 Irama Pergerakan Pneumatik Berdasarkan Penomoran Tiap Silinder

Nama Silinder	Siklus ke-1	Siklus ke-2	Siklus ke-3	Siklus ke-4	Siklus ke-5	Siklus ke-6	Kembali ke posisi start
	Start	Posisi					
C1	maju	mundur					
C2			maju	mundur			
C3	maju	mundur					
C4			maju	mundur			
C7		mundur		maju			
C9		maju		mundur			
C10		mundur		maju			
C11			maju	mundur			
C12					mundur	mundur	
C13			maju	mundur			
C14					maju	mundur	
C15		maju		mundur			
C16		mundur		maju			
C17		mundur		maju			

3.2 Hasil Perhitungan

Karena pemilihan pneumatik sudah ditentukan yaitu pneumatik tipe DSBC. Maka untuk spesifikasi khusus seperti diameter *stroke* didapat dari katalog festo seperti ditunjukkan pada tabel 4, sedangkan untuk diameter piston dapat dicari menggunakan persamaan 6. Tekanan yang digunakan berdasarkan katalog festo adalah 6 bar seperti yang ditunjukkan pada lampiran 2. Sementara itu untuk menentukan panjang *stroke* dan panjang *rod* ditentukan berdasarkan jarak yang dibutuhkan dari rancangan disain ruang iradiator.

Tabel. 4 Spesifikasi Teknis Silinder [8]

Nama Silinder	Diameter Piston [mm]	Diameter Stroke
C1	50	20
C2	50	20
C3	50	20
C4	50	20
C7	32	12
C9	32	12
C10	80	25
C11	50	20
C12	50	20
C13	50	20
C14	50	20
C15	32	12
C16	32	12
C17	80	25

Contoh perhitungan silinder C1 :

$$N = mg$$

$$= 2400 \times 9,81 = 23544 \text{ [N]}$$

$$F_g = N\mu$$

$$= 23544 \times 0,05 = 1177 \text{ [N]}$$

$$F_g = \frac{D^2 \pi P}{4}$$

$$1177 = \frac{D^2 \cdot 3,14 \cdot 600000}{4}$$

$$D = 0,04999 \text{ m}$$

$$D = 49,99 \text{ mm} = 50 \text{ mm}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$$

$$= \frac{(3,14)^2 \cdot 129,154 \times 10^9 \text{ [N/m}^2] \cdot 3,06 \times 10^{-7} \text{ [m}^4]}{(2,228)^2 \text{ m}^2}$$

$$= 78498 \text{ N}$$

Rumus tersebut didapatkan melalui persamaan 1, persamaan 2, persamaan 3, dan persamaan 4 serta data dari tabel 1, tabel 2, tabel 3 dan tabel 4 maka didapatkan perhitungan untuk silinder C1, sedangkan data perhitungan untuk setiap silinder ditunjukkan pada tabel 5

Tabel. 5 Data Analisis Silinder

Silinder	Jumlah Tote	Massa (m = @240 kg)	N	Koefesien Gesek (μ)	F (N)	Gerakan Pneumatik	P (bar)	Tipe Silinder	\varnothing Piston (mm)	Stroke (mm)	Panjang Rod (mm)	Pcr (N)
C1	10	2400	23544	0.05	1177	Dorong	6	DSBC	50	500	2228.50	78,498.08
C2	9	2160	21190	0.05	1059	Dorong	6	DSBC	50	500	2192.90	80,587.28
C3	9	2160	21190	0.05	1059	Dorong	6	DSBC	50	500	2228.50	78,498.08
C4	10	2400	23544	0.05	1177	Dorong	6	DSBC	50	500	2192.90	80,587.28
C7	2	480	4709	0.05	235	Dorong	6	DSBC	32	550	2352.00	11,642.12
C9	1	240	2354	0.05	118	Dorong	6	DSBC	32	702	2352.00	10,512.08
C10	1	240	2354	1	2354	Tarik	6	DSBC	80	1210	490.00	1,325,223.29
C11	10	2400	23544	0.05	1177	Dorong	6	DSBC	50	500	2192.90	80,587.28
C12	9	2160	21190	0.05	1059	Dorong	6	DSBC	50	500	2228.50	78,498.08
C13	9	2160	21190	0.05	1059	Dorong	6	DSBC	50	500	2192.90	80,587.28
C14	10	2400	23544	0.05	1177	Dorong	6	DSBC	50	500	2228.50	78,498.08
C15	2	480	4709	0.05	235	Tarik	6	DSBC	32	550	2352.00	11,642.12
C16	1	240	2354	0.05	118	Tarik	6	DSBC	32	702	2352.00	10,512.08
C17	1	240	2354	1	2354	Tarik	6	DSBC	80	1210	490.00	1,325,223.29

Dari 14 silinder pneumatik diambil salah satu contoh untuk dianalisis yaitu silinder C1. Berdasarkan data tabel 1 dan tabel 4 silinder C1 berfungsi untuk mendorong 10 tote dengan massa setiap totenya adalah 240 kg maka didapat massa 10 tote yaitu 2400 kg. Kemudian massa di kalikan dengan gravitasi bumi didapatkan berat dalam Newton. Sedangkan koefisien gesek didapat dari tabel 1, maka perkalian antara berat dengan koefisien gesek didapatkan nilai gaya. Untuk nilai stroke dan panjang rod diperoleh dari kebutuhan dimensi pneumatik diruang iradiasi berdasarkan gambar teknis. Hasil perhitungan silinder C1 gaya tekuk yang di izinkan (Pcr) sebesar 78498,08 N masih jauh lebih besar dari pada gaya yang digunakan untuk mendorong 10 tote yaitu sebesar 1177 N. Maka gaya yang digunakan masih dikatakan aman untuk mendorong 10 tote tersebut.

4. KESIMPULAN

Dari data yang didapat dari Izotop menyebutkan bahwa terdapat 14 silinder pneumatik yang berada di ruang iradiasi. Pneumatik tersebut bergerak secara simultan untuk menggerakkan posisi tote. Melalui hasil analisis dan perhitungan maka digunakan pneumatik jenis DSBC yang berasal dari katalog pneumatik festo. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa gaya yang digunakan (F) pada semua jenis silinder untuk memindahkan tote masih jauh lebih kecil dari gaya bengkok yang diizinkan maka masih dinyatakan dalam kategori aman. Selain itu dari hasil perhitungan terdapat 4 kelompok pneumatik yang memiliki kesamaan spesifikasi. Kelompok satu yaitu silinder pneumatik C1, C3, C12 dan C14 kelompok dua yaitu silinder pneumatik C2, C4, C11, dan C13 kelompok tiga yaitu silinder pneumatik C7, C9, C15 dan C17 dan kelompok empat yaitu silinder pneumatik C10 dan C17.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. WHO. (1997), *Food Irradiation – Sky's the limit. Press Release WHO/68*, 19 September 1997. 2p.
- [2]. ANSI N433.1-1978, *Safe Design and Use of Self-Contained, Dry Storage Gamma Irradiators*, American National Standards Institute, 1430 Broadway, New York (1978).
- [3]. ANSI N43.15-2001 American National Standards, *Safe Design and Use of Self-Contained Wet Source Storage Gamma Irradiators (Category III)*, American National Standards Institute, 1430 Broadway, New York (2001).
- [4]. ANSI N43.10-2001 American National Standards, *Safe Design and Use of Panoramic, Wet Source Storage Gamma Irradiators (Category IV) and Dry Source*

- StorageGammaIrradiators (Category II) "* American National Standards Institute, 1430 Broadway, New York (2001),
- [5]. GAMMA MITRA LESTARI. *Technical Spesification – Mulipurpose Continous And Batch Gamma Irradiator*. Jakarta.
- [6]. <http://www.tribology-abc.com/abc/cof.htm>, diakses tanggal 13 April 2015.
- [7]. <http://nptel.ac.in/courses/105106112/5>, diakses tanggal 14 April 2015
- [8]. <http://www.festo.com>,_diakses tanggal 2 April 2015

Lampiran. 1 Data Umum Silinder

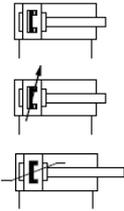
Data Teknis	
Tipe	Silinder standar DSBC
Mode operasi	Kerja ganda
Disain	Piston / piston rod / profil <i>barrel</i>
Koneksi pneumatik	G ¼
Ulir batang piston	M16x1.5
Penjelasan	<ul style="list-style-type: none"> • ISO 15552 (ISO 6431, VDMA 24562) • Dengan pneumatic yang dapat menyesuaikan dan posisi bantalan PPS – beradaptasi sempurna untuk perubahan beban dan kecepatan • Untuk posisi pengindraan • Flexibilitas yang tinggi berkat berbagai varian • Berbagai pilihan aksesori memungkinkan untuk menginstal silinder hampir di mana saja
Bantalan	P : Elastis bantalan cincin / bantalan di kedua ujungnya PPV : bantalan pneumatik, dapat menyesuaikan pada kedua ujungnya
Panjang bantalan (mm)	- DSBC-...-PPV : 22 - DSBC-...-E1/-E2/-E3 : 15
Posisi pengindraan	Via sensor jarak
Jenis pemasangan	Via internal ulir / aksesoris
Posisi pemasangan	Dimana saja
gaya pada 6 bar, maju (N)	1,178
gaya pada 6 bar, mundur (N)	990
Panjang bantalan (mm)	22
Max dampak energi di posisi akhir (J)	- 1.0 - T1 : 0.5
Kondisi Operasi	
Operasi Sedang	Tekanan udara pada ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Catatan atas operasi media / percontohan	Operasi pelumasan (dalam hal dilumasi operasi akan selalu diperlukan)
Tekanan operasi (bar)	- 0.4 ... 12 - A3 : 1 ... 12
Suhu lingkungan (°C)	- -20 ... +80 - T1 : 0 ... +120 - T4 : 0 ... +150

Lampiran. 2 Standar Silinder DSBC

Pneumatic drives > Cylinders with piston rod > Standards-based cylinders >
Standard cylinders DSBC, to ISO 15552

FESTO

Technical data



Technical data		Dimensions → 44						
Piston Ø		32	40	50	63	80	100	125
Pneumatic connection		G $\frac{3}{8}$	G $\frac{1}{4}$	G $\frac{1}{4}$	G $\frac{3}{8}$	G $\frac{3}{8}$	G $\frac{1}{2}$	G $\frac{1}{2}$
Piston rod thread		M10x1.25	M12x1.25	M16x1.5	M16x1.5	M20x1.5	M20x1.5	M27x2
Cushioning	P	Elastic cushioning rings/pads at both ends						
	PPV	Pneumatic cushioning, adjustable at both ends						
	PPS	Pneumatic cushioning, self-adjusting at both ends						
Cushioning length	[mm]	20	20	22	22	32	32	46
Theoretical force at 6 bar, advancing	[N]	483	754	1,178	1,870	3,016	4,712	7,363
Theoretical force at 6 bar, retracting	[N]	415	633	990	1,682	2,721	4,418	6,881
Max. impact energy in the end positions	[J]	0.4	0.7	1.0	1.3	1.8	2.5	3.3
	T1 [J]	0.2	0.35	0.5	0.65	0.9	1.25	1.65
Operating conditions								
Piston Ø		32	40	50	63	80	100	125
Operating pressure	[bar]	0.6 ... 12			0.4 ... 12		0.2 ... 10	
	A3 [bar]	1.5 ... 12			1 ... 12		0.6 ... 10	
Ambient temperature ¹⁾	[°C]	-20 ... +80						
	T1 [°C]	0 ... +120						
	T4 [°C]	0 ... +150						

1) Note operating range of proximity sensors.