

DESAIN PERANGKAT LUNAK DAN PEMODELAN SISTEM IRADIATOR SERBAGUNA

Ahmad Rifai, M. Ikhsan Shobary, Gunarwan Prayitno

PRPN BATAN, Kawasan PUSPIPTEK, Serpong

ABSTRAK

DESAIN PERANGKAT LUNAK DAN PEMODELAN SISTEM IRADIATOR SERBAGUNA Dilakukan desain perangkat lunak dan model simulasi sistem iradiator serbaguna. Sistem iradiator yang diteliti memiliki 19 carrier yang berjalan pada lintasan medan iradiasi di mana terdapat 9 stopper. Stopper ini berfungsi untuk mengendalikan gerakan seluruh carrier. Pada stopper terdapat mekanisme untuk memerintahkan carrier bergerak sepanjang segmen lintasan atau tetap diam. Metode state machine dipergunakan dalam pembuatan model matematis untuk menirukan mekanisme gerakan carrier pada lintasannya. Berdasarkan model ini maka akan dibangun algoritma dan kemudian perangkat lunak interaktif yang menggunakan antarmuka grafis

Kata kunci: Perangkat lunak, simulasi, iradiator

ABSTRACT

SOFTWARE DESIGN AND MODELLING OF A MULTIPURPOSE IRRADIATOR SYSTEM. Software design and simulation model for a multi-purpose irradiator has been done. The studied irradiator consists of 19 carriers which move along a defined irradiation path where 9 stoppers are also located. These stoppers are used to control the movement of the carriers. Commands are sent from the stoppers in order to move a carrier along the irradiation path or to stop its movement. Mathematical model based on state machine method is applied for simulating the carriers' movement along the irradiation path. Based on this mathematical model, an algorithm is made and its corresponding interactive computer program will be developed using the standard graphical interface.

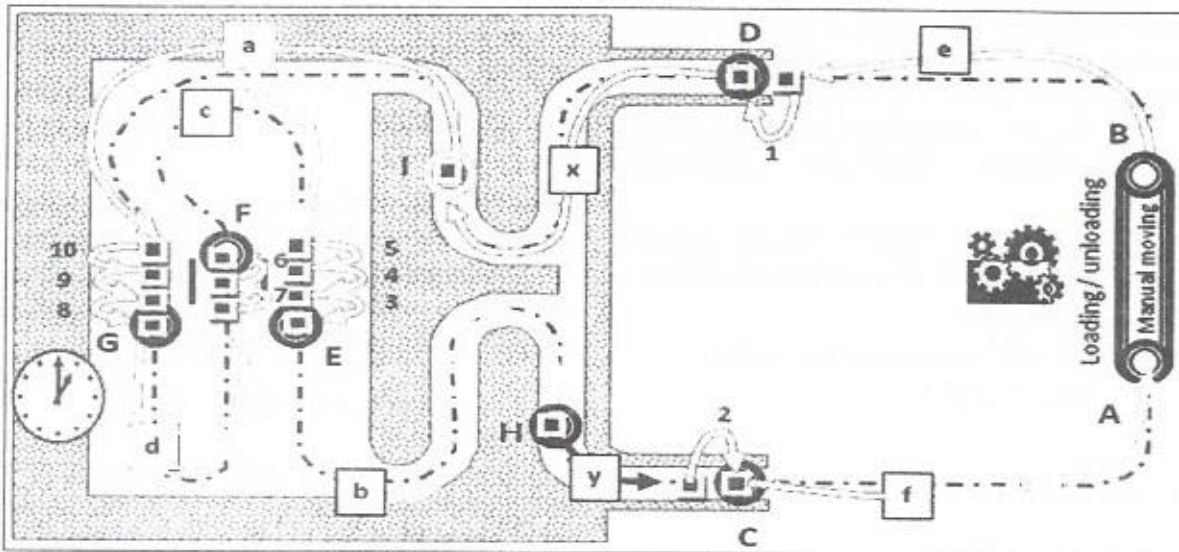
Keywords: Software, simulator, irradiator

1. PENDAHULUAN

Iriadiator pengawetan adalah salah satu instalasi radiasi yang dipergunakan untuk pengawetan atau sterilisasi makanan. Dengan paparan radiasi yang benar, makanan dapat diawetkan dari proses pembusukan oleh mikroorganisme dengan tanpa merusak kualitas makanan itu sendiri. Walaupun proses pengawetan cara ini masih tergolong mahal, tetapi untuk berbagai produk makanan tertentu, biaya pengawetan ini dapat dipertimbangkan cukup ekonomis.

Sebagai sumber radiasi digunakan Co-60 yang memancarkan radiasi gamma.

Dalam makalah ini akan dibahas desain simulator dalam bentuk program komputer berbasis grafis yang akan memberikan kemampuan menirukan proses iradiasi. Simulator dirancang agar dapat memudahkan dalam melakukan perhitungan nilai dosis radiasi yang diserap oleh objek, mulai dari masuk ke ruang iradiasi sampai obyek tersebut keluar kembali. Selama berada dalam



Gambar 1: Sistem Iradiator Multiguna

ruangan tersebut kita dapat memantau jumlah radiasi yang telah diterima objek. Dalam kaitan dengan proses tersebut, akan pula dilakukan simulasi mekanisme gerakan *carrier* pembawa objek tersebut selama berada di dalam ruang iradiator. Simulasi yang dibuat ini diharapkan secara fungsional sesuai dengan keadaan yang sebenarnya, sehingga dapat dipakai untuk pengujian desain prototipe sistem kontrol yang akan dipakai pada instalasi iradiator. Dengan adanya simulator ini kita dapat memperoleh program kontrol optimum dalam menggunakan fasilitas iradiator yang sebenarnya. Pada gambar 1 terlihat proses perjalanan *carrier* pembawa obyek yang akan diberi radiasi.

Perjalanan *carrier* dimulai dari titik B, seterusnya mengikuti jejak garis sesuai dengan arah panah dan di bagian akhirnya keluar melalui titik A. Pada titik B *carrier* dimuati (*loading*) dengan objek yang akan diberi radiasi, sedangkan pada titik A adalah tempat pengeluaran (*unloading*) objek yang telah terkena radiasi. Jejak garis yang dilalui *carrier* tersebut secara fisik adalah rantai berjalan dengan kecepatan konstan yang berfungsi untuk menarik dan menggerakkan *carrier* tersebut menuju ruang utama iradiasi sampai keluar kembali. *Carrier* bergerak dengan cara menggantung (menggunakan

kait) pada rel yang sejajar dengan rantai tersebut. Pada beberapa titik tertentu disediakan *stopper* yang berfungsi untuk melepaskan kait *carrier* pada rel sehingga *carrier* tersebut berhenti dan diam pada titik *stopper* tersebut. Pada *stopper* ini juga terdapat mekanisme untuk mengaktifkan kait agar *carrier* menggantung pada rel berjalan sehingga *carrier* ikut bergerak ditarik oleh rantai tersebut. Kait ini difungsikan melalui tenaga pneumatik, sehingga perintah pengaktifan dapat dilakukan melalui sistem pengendali. *Carrier* dilengkapi pula dengan batang tongkat yang mengarah ke depan agar jika tongkat ini menyentuh halangan yang berada di depannya, maka *carrier* ini akan melepaskan kaitnya pada rantai dan gerakannya akan terhenti.

Komponen utama yang berhubungan langsung dengan proses iradiasi adalah

- Jejak lintasan yang dilalui oleh obyek yang akan diberi paparan radiasi
- Distribusi spatial intensitas radiasi yang berasal dari sumber radiasi, dan
- Sistem mekanik untuk pengaturan mekanisme gerak *carrier*.

Distribusi spatial intensitas radiasi diperoleh melalui program komputer yang

telah tersedia. Dalam pekerjaan ini, distribusi spatial intensitas radiasi yang berupa matriks dipakai sebagai salah satu

data masukan. Data ini tersimpan dalam bentuk file basisdata yang dibaca program pada saat program mulai dijalankan.

Dalam mengoperasikan simulasi mesin iradiator, diperlukan komponen berikut:

- Antarmuka program dengan sistem kendali PLC (Programmable Logic Controller)
- Man-Machine Interface dalam bentuk grafis

2. METODE

Untuk mewujudkan perhitungan numerik dosis radiasi yang diterima oleh benda yang mengalami iradiasi di dalam mesin iradiator, kami menggunakan pendekatan matematika diskrit. Sedangkan untuk memperoleh perilaku kendali logika pada *carrier*, kami menggunakan teori *state-machine*. Pendekatan ini dilakukan dengan membuat model pada masing-masing komponen utama yang terkait dengan proses iradiasi tersebut, Model-model tersebut adalah untuk lintasan dan perhitungan dosis yang dialami *carrier* selama pergerakannya, dan model lainnya untuk *carrier* yang berinteraksi dengan sistem pengendali dari PLC (*programmable logic controller*).

Perhitungan dosis radiasi

Pemodelan pertama adalah untuk lintasan gerakan yang dilalui *carrier*. Jejak lintasan ini dimodelkan terdiri dari sejumlah segmen garis yang sama panjangnya dan dengan arah sesuai dengan bentuk jejak garis lintasan. Kumpulan segmen garis ini merupakan vektor-vektor yang bila dijumlahkan akan membentuk total garis lintasan yang dilalui

oleh *carrier* seperti ditunjukkan pada persamaan 1

$$S = \sum_1^n s_i \quad (1)$$

Jika waktu tempuh gerakan sepanjang segmen s_i adalah Δt , dan lamanya berhenti pada ujung segmen tersebut adalah T_i , maka dosis yang diterima oleh *carrier* pada segmen ini adalah

$$Q_i = (\Delta t + T_i) \times D_i \quad (2)$$

Di mana

Q_i adalah dosis yang diterima objek pada segmen ke- i

D_i adalah dosis intensitas radiasi pada segmen ke- i

Dengan demikian dosis radiasi total dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3:

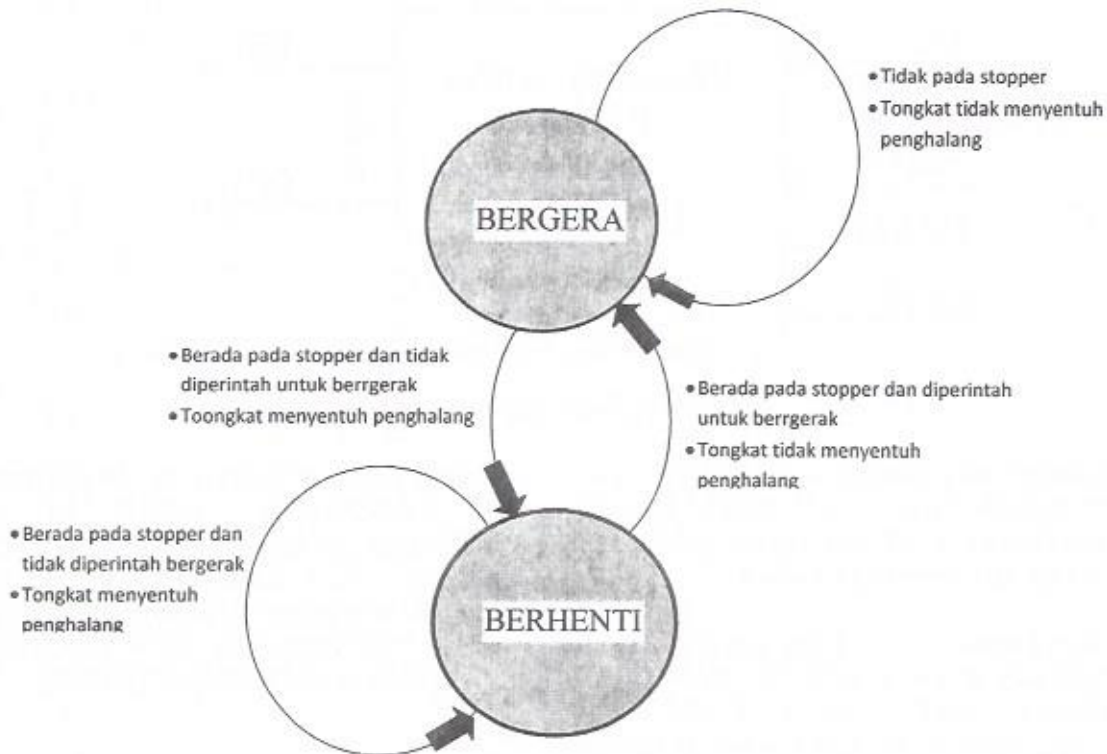
$$Q = \sum ((\Delta t + T_i) \times D_i) \quad (3)$$

Pola gerak *carrier* pada lintasan iradiasi

Gerakan *carrier* mengikuti lintasan harus memenuhi persyaratan yang ditetapkan melalui pola program iradiasi yang masing-masing berbeda untuk tiap benda yang akan diradiasi. Ini ditetapkan untuk mendapatkan paparan dosis yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan optimasi operasional dalam proses iradiasi terhadap benda tersebut. Pada prinsipnya *carrier* akan memenuhi persyaratan gerak sebagai berikut:

Carrier akan bergerak dengan ketentuan sebagai berikut:

1. Tidak berada pada *stopper* dan tongkat tidak menyentuh penghalang,
2. Berada pada *stopper* tetapi mendapat perintah untuk bergerak



Gambar 2: State machine sebuah Carrier

Sedangkan persyaratan agar carrier berhenti adalah

1. Berada pada stopper dan tidak mendapat perintah untuk bergerak
2. Tidak berada pada stopper dan tongkat menyentuh penghalang

Pola gerak ini akan dituangkan dalam bentuk state-machine sebagai metode yang akan dipakai pada program komputer yang akan mensimulasi pergerakan carrier pada lintasan iradiasi.

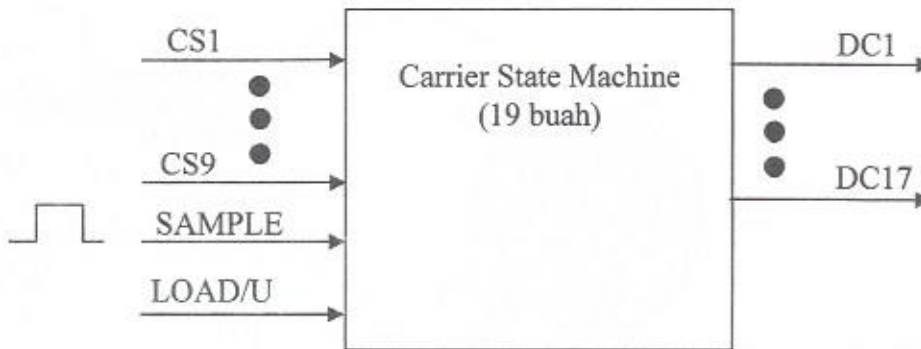
3. HASIL PEMODELAN

Dalam mengkaji pola gerak yang terjadi pada mesin iradiator, kami mendapatkan hasil pemodelan yang dapat dituangkan dalam formulasi atau bentuk matematis. Salah satu formulasi yang umum dipakai untuk pemodelan proses otomatis adalah berbentuk grafis, yaitu sebagai state machine¹ atau dalam bentuk kalimat program komputer, yaitu *pseudo-code*..

Model Carrier

Carrier memiliki dua state, yaitu BERGERAK menuju ke segmen berikutnya atau BERHENTI pada segmen di mana dia berada. Carrier memiliki tongkat yang mengarah ke depan yang memiliki sensor mekanik untuk mengetahui adanya penghalang.

Adanya penghalang yang mengenai ujung tongkat ini akan menyebabkan carrier berhenti bergerak atau menuju ke state BERHENTI. Jadi perpindahan dari satu state ke state lainnya dipicu oleh status tongkat apakah menyentuh penghalang berupa carrier di depannya. Carrier akan berhenti jika berada pada stopper dan akan bergerak jika adanya perintah gerak. Gambar 2 memperlihatkan state machine untuk suatu carrier. Gambar ini memperlihatkan dua status yaitu BERGERAK dan BERHENTI. Transisi antara kedua state tersebut beserta kondisi terjadinya transisi tersebut digambarkan pada garis yang ujungnya memiliki tanda panah.



Gambar 3: Blok diagram input/output

Iradiator yang akan dibuat simulasi nya memiliki 19 *carrier* dan 9 *stopper*. Dengan demikian secara blok diagram simulasi ditunjukkan seperti gambar 3.

Pada gambar 3, CS1 sampai CS9 adalah masukan di mana perintah JALAN dapat diberikan pada *stopper*. Pada kondisi nyata, input ini berupa pemicu pnuematik yang akan menggerakkan kait pada *carrier* sehingga *carrier* terkait dan ikut bergerak pada rantai penarik. Khusus pada *stopper* di titik B, perintah LOAD akan diberikan jika *carrier* yang telah dimuati dengan objek yang akan dikenai radiasi. Perintah ini diberikan secara manual oleh operator yang bertugas.

Perintah SAMPLER hanya terdapat pada simulasi. Ini berupa sinyal *clock* periodik yang dipergunakan untuk menjalankan *state machine* dan melaksanakan algoritma logika dan komputasi dosis radiasi pada tiap *carrier*. Teori sampling mensyaratkan bahwa periode sampling harus lebih kecil dari setengah periode sinyal. Persyaratan ini harus dipenuhi dengan memberikan panjang pulsa pemicu pada CS1 sampai CS9 harus lebih panjang dari 2 kali periode sampling. Sebagai keluaran adalah dosis yang diterima pada *carrier* DC1 sampai DC19.

Pseudo-code simulasi

Berdasarkan pemodelan di atas, kita dapat membuat algoritma proses simulasi pada mesin iradiator seperti yang

tertera pada *pseudo-code* dalam gambar 4. *Pseudo-code* simulasi ini akan dijalankan setiap kali pulsa SAMPLER datang. CSx merupakan bagian input *stopper* menerima perintah dari PLC yang dapat mempengaruhi *state* suatu *carrier* yang berada pada *stopper* tersebut.

4. DESAIN PERANGKAT LUNAK

Perangkat lunak dibuat dengan menggunakan menggunakan bahasa pemrograman berbasis *object oriented*. Untuk ini maka berdasarkan pemodelan di atas, kami merancang beberapa objek yang memiliki sifat properti seperti yang telah dimodelkan; Objek tersebut adalah

CPath: untuk menggambarkan lintasan yang dilewati oleh *carrier*.

CPath memiliki properti dan metode: sebagai berikut:

SegmentID: adalah no identitas segmen lintasan

Koordinat X,Y: adalah koordinat suatu segmen lintasan di dalam ruang iradiasi

Intensitas Radiasi: adalah intensitas radiasi pada segmen lintasan

Panjang Segmen: adalah panjang segmen

IsStopper(): adalah fungsi yang memberitahukan apakah pada segmen tertentu terdapat sebuah *stopper*

CCarrier, untuk menggambarkan *carrier* yang berjalan pada lintasan iradiasi. *Ccarrier* memiliki sifat properti dan metode sebagai berikut

```
BEGIN ALGORITHM
FOR EACH k
IF Carrier pada stopper THEN
BEGIN
    IF CSx='JALAN' THEN
        State = BERGERAK
    ELSE
        State=DIAM
    END
ELSE
BEGIN
    IF Tongkat terkena penghalang THEN
        State=DIAM
    ELSE
        State=BERGERAK
    END
END
HITUNG DOSIS;
IF State=BERGERAK THEN
    BEGIN
        MOVE Carrier TO Next Line Segment
    END
END ALGORITHM
```

Gambar 4: Psuedo-code Simulator

CarrierID: adalah no identitas *carrier*
Koordinat X,Y: adalah koordinat dimana *carrier* berada
SegmentID: untuk menunjukkan posisi *carrier* relatif terhadap segmen lintasan
State: adalah status *carrier* dalam keadaan bergerak atau berhenti
Panjang Tongkat: adalah panjang tongkat yang dimiliki *carrier*

CSequencer: merupakan *class* objek yang akan melakukan kegiatan utama dalam proses simulasi. Objek ini memiliki sifat properti dan metode sebagai berikut:
SequenceID: adalah menunjukkan urutan *sequence*
Time base: merupakan basis waktu yang dijadikan waktu tempuh pada satu segmen lintasan
Start(): Perintah untuk memulai *sequence*
RUN(): untuk memerintahkan *Carrier* agar bergerak

Stop(): Memberhentikan *sequence*
HitungDosis(): dipergunakan untuk menghitung dosis kumulatif
GerakkanCarrierPadaSegment(): Untuk menggerakkan *carrier* dari satu segmen ke segmen berikutnya
TampilkanAnimasi() Untuk menampilkan animasi dan pekerjaan grafis lainnya

CStopper, adalah *class* objek yang menggambarkan *Stopper*. *CStopper* memiliki sifat properti dan metode sebagai berikut:

StopperID: adalah no identifikasi untuk tiap *stopper*
Koordinat X,Y: adalah posisi koordinat *stopper* pada ruang iradiasi
SegmentID: menunjukkan posisi *stopper* relatif terhadap segmen lintasan

STOP() untuk memerintahkan *Carrier* berhenti bergerak.

Objek tersebut berinteraksi satu sama lainnya dibawah koordinasi *CSequencer*. *Timer* pada *sequencer* memberikan sinyal *sampler* untuk menggerakkan proses simulasi.

:

5. PEMBAHASAN

Pendekatan matematis diskrit dalam pembuatan model simulator ini tidak memberikan nilai perhitungan yang akurat. Tetapi selama ukuran segmen yang cukup kecil, maka akan kita dapatkan perhitungan yang cukup memadai untuk penggunaan praktis. Jika segmen dibuat sangat kecil maka kita harus memperhitungkan waktu komputasi, terutama waktu melakukan animasi grafik agar grafis yang dihasilkan tidak terputus-putus. Kompromi diperlukan pada waktu penetapan panjang segmen dan basis waktu, sehingga akan didapat animasi yang halus. Jika dihubungkan input simulasi dengan *PLC* maka perlu diperhatikan juga lebar waktu picu yang dikirinkan oleh *PLC* tersebut. Lebar waktu trigger tersebut harus memenuhi aturan teori *sampling*, jadi tidak dapat dibuat sangat singkat. Lebar waktu minimal adalah dua kali basis waktu yang dikonfigurasi pada program simulator ini.

6. KESIMPULAN.

Dalam pemodelan sistem iradiator serbaguna, kita dapat menampilkan gerakan *carrier* yang berjalan pada lintasannya dan sekaligus dapat pula menghitung dosis radiasi yang diterima oleh benda yang mengalami iradiasi tersebut. Model simulator ini dapat menerima input secara fisik melalui *PLC (Programmable Logic Controller)* karenanya akan dapat difungsikan untuk menguji program pengendalian gerakan *carrier*. Perhitungan dosis dapat juga dilakukan sehingga kita dapat merencanakan proses iradiasi sesuai dengan dosis yang diinginkan.

7. DAFTAR PUSTAKA

1. Peatman, J.B.: Design Digital System, McGraw-Hill, Singapore, 1980

2. Liu, C. L.:Elements of Discrete Mathematics, McGraw-Hill, New York, 1977