

DESAIN KONSEP SISTEM INSTRUMENTASI DAN KENDALI IRADIATOR GAMMA SERBA GUNA 2 X 250 kCi

Dian F Atmoko¹, S.Budihardjo¹, Ikhsan S¹,
¹Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN)
Pusat Rekayasa Perangkat Nuklir

ABSTRAK

DESAIN KONSEP SISTEM INSTRUMENTASI DAN KENDALI IRADIATOR GAMMA SERBA GUNA 2 X 250 kCi. Telah dilakukan desain konsep sistem instrumentasi dan kendali (SIK) iradiator gamma serba guna 2 x 250 kCi. Permasalahan utama SIK terdapat pada cara mendapatkan dosis serap yang sama dan mekanisme start-up/shut-down dengan faktor keselamatan tinggi. Dari hasil desain konsep, SIK terbagi atas tiga bagian yaitu safety, operasi dan security. Ketiga bagian tersebut digunakan sebagai parameter start-up dan shut-down pada instalasi iradiator yang terkoneksi secara interlock untuk menjamin keselamatan. Keseragaman dosis diperoleh melalui pengaturan waktu penyinaran dengan cara menghentikan gerakan carrier pada titik tertentu dan selama selang waktu tertentu, dengan kecepatan motor penggerak carrier dibuat konstan.

Kata kunci : **interlock, instrumentasi, kendali**

ABSTRACT

CONCEPTUAL DESIGN OF MULTY PURPOSE GAMMA IRRADIATOR 2 X 250 kCi INSTRUMENTATION AND CONTROLL SYSTEM. It has been made a conceptual designed of multy purpose 2 x 250 kCi gamma irradiator instrumentation and controll system (ICS). The problem in ICS of the irradiator is how to get thesame dose rate and start-up/shut down mechanism with highest safety factor. The conceptual designed of ICS has tree parameters such as safety, operation and security. The tree of parameters used to start-up and shut-down in irradiator instalation with interlock system connection to guaranted of safety. The equality of dose rate is obtained by controlling the exposed time with stopped of carrier conveyor in point of stopped carrier and for delay time, with the constant speed of prime mover carrier the equality.

Key word : **interlock, instrumentation, control**

1. PENDAHULUAN

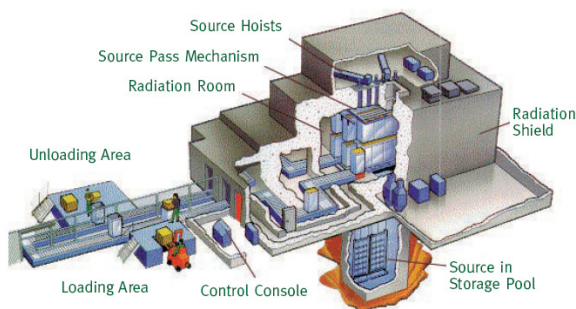
Sebagian besar produk pertanian, khususnya buah-buahan dan sayuran lebih banyak dikonsumsi dalam bentuk segar dari pada dalam bentuk olahan. Disamping mengandung bahan-bahan seperti protein, karbohidrat dan vitamin masih cukup tinggi, juga masih mempunyai cita rasa yang segar dan menarik. Namun demikian karma sifat dari produk pertanian itu sendiri yang mudah busuk dan rusak maka alternatif untuk diolah menjadi produk pasca panen merupakan hal yang bijaksana untuk di lakukan. Tingkat kerusakan produk pertanian khususnya buah dan sayuran diperkirakan sekitar 30 %

sampai dengan 40 % , sedangkan 60 % dikonsumsi dalam bentuk segar dan olahan^[1]. Berdasar pada kondisi tersebut diperlukan teknologi pengawetan pada bahan pangan produk pasca panen seperti sayuran dan buah-buahan agar dapat tahan lama.

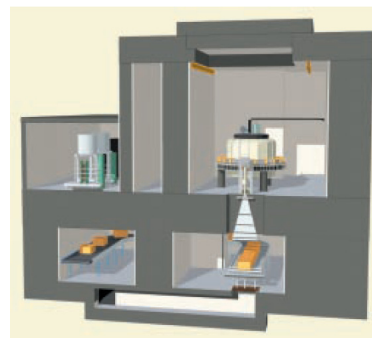
Salah satu pemanfaatan teknik nuklir dalam bidang pertanian dan pangan adalah penggunaan sinar gamma untuk meradiasi bahan pangan dan produk-produk pertanian lainnya. Iradiasi terhadap komoditi pertanian dapat dilakukan untuk tujuan pengawetan makanan^[2], atau membunuh hama dan penyakit yang mungkin masih terkandung dalam tanaman untuk tujuan karantina.

Masyarakat awam banyak yang meragukan keamanan penggunaan iradiasi gamma untuk bahan pangan, namun Food & Drug Administration (FDA) USA pada tahun 1986 mengizinkan penggunaan iradiator sebagai alat proses pengawet buah-buahan dan sayuran^[3], dan juga JECFI (Joint Expert Committee on Food Irradiation) pada tahun 1980 telah merekomendasi bahwa dosis sampai 10 kGy aman untuk dikonsumsi^[3]

Menurut Permenkes nomor 701/MENKES/PER/VIII/2009 tentang pangan iradiasi dijelaskan bahwa "iradiasi pangan adalah metode penyinaran terhadap pangan baik dengan menggunakan zat radioaktif maupun akselerator untuk mencegah terjadinya pembusukan dan kerusakan, membebaskan pangan dari jasad renik patogen serta mencegah pertumbuhan tunas"^[4]. Jadi menurut definisi tersebut proses iradiasi pangan merupakan salah satu metode untuk mengawetkan makanan ataupun bahan pangan tanpa menggunakan bahan pengawet. Dalam peraturan tersebut dijelaskan pula ada tiga jenis sumber radiasi untuk pangan, yaitu iradiator gamma dengan Co60 atau Cs137, Mesin pembangkit sinar-X dengan energi di bawah 50 MeV dan mesin berkas elektron dengan energi di bawah 10 MeV. Dari ketiga jenis sumber tersebut iradiator gamma dengan Co60 atau Cs137 relatif lebih efisien baik secara kualitas dan kuantitas, dibandingkan dengan kedua jenis yang lain, karena tidak harus melalui proses pembangkitan energi. Gambar 1 menunjukkan model iradiator dengan sumber gamma dan mesin berkas elektron.



a. Iradiator gamma dengan sumber gamma^[3]



b. Iradiator dengan mesin berkas eletron^[3]

Gambar 1. Jenis iradiator

2. DASAR TEORI

Menurut SK Ka. Bapeten No. 11/Ka-Bapeten/VI-99^[5], tentang izin konstruksi dan operasi iradiator gamma diterangkan bahwa jika ditinjau dari cara pengoperasiannya, iradiator gamma terdiri atas dua tipe, yaitu tipe basah dan tipe kering. Dikatakan tipe basah, karena target harus di masukkan ke dalam kolam sumber saat akan diradiasi, sehingga carrier pembawa target harus kedap air. Dari sisi pengendalian dan operasional tipe ini relatif mudah, tetapi diperlukan sumber gamma yang cukup besar dan teknologi carrier yang kedap air. Sedangkan pada tipe kering, sumber saat tidak digunakan berada dibawah kolam. Dan pada pada saat akan digunakan baru dinaikan ke atas, antara carrier target dan sumber gamma tidak terdapat penghalang, sehingga energi gamma yang terpancar dapat maksimal mengenai target. Dengan demikian tidak diperlukan kapasitas sumber yang besar. Dan dari sisi pengendalian tingkat kesulitan terletak pada mekanisme *start/stop carrier* yang bekerja secara mekanik. Beberapa hal yang disyaratkan dalam mendesain iradiator untuk tipe kering yaitu :

1. Peralatan keselamatan umum, seperti pemadam kebakaran sesuai dengan petunjuk Departemen Tenaga Kerja, penangkal petir, ventilasi (pertukaran udara minimum 20 kali/jam atau konsentrasi ozon di

udara tidak melebihi nilai batas, yang diizinkan yaitu : 0,1 ppm).

2. Peralatan keselamatan khusus keselamatan radiasi, seperti sistem menurunkan sumber radiasi dalam keadaan darurat, sistem penggerak sumber radiasi secara manual, wadah sumber radiasi, lampu tanda iradiasi, sistem *interlock*, delay timer, alat pengindera suhu, dan perlengkapan radiasi survaimeter, monitor perorangan, monitor radiasi ruangan serta Tanda radiasi

3. TATA KERJA

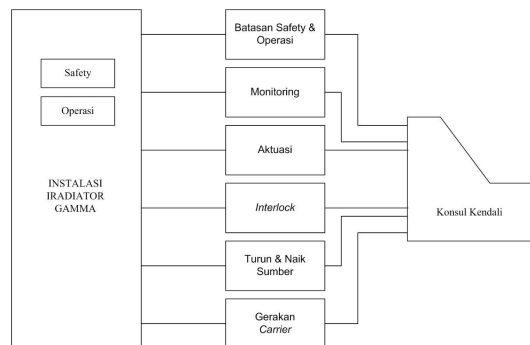
Dalam menentukan desain konsep untuk SIK iradiator gamma dilakukan beberapa tahapan yaitu :

1. Melakukan studi pustaka, yang terkait dengan iradiator gamma.
2. Melakukan kunjungan ke industri, dalam rangka mendapatkan gambaran umum konsep SIK untuk iradiator gamma yang sudah ada.
3. Melakukan diskusi terkait dengan hubungan SIK untuk iradiator gamma, dengan disiplin ilmu lainnya, yaitu proses, mekanik, dan sipil.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistim instrumentasi dan kendali berfungsi menjalankan tugas operasi dan keselamatan, berkaitan dengan proses iradiasi pengawetan hasil pertanian, meliputi pengendalian kedudukan sumber radiasi, level air kolam penyimpanan, gerakan *carrier* pembawa obyek iradiasi, sistim *interlock*, dan sebagai perangkat untuk melakukan pengecekan terhadap fungsi dari peralatan yang ada di fasilitas iradiasi. Di samping itu sistim ini juga berfungsi untuk mencegah terjadinya kecelakaan dan kesalahan selama pengoperasian fasilitas, serta melindungi manusia terhadap bahaya radiasi dan fasilitas itu sendiri, misalnya dari kebakaran, banjir, dll. Semua mekanisme tersebut saling

berhubungan secara *interlock*, artinya jika salah satunya terjadi ketidaknormalan kondisi, maka sistim akan memerintahkan sumber radiasi turun (*shut down*) pada saat operasi, atau tidak dapat dilakukan naikan sumber.



Gambar. 2. Bagan umum sistim instrumentasi dan kendali^[8]

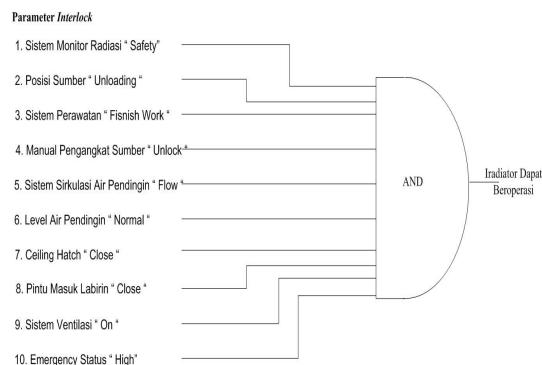
Bagan umum sistim instrumentasi dan kendali iradiator tersebut ditunjukkan pada Gambar 2. Perangkat yang terlibat dalam iradiator gamma berfungsi untuk proses operasi pengiradian produk serta keselamatan, selama dan setelah operasi. Sistim instrumentasi mengendalikan dua jenis perangkat tersebut (keselamatan dan operasi) sehingga dapat berfungsi sesuai dengan yang diinginkan. Berikut beberapa sistem yang diterapkan pada SIK iradiator gamma:

A. Sistim *Interlock*

Mekanisme *interlock* merupakan salah satu syarat yang harus diterapkan pada proses pengendalian iradiator gamma. Tujuannya agar saat terjadi kegagalan pada salah satu parameter operasi yang disyaratkan, sumber gamma tidak dapat dinaikan, atau saat operasi iradiasi berlangsung sumber akan turun secara gravitasi, sehingga aspek keselamatan saat akan operasi dan saat operasi iradiasi dapat terpenuhi. Secara umum parameter *interlock*, yang terlihat pada gambar 3, terdiri dari :

1. *Interlock* dengan sistim monitor radiasi, terdiri atas dua kondisi yaitu "Aman" dan "Bahaya", indikator harus dalam kondisi "Aman", jika kondisi "Bahaya" sistim akan trip.
2. *Interlock* dengan posisi sumber, terdiri atas dua kondisi yaitu "Loading" dan "Unloading", indikator harus dalam posisi "unloading", jika kondisi "Unloading" sistem akan trip.
3. *Interlock* dengan sistim perawatan, terdiri atas dua kondisi yaitu "under work" dan "finish work", indikator harus kondisi "finish work", jika dalam kondisi "under work", maka sistim tidak dapat dioperasikan.
4. *Interlock* dengan manual pengangkat sumber, terdiri atas dua kondisi yaitu "lock" dan "unlock", indikator harus dalam kondisi "Unlock", jika dalam kondisi "lock", maka sistim tidak dapat dioperasikan.
5. *Interlock* dengan sistim sirkulasi air pendingin, terdiri atas dua kondisi yaitu "Flow" dan "Unflow", indikator harus dalam kondisi "Flow", jika dalam kondisi "Unflow", maka sistim tidak dapat dioperasikan.
6. *Interlock* dengan level air pendingin, terdiri atas dua kondisi yaitu "Normal" dan "Abnormal", indikator harus dalam kondisi "Normal", jika dalam kondisi "Abnormal", maka sistim tidak dapat dioperasikan.
7. *Interlock* dengan *ceiling hatch*, terdiri atas dua kondisi yaitu "Open" dan "Close", indikator harus dalam kondisi "Close", jika dalam kondisi "Open", maka sistim tidak dapat dioperasikan.
8. *Interlock* dengan pintu masuk labirin, terdiri atas dua kondisi yaitu "Open" dan "Close", indikator harus dalam kondisi "Close", jika dalam kondisi "Open", maka sistim tidak dapat dioperasikan.
9. *Interlock* dengan sistim ventilasi, terdiri atas dua kondisi yaitu "On" dan "Off", indikator harus dalam kondisi "On" yang berarti ventilasi telah beroperasi, jika tidak maka sistim tidak dapat dioperasikan.

10. Darurat (*emergency*). Untuk operasi, sinyal gawat darurat harus "high", sinyal ini digunakan oleh operator jika ingin menghentikan operasi iradiator secara mendadak.

Gambar. 3. Sistim *interlock*

B. Sistim Uji Diri Peralatan

Sistim ini berfungsi untuk menguji unjuk kerja fungsi peralatan keselamatan sebelum iradiator dijalankan seperti pada:

- a. Sistim *intelock* dan sistim keselamatan radiasi.
- b. Integritas kolam dan kran-kran air.
- c. Posisi mekanik sistim rak sumber.
- d. Sistim pendeteksi posisi dan pergerakan rak sumber
- e. Sistim kontrol kelistrikan rak sumber
- f. Catu daya darurat (UPS) yang menyalakan sistim peringatan monitor radiasi.
- g. Sistim proteksi radiasi.
- h. Sistim darurat yang akan mengembalikan rak sumber yang macet ke posisi asal di dalam kolam.
- i. Sistim yang akan digunakan untuk memindahkan sumber ke dan dari kendaraan pengangkut
- j. Sistim konveyor.

C. Sistim Aktuasi

Sistim ini berfungsi untuk memberikan perintah pada peralatan operasi yang bekerja secara elektrik maupun mekanik, jika dalam kondisi normal sistim aktuasi akan menggerakkan peralatan operasi sesuai dengan yang diinginkan. Dalam kondisi

abnormal harus mampu menyalakan lampu dan membunyikan alarm serta menunda pengoperasian sistim iradiator apabila:

- a. Jalur masuk ke ruang iradiasi tidak ditutup oleh target (*carrier*) yang akan diiradiasi. Bila jalan masuk terbuka maka sumber secara otomatis akan diturunkan ke kolam penyimpanan.
- b. Jika kunci masuk/pintu utama tidak terpasang pada posisinya.
- c. Jika masih ada orang di dalam ruang iradiasi.
- d. Jika ada orang masuk ke ruang iradiator saat sumber terekspose akan mengakibatkan sumber kembali ke kolam penyimpanan.
- e. Sistim instrumentasi menyalakan lampu dan membunyikan alarm selama waktu tertentu saat sumber akan dinaikkan ke posisi untuk iradiasi.
- f. Dosis radiasi disekitar daerah kerja melebihi 25 μ Sv perjam pada permukaan dinding saat dilakukan iradiasi.
- g. Dosis radiasi pada ketinggian lebih dari 30 cm di atas kolam iradiasi melebihi 25 μ Sv perjam saat sumber disimpan di kolam penyimpanan.
- h. Tingkat panas dan asap yang ada di dalam ruang iradiator berlebihan.
- i. Kehilangan sumber radiasi pada saat melakukan iradiasi. (Dalam hal ini conveyor produk yang sedang berjalan harus dihentikan secara otomatis).
- j. Terjadi kontaminasi air kolam iradiator. (Sekaligus mematikan sistim purifikasi air kolam).

D. Sistim Monitoring

Sistim ini berfungsi untuk menampilkan indikator status atau kondisi terkini operasional dan keselamatan dari masing-masing peralatan instrumentasi yang terpasang pada instalasi iradiator, antara lain:

- a. Posisi sumber radiasi
- b. Besar paparan radiasi lingkungan

- c. Besar paparan radiasi di dalam ruang iradiasi
- d. Waktu ekpos.
- e. Tingkat panas dan asap di dalam ruang iradiasi.
- f. Nilai Ozon di dalam ruang iradiasi.
- g. Status pintu masuk/keluar
- h. Status sistim purifikasi
- i. Status sistim conveyor.
- j. Indikator Start Up dan Shut Down.
- k. Indikator Master Key status OK.
- l. Indikator overdosis.
- m. Indikator Keselamatan status OK.
- n. Indikator kerusakan/kegagalan (power, conveyor, dan lain-lain).
- o. Indikator Emergensi/Kedaruratan.

E. Sistim kendali pewaktuan dan gerakan carrier

Sistim kendali pewaktuan iradiasi diperlukan untuk menentukan jumlah dosis yang diterima target. Mekanisme pewaktuan dilakukan secara otomatis terprogram bersama dengan pola gerak *carrier* (target), dengan sasaran utama setiap target akan mendapatkan dosis radiasi yang sama selama melalui (masuk dan keluar) ruang iradiasi.

F. Konsul Kendali

Pengoperasian sistim iradiator dilakukan di ruangan operator dengan fasilitas konsul operator, yang terdiri atas sub-sub panel operasi baik untuk operasi normal, operasi darurat maupun saat akan dilakukan perawatan. Konsul ini terdiri atas tombol-tombol operasi, lampu indikator, alarm serta perangkat komputer yang dilengkapi dengan software SIK (sistim instrumentasi dan kendali) Iradiator. Software SIK Iradiator berfungsi untuk menampilkan diagram proses iradiasi, parameter operasi dan aktuasi kendali.

G. Sistem Keamanan

Sistem keamanan fasilitas iradiator berfungsi untuk melindungi fasilitas dan personil dari gangguan luar yang tidak diharapkan. Perangkat pendukung sistem ini meliputi :

1. Modul deteksi personil, berfungsi untuk mendeteksi adanya gerakan manusia (personil) yang tidak berkepentingan di sekitar fasilitas iradiator dan atau dalam ruang iradiator.
2. CCTV, berfungsi untuk memonitor personil di sekitar fasilitas iradiator.

5. KESIMPULAN

Dari hasil uraian di atas didapat beberapa simpulan yaitu :

1. SIK iradiator terdiri dari tiga kelompok yaitu safety, operasi dan security. Sistem safety terkait dengan keselamatan personil terhadap radiasi, sistem operasi terkait dengan parameter yang menentukan iradiator dapat beroperasi dan sistem security terkait dengan keamanan fisik dari instalasi iradiator.
2. Dosis radiasi, ditentukan dengan mengatur waktu tunda pergerakan carrier yang di operasikan melalui SIK iradiator.
3. Dalam SIK untuk iradiator harus memperhatikan faktor keselamatan yang tinggi, salah satunya dengan mekanisme *interlock*,

6. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kementrian Riset dan Teknologi, atas biaya penelitian yang telah diberikan kepada Tim Disain Iradiator Gamma 2 x 250 Kci.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Aneka Pengolahan Produk Pertanian, Instalasi Penelitian dan Pengkajian Teknologi Pertanian, DKI Jakarta, 1997.
- [2]. MAHA M., Prospek Penggunaan Tenaga Kerja Nuklir dalam Bidang Teknologi Pangan, Buletin, Batan, P. 19-28, Jakarta, 1985.
- [3]. Health Physics Society., Food Irradiation.,

www.hps.org/documents/foodirradiation.pdf, di-access tanggal 19 Februari 2009.

- [4]. Pangan Iradiasi, Permenkes Nomor 701/MENKES/PER/ VIII/2009
- [5]. Keputusan kepala badan pengawas tenaga nuklir nomor : 11/kabapeten/vi-99 tentang izin konstruksi dan operasi iradiator.
- [6]. Rel-ion., Profil Perusahaan Fasilitas Iradiator Gamma., Bekasi., 2009.
- [7]. Process Instrumentation and Control., API Recommended Praticce 554., First Edition, September 1995.
- [8]. Disain Dasar Mekanik, Elektrik, Dan Instrumentasi & Kendali Iradiator Gamma Pengawet Hasil Pertanian, Tim Disain Iradiator Gamma, PRPN, 2009