

## **PERKEMBANGAN PENGGUNAAN TEKNIK RADIOPERUNUT DALAM INDUSTRI**

Wandowo

Pushitbang Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN, Jakarta

### **ABSTRAK**

**PERKEMBANGAN PENGGUNAAN TEKNIK RADIOPERUNUT DALAM INDUSTRI.** Teknik radioperunut telah lama dapat memberikan kontribusi untuk mengungkapkan berbagai masalah yang menyangkut dinamika suatu sistem proses industri. Aplikasi teknik radioperunut ditentukan oleh tiga komponen utama, yaitu radioisotop, deteksi radiasi dan interpretasi data hasil eksperimen. Ketiga komponen utama tersebut terus mengalami perkembangan untuk mengatasi permasalahan dan kebutuhan yang menyangkut pengoperasian unit instalasi proses-proses industri. Komponen radioisotop telah mengalami perkembangan dengan diciptakannya generator radioisotop sehingga risiko bahaya radiasi dapat dikurangi dan penyampaian radioisotop ke lokasi industri lebih mudah penanganannya. Perkembangan dalam deteksi radiasi tidak lepas dari kemajuan yang sangat pesat dari mikroprosesor dan komputerisasi, sehingga detektor dapat mencatat dan menyimpan data pulsa pancaran radiasi dalam orde waktu yang sangat singkat. Dalam interpretasi data hasil eksperimen, pendekatan dari pembuatan simulasi model matematis eksperimen dengan radioperunut dapat saling mengisi untuk mengungkapkan berbagai fenomena proses alir dalam tangki pemroses, tanpa harus menghentikan proses produksi. Pada umumnya problematik yang menyangkut dinamika suatu sistem dalam setiap industri dapat diungkapkan dengan teknik radioperunut, namun tantangan utama datang dari industri minyak bumi, industri pemrosesan mineral dan industri petrokimia.

### **ABSTRACT**

**DEVELOPMENT OF RADIOTRACER TECHNIQUES IN INDUSTRY.** Contribution of radiotracer techniques to solve problems in industrial process plants have been recognized since a long time. Radiotracer application was governed by three main components, namely radioisotopes, radiation detection and data interpretation of an experiment. The three main components mentioned above have been continually developed to overcome problems relating to the operation of industrial process plants. The availability of isotope generator is one of the development aspect in radiotracer technique. Radiation hazard in radiotracer experiment may be reduced by applying isotope generator and on the other hand the delivery of radiotracer to the plant site from the radioisotopes producer was made easier. The development of microprocessor in computer system has facilitated data recording, storing and retrieving. Development in mathematical model supported by radiotracer experiment enhance data interpretation and shed light on various phenomena of flow process. Generally a flow dynamic in a process plant in all kind of industries can be studied using radiotracer technique. However the main challenge coming from petroleum, petrochemical and mineral processing industries.

### **PENDAHULUAN**

Salah satu indikator kemajuan suatu negara diukur dari kemajuan industrinya, bahkan kemajuan suatu industri disuatu negara dapat dijadikan senjata untuk menguasai ekonomi dunia. Oleh karena itu kebijaksanaan suatu negara dalam memacu pertumbuhan ekonomi dengan mengembangkan sektor industri banyak ditempuh oleh banyak negara di dunia ini. Tujuan dari pembuatan suatu produk adalah agar barang yang dihasilkan mempunyai nilai tambah yang lebih besar dan memberikan manfaat langsung atau tidak langsung bagi pengguna. Untuk itu diperlukan beberapa tahapan proses, baik proses kimia atau proses fisika, dimana dalam setiap proses dikehendaki terjadi transformasi, terutama transformasi material atau bahan. Asas dari masing-masing pengoperasian proses ini adalah hukum kekekalan masa, energi dan momentum. Pada proses destilasi, absorpsi gas, pengeringan, ekstraksi, kristalisasi dan sebagainya, terjadi perpindahan masa sehingga dalam proses-proses tersebut berlaku hukum kekekalan masa. Pada aliran fluida melalui pipa, proses

pencampuran, proses pengadukan dimana pada proses tersebut akan menyangkut variabel sifat aliran, turbulen atau laminar, maka berlaku hukum kekekalan momentum, sedangkan hukum kekekalan energi berlangsung misalnya pada proses perpindahan panas, konduksi, konveksi dan radiasi, dalam unit penukar panas (heat exchanger). Namun demikian karena peralatan yang digunakan di dalam setiap operasi tersebut perlu dirancang, dimodifikasi serta harus juga melihat faktor-faktor lingkungan, maka selain harus memenuhi fungsinya, alat tersebut juga harus memenuhi aspek keselamatan, kondisi kerja, bentuk serta ukuran dan lain sebagainya. Dengan adanya faktor tersebut maka suatu peralatan atau suatu unit operasi sering tidak dapat menciptakan kondisi ideal operasi untuk memperoleh unjuk kerja yang maksimal. Oleh karena itu berbagai usaha perlu ditempuh agar dengan alat yang tersedia maka proses dan pengoperasiannya dapat diupayakan secara optimal baik dari aspek waktu, material dasarnya, energi serta sarana penunjang lainnya (1).

Pemanfaatan teknik radioperunut dalam industri pada dasarnya dapat dibagi menjadi tiga katagori, yaitu

pemanfaatannya untuk mengungkapkan suatu masalah (*trouble shooting*), untuk pengontrolan proses (*process control*) dan untuk optimasi proses (*process optimization*). Dalam sejarahnya, radioperunut telah digunakan dalam industri sejak lebih dari 40 tahun (2). Penggunaan yang paling sederhana dan sering dilakukan adalah untuk memberikan informasi tentang kondisi suatu obyek untuk mendapatkan jawaban “ya” atau “tidak”, misalnya apakah betul ada kebocoran pada pipa yang didalamnya mengalir suatu fluida. Informasi ini dapat diperoleh tanpa harus membongkar instalasi yang diselidiki sehingga tidak perlu untuk sementara menghentikan atau men-disfungsikan bagian dari instalasi tersebut. Penggunaan radioperunut ini memberikan manfaat yang sangat besar karena kemampuan dari teknik ini dapat untuk menyelidiki karakteristik operasi dan untuk mendiagnose kelainan-kelainan dari suatu unit operasi dalam skala yang sebenarnya. Hal ini berarti bahwa pengaplikasian radioperunut dalam industri dapat dilakukan tanpa mengganggu proses produksinya, sehingga implikasi terhadap kerugian akibat terhentinya proses produksi dapat dihindarkan.

Pemanfaatan teknik perunut untuk mengungkapkan masalah, misalnya dalam studi kebocoran pipa, penyumbatan dan sebagainya, sedangkan pemanfaatannya untuk pengontrolan proses misalnya dalam studi homogenitas pencampuran, kecepatan aliran fluida dalam pipa dan lain sebagainya. Pemanfaatan teknik perunut untuk optimasi proses, ini dilakukan melalui studi distribusi waktu tinggal (*residence time distribution*) dimana data cacahan hasil deteksi diolah dan dianalisis secara sistematis untuk memberikan informasi adanya kelainan atau penyimpangan dari proses yang dilakukan di dalam unit operasi yang dimaksud. Kelainan atau penyimpangan yang terjadi biasanya dapat diperbaiki dengan merubah atau menyesuaikan faktor-faktor operasional atau variabel tertentu dari proses sehingga menjadi lebih optimal.

Dengan makin berkembangnya berbagai jenis dan ragam industri dan adanya tuntutan untuk meningkatkan efisiensi produksi, meningkatkan mutu produk, dan penghematan energi maka berbagai upaya dan kebijaksanaan skala mikro perlu dilakukan serta berbagai pemikiran perlu dikembangkan untuk menghadapi tantangan dan persaingan global.

## ASPEK TEKNIS PERKEMBANGAN TEKNIK RADIOPERUNUT

### Perunut

Teknik perunut adalah suatu teknik untuk mempelajari fenomena dinamika suatu sistem dengan menggunakan bahan perantara yang dinamakan perunut. Untuk itu bahan perunut harus dapat menyatu dengan bahan dari sistem yang dipelajari, baik menyatu secara fisik ataupun menyatu secara kimia. Bahan perunut yang dimaksud bukan hanya bahan perunut yang bersifat radioaktif, akan tetapi juga dapat berupa bahan yang bukan bersifat radioaktif, selama bahan tersebut dapat dideteksi atau dapat diidentifikasi kehadirannya di dalam

sistem yang dipelajari. Dengan dapat teridentifikasinya keberadaan perunut di dalam sistem, maka diharapkan diperolehnya suatu informasi tentang fenomena dinamikanya. Itulah prinsip dasar dari apa yang dimaksud dengan teknik perunut. Penggunaan perunut radioaktif mempunyai kelebihan-kelebihan dibandingkan dengan perunut non radioaktif atau perunut kimia biasa. Kelebihan-kelebihan ini antara lain :

- Dalam konsentrasi yang sangat rendah radioisotop masih dapat terdeteksi secara kuantitatif
- Pancaran radiasi yang merupakan sifat spesifik dari radioisotop, tidak terpengaruh oleh kondisi lingkungan dari sistem, misalnya suhu, tekanan dan lain-lain.
- Dengan menggunakan radioisotop pemancar sinar gamma maka deteksi in situ dapat dilakukan sehingga fenomena dari sistem yang dipelajari dapat diamati secara langsung
- Karena sifat radioaktifitas adalah sifat dari atom maka hanya dengan sedikit jumlah bahan perunut sudah dapat diperoleh aktifitas radioisotop yang cukup tinggi untuk suatu jenis percobaan
- Sistem pendeteksian dapat di-akses ke komputer sehingga data pencacahan langsung dapat diolah dengan suatu program tertentu dan hasilnya dapat langsung disajikan sebagai grafik atau tabel
- Karena sifat radioisotop yang dapat meluruh maka kontaminan akan segera hilang, apalagi bila digunakan radioisotop umur pendek
- Pengujian suatu sistem dengan perunut ganda dapat dilakuksn dengan dua jenis radioisotop yang mempunyai energi yang berbeda yang masing-masing dapat diidentifikasi dengan menggunakan detektor salur ganda

Seperti diketahui bahwa pemilihan radioisotop yang akan digunakan dalam penyelidikan dalam industri biasanya cenderung dipilih radioisotop yang mempunyai umur pendek karena kontaminasi radiasi yang mungkin akan dialami akan segera hilang karena peluruhan. Namun apabila lokasi penelitian letaknya jauh dari reaktor dimana radioisotop tersebut diproduksi maka diperlukan aktivitas yang tinggi agar sesampainya dilokasi penelitian masih dapat digunakan. Dari jenis radioisotop umur pendek yang sering digunakan sebagai perunut, misalnya  $^{82}\text{Br}$  atau  $^{24}\text{Na}$ , mempunyai energi yang sangat tinggi sehingga menimbulkan kesulitan dalam pengangkutannya kelokasi penyelidikan.

Pada dewasa ini telah berkembang penggunaan generator isotop untuk mengatasi hal tersebut diatas sehingga memungkinkan digunakannya radioisotop umur pendek untuk suatu penyelidikan dilokasi yang jauh dari reaktor produksi radioisotop. Generator isotop adalah suatu sistem alat yang memungkinkan terjadinya keseimbangan dari peristiwa peluruhan yang dialami oleh suatu radioisotop, dimana radioisotop yang mempunyai waktu paruh yang relatif lebih panjang (“induk”) menghasilkan radioisotop lain yang mempunyai waktu paruh yang lebih pendek (“turunan”). Dalam penelitian di lapangan sering digunakan  $^{99m}\text{Tc}$ , yaitu turunan dari  $^{99}\text{Mo}$ . Pemisahan  $^{99m}\text{Tc}$  dari induknya dilakukan dengan cara elusi menggunakan solven tertentu yang dilakukan

di lokasi dimana penelitian diadakan. Pada tabel 1 dapat dilihat beberapa jenis radioisotop beserta turunannya.

Tabel Generator Radioisotop

INDUK		TURUNAN	
Isotop	Waktu Paruh	Isotop	Waktu Paruh
<sup>52</sup> Fe	8,2 jam	<sup>52m</sup> Mn	21 menit
<sup>68</sup> Ge	287 hari	<sup>68</sup> Ga	68,3 jam
<sup>81</sup> Rb	4,7 jam	<sup>81</sup> Kr	13 detik
<sup>82</sup> Sr	25 hari	<sup>82m</sup> Rb	1,3 menit
<sup>87</sup> Y	80 jam	<sup>87m</sup> Sr	2,8 jam
<sup>99</sup> Mo	66,7 jam	<sup>99m</sup> Tc	6,2 jam
<sup>113</sup> Sn	115 hari	<sup>113m</sup> In	99,5 menit
<sup>178</sup> W	21,5 hari	<sup>178</sup> Ta	94 menit

### Teknik Deteksi

Metodologi radioperunut biasanya meliputi empat aspek yang satu sama lain saling berkaitan, yaitu rancangan percobaan, akuisisi data, pengolahan data dan interpretasi data (4). Dengan makin berkembang dan makin kompleksnya problematik yang dijumpai dalam berbagai unit peralatan dalam industri, maka diperlukan keakuratan dan ketelitian dalam mendeteksi aliran radioisotop dalam sistem yang diteliti. Karena dalam penelitian dengan radioperunut ini banyak digunakan radioisotop pemancar sinar gamma, maka detektor yang diperlukan adalah detektor sintilasi. Pada dewasa ini makin banyak dijumpai berbagai alat deteksi isotop yang mudah dibawa ke lapangan dan dirancang agar lebih praktis dimana antara detektor dan alat pencatat intensitas radiasinya (*ratemeter dan scaler*) dihubungkan dengan kabel yang cukup panjang.

Fenomena dinamika dalam proses industri pada umumnya terungkap dari distribusi waktu tinggal elemen aliran masa dari sistem yang diselidiki, dimana ini dapat divisualisasikan oleh distribusi radioisotop yang diinjeksikan pada titik injeksi dalam rangkaian sistemnya. Dalam penelitian semacam ini sering diperlukan banyak detektor yang dipasang secara simultan pada titik-titik tertentu pada rangkaian unit operasi peralatan yang diselidiki, karena diperlukan keakuratan dalam pencatatan waktu, yaitu waktu kapan dilakukannya injeksi radioperunut dan waktu kapan distribusi tibanya radioperunut pada titik-titik deteksi tersebut.

Perkembangan teknologi mikroprosesor dan komputerisasi yang sangat pesat saat ini telah dapat memenuhi tuntutan terhadap persoalan diatas, yaitu dengan diciptakannya instrumen elektronik misalnya *data logger*. Instrumen ini dapat mencatat dan merekam secara akurat pulsa yang dikirim oleh detektor sebagai fungsi dari waktu dan sekaligus, bila diperlukan, dapat menampilkan intensitas pulsa tersebut pada layar komputer (*laptop*) sehingga observasi *in situ* dapat dilaksanakan. Tergantung dari kapasitas dari *data logger* maka beberapa detektor dapat dihubungkan sekaligus pada satu *data logger* sehingga urutan dari aliran radioperunut dapat diikuti dan direkam dengan cermat karena sistem akuisisi data pada *data logger* tersebut

dapat dilakukan dalam interval waktu antara 0,01 – 0,1 detik.

Data lapangan yang diperoleh tersebut sangat berguna untuk memvalidasi model matematika yang dibuat berdasarkan asumsi harga berbagai parameter, sehingga memungkinkan diperolehnya informasi secara lebih aktual dan komprehensif dari suatu unit operasi yang diselidiki terhadap berbagai perubahan besaran parameter proses dan operasionalnya (2).

### Model Matematis dan Distribusi Waktu Tinggal

Proses yang berlangsung dalam rangkaian unit-unit operasi pada umumnya merupakan suatu proses aliran kontinyu dan dipengaruhi oleh berbagai parameter. Nilai dari parameter-parameter ini akan mempengaruhi kesempurnaan proses yang sedang berlangsung. Banyak dilakukan berbagai pendekatan untuk mempelajari dan memahami kelakuan dari aliran masa fluida di dalam tangki pemroses, diantaranya dengan membuat suatu model matematis yang dapat mensimulasikan pola alir masa fluida. Pada dasarnya ada tiga katagori fenomena aliran fluida yang melalui suatu bejana pemroses, yaitu *ideal plug flow*, *ideal stirred tank flow* dan *mixed flow*, sehingga model matematis yang dibuat juga selalu didasarkan ketiga katagori fenomena aliran tersebut. Namun demikian dalam prakteknya fenomena *mixed flow* lebih dominan dari kedua fenomena lainnya. Diantara berbagai parameter yang dijumpai pada proses aliran kontinyu adalah parameter waktu, oleh karena itu pemahaman tentang apa yang dinamakan “distribusi waktu tinggal” dari material yang mengalir dalam bejana pemroses adalah penting sekali karena dari distribusi waktu tinggal dapat ditentukan waktu tinggal rata-ratanya, yaitu rasio dari volume sistemnya dengan aliran volume dari material yang lewat dan fenomena aliran fluida selama berada di dalam bejana pemroses (5). Pada dewasa ini *software* untuk berbagai model matematis yang mensimulasikan hidrodinamika aliran fluida dapat diperoleh dipasaran, sehingga dengan mudah kita dapat menggunakannya untuk mendapatkan informasi fenomena aliran pada berbagai kasus tertentu. Dalam rangka pengembangan dan pembudayaan penggunaan model matematis ini, peran IAEA cukup menonjol dengan mensponsori diadakannya pertemuan antar pakar dan lokakarya. IAEA merekomendasikan untuk diciptakannya model-model matematis yang sederhana yang dapat dimanipulasi dengan komputer dan tidak memerlukan tenaga yang harus mempunyai kualifikasi keahlian matematis tingkat tinggi (4).

Penelaahan terhadap distribusi waktu tinggal (*Residence Time Distribution = RTD*) dapat memberikan informasi tentang karakteristik dari proses alir dalam suatu tangki pemroses dan dengan sendirinya juga informasi tentang fenomena yang terjadi atas aliran material itu sendiri. Terjadinya RTD disebabkan karena pola alir dari setiap unsur dari fluida beragam sehingga kecepatan atau lintasan setiap unsur fluida yang mengalir dalam tangki pemroses tersebut tidak sama, dimana hal ini disebabkan oleh berbagai faktor operasi dan kondisi dari tangki pemroses itu sendiri. RTD dapat divisualisasikan dengan suatu eksperimen menggunakan teknik radioperunut dimana radioperunut diinjeksikan pada *input* dari sistem dan distribusinya dimonitor pada

output nya. Radioperunut yang digunakan tentu saja juga harus mengalami pola distribusi yang serupa dengan masa fluida. Dalam prakteknya biasanya radioperunut diinjeksikan secara spontan pada titik masuk fluida ke dalam tangki pemroses dan dimonitor pada titik keluar tangki pemroses.

Sebelum dilakukan analisis terhadap kurva RTD yang diperoleh dari hasil eksperimen dilapangan, berbagai manipulasi perlu dilakukan, antara lain adalah

- Koreksi peluruhan radioisotop dan koreksi radiasi latar belakang
- *Smoothing*, yaitu penghalusan kurva dengan metode *Fast Fourier Transformation* atau *Polynomial Interpolation*
- Normalisasi kurva
- Akuisisi data
- Dekomposisi kurva
- *Fitting* atau *matching*, yaitu menerapkan kurva model dengan kurva eksperimen setelah diolah.

## INDUSTRI YANG POTENSIAL UNTUK MENGGUNAKAN RADIOPERUNUT

Pada dasarnya teknik radioperunut berguna untuk memberikan informasi tentang berbagai masalah teknis yang menyangkut pengoperasian dan proses-proses dalam industri. Ada permasalahan teknis yang dapat dengan mudah dipecahkan tanpa menggunakan teknik radioperunut, atau permasalahan yang tidak terlalu mendesak untuk segera diselesaikan. Namun demikian cukup banyak permasalahan teknis dalam industri yang sangat kompleks, yang sulit dipecahkan dengan menggunakan teknik biasa dan hanya dengan teknik radioperunut masalah tersebut dapat diungkap karena salah satu keunggulan teknik ini dapat diterapkan tanpa harus menghentikan operasi dari peralatan yang dianggap bermasalah, sehingga tidak harus berpengaruh pada proses produksi dari pabrik yang bersangkutan. Dengan demikian teknik ini sangat bermanfaat baik dari aspek kemampuan teknis maupun dalam menghindari kerugian lebih lanjut. Teknik radioperunut pada dasarnya dapat diaplikasikan secara luas dalam berbagai jenis industri, namun demikian dapat diidentifikasi adanya tiga jenis industri utama ditinjau dari kompleksitas proses dan operasionalnya, dimana radioperunut memungkinkan dapat memberikan kontribusi memecahkan berbagai masalah yang ada. Ketiga kelompok industri tersebut adalah industri minyak bumi, industri petrokimia dan industri pemrosesan mineral. Di dalam ketiga kelompok industri tersebut selain banyak dijumpainya proses-proses yang sangat kompleks, produk-produknya merupakan bahan yang sangat vital karena merupakan bahan baku atau bahan yang diperlukan oleh industri hilir lainnya, sehingga kalau mengalami in-efisiensi dalam produksinya atau mengalami hambatan dalam berproduksi, bukan saja industri bersangkutan akan merugi tetapi akan berdampak merugikan industri lainnya. Pengembangan industri tidak boleh melupakan konservasi lingkungan; teknik radioperunut sangat bermanfaat untuk mengkaji dinamika sistem yang menyangkut masalah lingkungan dan sanitari.

## Industri Minyak Bumi

Dalam industri minyak bumi ada tiga kelompok kegiatan, yaitu eksploitasi sumber minyak, pengolahan minyak mentah untuk mendapatkan berbagai jenis kualitas produk minyak dan distribusi produk untuk sampai ke pengguna.

### Eksploitasi sumber minyak

Eksploitasi minyak dari perut bumi memerlukan suatu tenaga yang berasal dari sumber lain sehingga minyak mengalir dari lapisan-lapisan formasi yang mengandung minyak ke sumur produksi. Untuk menekan biaya eksploitasi tentu saja perlu diupayakan agar tenaga yang digunakan tersebut dapat dikendalikan dengan se-efisien mungkin dengan memanfaatkan adanya tenaga alamiah yang berasal dari adanya aliran aliran minyak bumi dalam lapisan formasi tersebut. Usaha yang kedua, apabila diperlukan, adalah dengan memberikan tambahan tenaga pada aliran minyak bumi dengan cara menginjeksikan fluida (berupa gas atau air), sehingga membantu mendorong minyak menuju sumur produksi. Operasi ini dinamakan *secondary oil recovery* atau *enhanced oil recovery* dan ini merupakan salah satu kegiatan yang harus dicakup oleh apa yang dimaksud dengan pengelolaan reservoir minyak bumi (*reservoir management*). Dalam kaitan dengan maksud tersebut maka diperlukan berbagai informasi, data, fakta-fakta lapangan serta pengetahuan yang relevan untuk mengontrol operasi sehingga biaya operasi dapat ditekan semaksimal mungkin dan untuk mendukung dalam pengambilan keputusan masalah-masalah lainnya. Aplikasi teknik radioperunut terbukti sangat berguna dan bermanfaat dalam pengelolaan reservoir minyak bumi, terutama untuk mengetahui kelakuan dan fenomena aliran minyak bumi dan fluida yang digunakan dalam *secondary oil recovery*. Data yang diperoleh dari hasil percobaan dengan teknik radioperunut dapat memberikan informasi tentang efektivitas dari injeksi fluida dalam mendorong minyak bumi kearah sumur produksi yang ditentukan. Perubahan-perubahan terhadap variabel operasi injeksi fluida perlu dilakukan dan disesuaikan untuk mendapatkan hasil produksi yang lebih optimum.

### Pengolahan Minyak Bumi

Instalasi pengolahan yang paling penting untuk mendapatkan berbagai jenis produk minyak bumi adalah *Fluidized Catalytic Cracking Unit (FCCU)*. Instalasi ini berfungsi untuk mengubah minyak berat menjadi berbagai komponen ringan produk minyak. Unit ini secara teknis merupakan instalasi yang sangat kompleks, karena di dalam instalasi ini berlangsung interaksi multi fase yaitu katalisator fase padat (*granuler*), fase uap (*steam*) dan udara, masing-masing pada kondisi suhu dan tekanan tinggi. Pengoperasian yang efisien dengan variabel kondisi operasi yang tepat terhadap instalasi ini akan memberikan dampak keuntungan yang besar karena perolehan produk-produk yang bernilai jual lebih mahal (*fraksi ringan*) akan lebih banyak. Oleh karena itu berbagai upaya selalu dilakukan oleh industri perminyakan agar instalasi semacam ini selalu dalam kondisi unjuk kerja yang prima. Teknik radioperunut dapat digunakan untuk mengetahui gerakan, distribusi dari proses alir semua fase dalam bagian-bagian instalasi

sehingga dapat memberikan informasi tentang fenomena yang terjadi. Dari data yang diperoleh ini apabila dijumpai adanya penyimpangan atau ketidak sesuaian dengan kondisi operasi dari instalasi maka dapat dilakukan penyesuaian atau perubahan sehingga diperoleh kondisi operasi yang optimum untuk memperoleh produk yang diinginkan.

### Industri Petrokimia

Seperti pada industri minyak bumi, kelompok industri petrokimia biasanya merupakan industri yang bekerja secara kontinyu dan secara teknis terdiri dari instalasi-instalasi yang kompleks. Oleh karena itu penggunaan teknik radioperunut sangat bermanfaat untuk memberikan informasi dan memecahkan berbagai masalah teknis tanpa harus menghentikan operasi dari instalasi yang akan diselidiki. Meskipun teknik radioperunut ini dapat digunakan untuk memberikan informasi berbagai masalah yang menyangkut dinamika suatu sistem, namun manfaat dari aspek ekonomi akan lebih dirasakan apabila teknik ini dapat memberikan informasi dan memecahkan masalah pada proses-proses hulu dari rangkaian proses yang terjadi secara keseluruhan, misalnya pada proses *cracking*, proses fraksinasi primer dan pemisahan-pemisahan gas. Masalah-masalah yang tidak kurang pentingnya bagi manajemen suatu industri kimia adalah bagaimana mereka menghadapi berbagai permasalahan teknis yang harus segera dipecahkan dan ditanggulangi sehingga proses produksi tidak terganggu. Dalam jangka pendek sering mereka dihadapkan dengan masalah-masalah urgen yang berkaitan dengan tidak berfungsinya suatu instalasi yang harus segera diselesaikan agar tidak mengganggu proses produksi. Dalam jangka panjang mereka harus selalu memikirkan bagaimana efisiensi produksi serta kualitas produk harus ditingkatkan. Ini semua menyangkut peningkatan unjuk kerja dari masing-masing instalasi secara keseluruhan.

Pada industri petrokimia pengukuran RTD serta identifikasi adanya penyimpangan fungsi dari reaktor pemroses adalah hal yang sangat penting untuk diketahui agar manajemen segera dapat menentukan langkah-langkah yang diperlukan untuk tetap menjaga kontinuitas produksi. Untuk ini teknik radioperunut mempunyai peranan dan merupakan teknik yang sangat bermanfaat untuk memberikan informasi yang dapat menjawab permasalahan diatas. Beberapa contoh unit instalasi atau reaktor pemroses yang sering dijumpai pada industri petrokimia, yang harus selalu dijaga kinerjanya adalah antara lain :

- Tungku pemecah etilen
- Reaktor polimer
- Reaktor esterifikasi
- Unit hidrasi
- Reaktor amonia

### Industri Pemrosesan Mineral

Industri mineral pada umumnya meliputi bidang kegiatan eksplorasi, penambangan, penghancuran hasil penambangan dan pemrosesan mineral. Produk yang dihasilkan oleh suatu industri mineral, apapun jenis mineralnya, meliputi jumlah yang sangat banyak yang kadang-kadang meliputi jutaan ton. Karena dalam pemrosesan mineral ini biasanya digunakan mesin-mesin dan peralatan berat dan besar, maka dalam pengoperasiannya diperlukan energi yang besar pula. Oleh karena itu selalu diupayakan suatu proses pengolahan yang seoptimum mungkin untuk menghemat energi sehingga secara keseluruhan biaya produksi menjadi lebih hemat. Beberapa contoh kegunaan teknik radioperunut dalam industri pemrosesan mineral antara lain :

- Penentuan parameter kinetik pada proses penghancuran bijih (*grinding*) dan proses flotasi
- Optimisasi proses-proses pencampuran, pemisahan, flotasi, penkayaan dan sebagainya
- Untuk mendapatkan data dalam rangka perbaikan mekanisme proses untuk penghematan penggunaan energi
- Penentuan distribusi ukuran partikel dan kecepatan aliran fase padat.

### DAFTAR PUSTAKA

1. MANIAN, C.V., Introduction to Industrial/Plant Processes, UNDP/RCA/IAEA Regional Training Course on Application of Isotope Techniques in Process Optimisation, BARC Trombay, India (1994)
2. CHARLTON, J.S., Tracers in Industry - State of the Arts, First Meeting of National Coordinators, Industrial Tracer Applications of RCA/UNDP/IAEA Project, Colombo, June 1986.
3. Report of the Consultants Meeting, "Emerging New Applications of Radiotracers in Industry", IAEA Vienna 1997.
4. THERESKA, Jovan, "Tracer Experiments and Residence Time Distribution in the Analysys of Industrial Units", Expert Group Meeting on Flow Modelling and RTD Analysis, Taejon, Korea, 1996
5. THYN, J., "Process Analysis and Diagnosis with Nuclear Techniques", RTC on the Use of Tracer Technology in Industry, Jakarta, Indonesia (1991).
6. Guidebook on Radioisotope Tracers in Industry, Technical Report Series No. 316, IAEA Vienna, 1990

## **DISKUSI**

### **INDROJONO**

Mengingat perkembangan penggunaan teknik radioperunut dalam industri mempunyai prospek yang cukup baik, tetapi dalam kenyataannya masalah alat deteksi sudah cukup tua dan kurang, apakah ada program BATAN untuk mengganti atau menambah alat deteksi sehingga para peneliti yang berkecimpung dalam pengembangan teknik radioperunut tersebut akan lebih bergairah ?

### **WANDOWO**

Saya sebagai peneliti tidak dalam posisi untuk berkompeten menjawab pertanyaan yang bersangkutan dengan program BATAN untuk menambah peralatan. Namun demikian BATAN tentunya juga akan memperhatikan keperluan dari unit-unit yang mempunyai potensi untuk mempromosikan program BATAN kepada masyarakat pengguna. Seperti diketahui aplikasi isotop dalam industri adalah salah satu program BATAN yang sangat potensial mengangkat nama BATAN.