



PROSIDING

PERTEMUAN ILMIAH RADIOISOTOP, RADIOFARMAKA, SIKLOTRON DAN KEDOKTERAN NUKLIR

**Gedung Diklat RSUP Dr. Kariadi
Jl. Dr. Sutomo No. 16
Semarang**

10 – 11 Oktober 2014

*“Current Advances in Radionuclide Technology
Nuclear Medicine and Molecular Imaging”*



**BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
PUSAT TEKNOLOGI RADIOISOTOP DAN RADIOFARMAKA**

GEDUNG 11, KAWASAN PUSPIPEK, TANGERANG SELATAN, BANTEN
TELP/FAX : (021) 756 3141
email : prr@batan.go.id

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kami panjatkan kehadirat Allah atas petunjuk dan karunia yang telah diberikan sehingga Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan Radioisotop, Radiofarmaka, Siklotron dan Kedokteran Nuklir 2014 dengan tema “*Current Advances in Radionuclide Technology Nuclear Medicine and Molecular Imaging*” dapat diterbitkan. Prosiding ini merupakan kumpulan karya ilmiah yang telah lolos proses seleksi yang dilakukan oleh tim penelaah dan telah dipresentasikan dalam seminar pada tanggal 10 dan 11 Oktober 2014 yang bertempat di Aula Gedung Direksi Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Kariadi Jalan Dr Sutomo nomor 16 Semarang.

Pertemuan Ilmiah Tahunan Radioisotop, Radiofarmaka, Siklotron dan Kedokteran Nuklir 2014 diisi dan diikuti oleh kurang lebih 220 peserta yang berasal 10 satuan kerja pemerintah, 14 perwakilan Rumah Sakit, 3 universitas, 7 perwakilan industri dan 2 perwakilan dari luar negeri yaitu dari Royal Prince Alfred Hospital, Australia dan Seoul National University, Korea.

Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka dan Perhimpunan Kedokteran Nuklir Indonesia sebagai pihak penyelenggara seminar ini menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua peserta dan pembawa makalah yang telah berpartisipasi dalam seminar dan aktif memberikan masukan yang bermanfaat bagi semua makalah yang dipublikasikan. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada seluruh Dewan Editor yang telah membantu dalam seleksi, penilaian dan peningkatan mutu makalah untuk bisa dipublikasikan dalam Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan Radioisotop, Radiofarmaka dan Siklotron 2014. Terimakasih pada seluruh anggota dewan redaksi yang telah bekerja keras untuk menyusun dan menerbitkan prosiding ini, serta semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyelenggaraan seminar sampai dapat diterbitkannya prosiding ini.

Besar harapan kami bahwa Prosiding ini akan banyak berguna bagi para pembaca serta semua rekan seprofesi, serta akan dapat menjadi acuan dan titik tolak untuk mencapai kemajuan yang lebih besar untuk perkembangan di bidang radioisotop, radiofarmaka, siklotron dan kedokteran nuklir. Kami sadari bahwa seminar dan prosiding ini tidak lepas dari berbagai kekurangan. Kami mohon maaf dan kritik serta saran yang bersifat membangun demi perbaikan dimasa datang selalu kami harapkan dari rekan sejawat dan pembaca yang budiman.

Serpong, Januari 2015

Tim Editor

Dewan Editor/Penelaah Prosiding PIT 2014

1. Dr. Rohadi Awaludin (PTRR-BATAN)
2. Dr. Martalena Ramli(PTRR-BATAN)
3. Basuki Hidayat, dr, Sp.KN (FK-UNPAD, RS. Hasan Sadikin Bandung)
4. Imam Kambali, PhD(PTRR-BATAN)
5. Drs. Hari Suryanto, M.T(PTRR-BATAN)
6. Drs. Adang Hardi Gunawan(PTRR-BATAN)
7. Widyastuti(PTRR-BATAN)

SUSUNAN PANITIA

Penasehat

1. Prof. Dr. Johan S Masjhur, dr, SpPD-KEMD, SpKN
Perhimpunan Kedokteran Nuklir Indonesia
2. Dra. Siti Darwati MSc
Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka - BATAN
3. A. Hussein S Kartamihardja, dr, SpKN, MH.Kes
Perhimpunan Kedokteran Nuklir Indonesia / Fakultas Kedokteran - UNPAD

Pengarah

1. Dr. Rohadi Awaludin
2. Trias Nugrahadi, dr ,Sp.KN
3. Drs. Hotman Lubis
4. Dra. R. Suminar Tedjasari

Redaktur Prosiding PIT 2014 dan Panitia Pelaksana PIT 2014

1. Ratna Dini Haryuni, M.Farm
2. Herlan Setiawan, S.Si
3. Diah Pristiowati
4. Rien Ritawidya, M.Farm
5. Titis Sekar Humani, M.Si
6. Nur Rahmah Hidayati, M.Sc
7. Drs. Agus Ariyanto
8. Didik Setiaji, A.Md
9. Veronika Yulianti Susilo, M.Farm
10. Wira Y Rahman
11. Indra Saptiama, S.Si
12. Fath Priyadi S.ST
13. Bisma Baron Patrinesha, A.Md
14. Jakaria, S.ST

LAPORAN KETUA PANITIA

Assalamu'alaikumwr.wb.

Segala Pujibagi Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya Pertemuan Ilmiah Tahunan Radioisotop, Radiofarmaka, Siklotron dan Kedokteran Nuklir Tahun 2014 dapat terlaksana dengan baik. Pertemuan ilmiah ini merupakan kegiatan rutin yang terselenggara setiap tahun, kerjasama antara Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka (PTRR) -BATAN dengan Perhimpunan Kedokteran Nuklir Indonesia (PKNI) dan Perhimpunan Kedokteran dan Biologi Nuklir Indonesia (PKBNI).

Tema yang diangkat tahun ini adalah "*Current Advances in Radionuclide Technology Nuclear Medicine and Molecular Imaging*". Pertemuan ini dihadiri oleh 220 peserta dari berbagai kalangan baik dari dalam maupun di luar negeri, meliputi para pembuat kebijakan, peneliti, klinisi, akademisi, serta mitra industri. Bentuk kegiatan yang telah dilaksanakan berupa: *plenary session* dan *keynote speaker*, presentasi oral, presentasi poster, serta pameran produk dari Pusat Diseminasi dan Kemitraan -BATAN dan beberapa mitra industri.

Kegiatan ini bertujuan untuk *sharing* ilmu, memperoleh informasi baru serta menyampaikan hasil-hasil terbaru di bidang radiofarmaka, *molecular imaging*, kedokteran nuklir dan *targeted radionuclide therapy*.

Kami

berharap semoga pertemuan ini dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan perkembangan ilmu di bidang radioisotop, radiofarmaka, siklotron dan kedokteran nuklir serta dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi seluruh pihak. Akhir kata, Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mensukseskan penyelenggaraan kegiatan PIT 2014. Kami juga memohon maaf atas segala kekurangan, semoga tahun depan kita dapat berjumpa kembali pada keadaan yang lebih baik.

Wassalamu'alaikumwr.wb

Ketua Panitia

Ratna Dini Haryuni, M.Farm

KATA SAMBUTAN
KEPALA PUSAT TEKNOLOGI RADIOISOTOP DAN RADIOFARMAKA

Assalamu'alaikum wr. wb.

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah SWT atas nikmat dan karunia-Nya sehingga acara Pertemuan Ilmiah Tahunan Radioisotop, Radiofarmaka, Siklotron dan Kedokteran Nuklir Tahun 2014 dapat dilaksanakan dengan baik sampai dengan terbitnya prosiding. Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Tim Penelaah, Tim Editor dan semua pihak yang terlibat dalam penyelesaian prosiding ini.

Kami mengharapkan prosiding ini dapat digunakan sebagai dokumentasi karya ilmiah para peneliti dan praktisi dalam bidang kesehatan khususnya kedokteran nuklir yang telah dipresentasikan pada Pertemuan Ilmiah Tahunan Radioisotop, Radiofarmaka, Siklotron dan Kedokteran Nuklir Tahun 2014 pada tanggal 10-11 Oktober 2014 di Aula Gedung Direksi Rumah Sakit Umum Pusat Dr.Kariadi Jl. Dr. Sutomo, Semarang, Jawa Tengah. Pertemuan ilmiah ini mengangkat tema "*Current Advances in Radionuclide Technology, Nucluar Medicine and Molecular Imaging*" dengan melibatkan para peneliti dari Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka (PTRR) dan beberapa satuan kerja di lingkungan BATAN maupun perguruan tinggi, para praktisi kedokteran nuklir serta pembicara tamu dari luar negeri yaitu *Royal Prince Alfred Hospital of Australia* dan *Seoul National University of Korea*.

Harapan kami semua semoga prosiding ini dapat dijadikan referensi bagi berbagai pihak terutama para peneliti, pemikir dan pemerhati kesehatan dalam penelitian dan pengembangan radioisotop, radiofarmaka dan siklotron, serta aplikasinya dalam bidang kedokteran nuklir sehingga dapat meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan bagi masyarakat luas.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Kepala Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka

Dra. Siti Darwati, M.Sc

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Dewan Editor / Penelaah Prosiding PIT 2014	ii
Susunan Panitia	iii
Laporan Ketua Panitia	iv
Kata Sambutan Kepala Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka	v
Daftar isi	vi
Preparasi dan Uji Stabilitas ¹⁷⁷Lu-DOTA-F(ab')₂- Nimotuzumab Sebagai Kandidat Radiofarmaka Terapi Kanker	1
Martalena Ramli, Citra R.A.P. Palangka, Lina Elfita, Ratna Dini Haryuni, Titis Sekar Humani	
Penentuan Tangkapan Radiofarmaka ^{99m}Tc-Siprofloksasin Terhadap Ciprofloxacin-Resistant Escherichia coli dan Ciprofloxacin-Resistant Staphylococcus aureus	12
Isti Daruwati, Maria Agustine, Maula Eka Sriyani, Iim Halimah, Rizky Juwita Sugiharti, Nelly D. Leswara	
Kinerja Kolom Generator ⁹⁹Mo/^{99m}Tc dengan Material Berbasis Zirkonium Menggunakan ⁹⁹Mo Aktivasi Dengan Aktivitas 250 mCi	21
Marlina, Sriyono, Endang Sarmini, Herlina, Abidin, Hotman Lubis, Indra Saptiama, Herlan Setiawan, Kadarisman	
Optimasi Pemisahan ¹⁷⁷Lu dari Yb²⁰³ untuk Radioterapi dengan Metode Kromatografi Kolom	28
Triani Widyaningrum, Endang Sarmini, Umi Nur Sholikhah, Triyanto, Sunarhadijoso Soenarjo	
Karakterisasi ¹⁹⁸AuNP Terbungkus PAMAM G4 untuk Penghantar Obat Diagnosa dan Terapi Kanker	35
Anung Pujiyanto, Eni Lestari, Mujinah, Hotman L, Umi Nur sholikhah, Maskur, Dede K, Witarti, Herlan S, Rien R, Adang H G, Abdul Mutalib	
Pengaruh Pencucian Larutan HNO₃ 0,1 N pada Kolom Alumina Asam Terhadap Rendemen dan Kualitas ^{99m}Tc Hasil Ekstraksi Pelarut Metil Etil Keton (MEK) dari ⁹⁹Mo Hasil Aktivasi	42
Yono S, Adang H.G. dan Sriyono	
Modifikasi Kontrol <i>Duct Heater</i> Untuk Mempertahankan Stabilitas <i>Humidity</i> di dalam Cave Siklotron Guna Menunjang Pengoperasian Siklotron CS – 30 BATAN	50
I Wayan Widiana, Sofyan Sori, Jakaria, Suryo Priyono	
Pemisahan Radioisotop Terapi ¹⁸⁸Re dari ¹⁸⁸W Melalui Kolom Generator ¹⁸⁸W/¹⁸⁸Re Berbasis MBZ	57
Sriyono, Herlina, Endang Sarmini, Hambali, Indra Saptiama	
Validasi Kit <i>Immunoradimetric assay Free Prostate Specific Antigen</i> untuk Pemantauan Pembesaran Prostat Jinak Secara <i>In Vitro</i>	65
Puji Widayati, Veronika Yulianti Susilo, Wening Lestari, Agus Ariyanto	

Sintesis Paduan Polimer Polimer Poli-n-Sopropilakrilamida (PNIPA) / Polivinilpirolidon (PVP) Bertanda Iodium-125	71
Indra Saptiama, Eli Fajar Lestari, Herlina, Karyadi, Endang Sarmini, Abidin, Hotman Lubis Triani Widyaningrum, Rohadi Awaludin	
Optimizing Irradiation Parameters of Cyclotron-Produced Radionuclides Cu-64, I-123 and I-124	77
Imam Kambali and Hari Suryanto	
Evaluasi Uptake Radiofarmaka ^{99m}Tc-Siprofloksasin oleh Bakteri <i>Escherichia coli</i> dan <i>Staphylococcus aureus</i> yang Resisten Terhadap Antibiotik Kotrimoksazol Secara In Vitro	86
Sintesis Nanopartikel Emas Menggunakan Reduktor Trisodium Sitrat	95
Herlan Setiawan, Anung Pujiyanto, Hotman Lubis, Rien Ritawidya, Mujinah, Dede Kurniasih, Witarti, Hambali, Abdul Mutalib	
Optimasi Disain untuk Menekan Dimensi dan Berat Modul Kontainer Perisai Radiasi pada Perangkat Brakiterapi	102
Ari Satmoko, Kristiyanti, Tri Harjanto, Atang Susila	

MODIFIKASI KONTROL DUCT HEATER UNTUK MEMPERTAHANKAN STABILITAS HUMIDITY DI DALAM CAVE SIKLOTRON GUNA MENUNJANG PENGOPERASIAN SIKLOTRON CS – 30 BATAN

I Wayan Widiana-PTRR, Sofyan Sori-PTRR, Jakaria-PTRR, Suryo Priyono-PTRR

Gedung 11 Kawasan Puspiptek Setu Tangerang Selatan Telp/Fax: 021-7563141
wayan_nane@batan.go.id

ABSTRAK

MODIFIKASI KONTROL DUCT HEATER UNTUK MEMPERTAHANKAN STABILITAS HUMIDITY DI DALAM CAVE SIKLOTRON GUNA MENUNJANG PENGOPERASIAN SIKLOTRON CS – 30 BATAN. Siklotron CS-30 merupakan sebuah mesin pemercepat partikel bermuatan yang dimiliki BATAN. Salah satu syarat pengoperasiannya adalah kondisi kelembaban (humidity) di ruang Cave siklotron harus di bawah 55 %. Kerusakan sistem pemanas (duct heater) membuat kelembaban meningkat melebihi nilai batas. Untuk mengatasi permasalahan tersebut telah dilakukan modifikasi kontrol duct heater dengan tujuan menghidupkan kembali sistem pemanas dan mempertahankan kehandalan sistem pemanas sehingga stabilitas humidity dapat tercapai. Metodologi yang digunakan adalah dengan memanfaatkan aliran udara masuk dari sistem VAC sebagai indikasi untuk kendali pengoperasian sistem pemanas. Untuk itu telah dibangun suatu unit kontrol berbasis aliran udara yang dapat mengoperasikan sistem pemanas sehingga kestabilan humidity di ruang Cave Siklotron dapat tercapai.

Kata kunci: Siklotron, humidity, modifikasi, kontrol, sistem pemanas

ABSTRACT

MODIFICATION OF DUCT HEATER CONTROL TO MAINTAIN STABILITY OF HUMIDITY IN THE CYCLOTRON CAVE TO SUPPORT OPERATION OF CYCLOTRON CS - 30 BATAN. Cyclotron CS-30 is a charged particle accelerator owned by BATAN. One of the requirements for the operation is moisture condition (humidity) in the Cyclotron Cave which should be below 55%. Damage of the heating system (duct heater) makes the humidity rises above the limit value. To overcome these problems modifications have been made to the duct heater control with the aim of reviving the heating system and maintaining the reliability of the heating system so that stability of humidity can be achieved. The methodology used here is by utilizing the incoming air flow of the VAC system as an indication to control the operation of the heating system. Therefore an air flow-based control unit has been built that can operate the heating system so that the stability of the humidity in the Cyclotron Cave can be achieved.

Keywords : Cyclotron , humidity , modification , control , heating system

PENDAHULUAN

Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka-BATAN memiliki sebuah fasilitas Siklotron CS-30 yang terletak di kawasan Puspiptek Serpong. Siklotron CS-30 BATAN merupakan sebuah mesin pemercepat partikel bermuatan yang digunakan untuk memproduksi radionuklida untuk keperluan radiofarmaka di bidang medis, diantaranya adalah Thallium 201 (^{201}Tl) untuk mendiagnosa kelainan fungsi jantung dan Iodium 123 (^{123}I) untuk mendiagnosa kelainan fungsi organ tubuh [1]. Siklotron CS-30 BATAN merupakan sebuah mesin pemercepat partikel bermuatan yang membutuhkan beberapa persyaratan dalam pengoperasiannya. Dalam sebuah tulisan tentang analisis medan magnet dan berkas proton siklotron CS-30 disebutkan bahwa terdapat beberapa persyaratan dalam pengoperasian siklotron antara lain kompresor udara, air pendingin, *breaker* catu daya, sistem vakum, *breaker* distribusi daya, sistem keselamatan, dan panel general ON-OFF [2]. Diluar sistem siklotron terdapat faktor penunjang yang sangat penting untuk diperhatikan yaitu terkondisinya ruangan *cave* siklotron dengan suhu di bawah $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan kelembaban di bawah 55 %. Suhu ruangan *cave* siklotron di bawah $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ sangat membantu sistem pendinginan tangki siklotron serta sistem siklotron secara keseluruhan sehingga kerja pompa pendingin siklotron lebih efektif. Kelembaban di bawah 55% merupakan persyaratan umum untuk peralatan elektronik dan elektrik untuk menghindari terjadinya hubungan singkat atau arus pendek pada komponen komponen yang sensitif dan memiliki isolasi minim. Pada pengoperasian siklotron CS-30 dapat terjadi *spark* listrik (loncatan bunga api) pada komponen utama siklotron apabila kelembaban di ruang *cave* siklotron tidak dikondisikan di bawah 55 %. Pengkondisian suhu ditentukan oleh udara dingin AHU (*Air Handling Unit*) dari sistem VAC sentral. Untuk menurunkan kelembaban ruangan

maka pada saluran *supply* udara dingin (*ducting*) ditambahkan pemanas (*heater*). Pada *cave* siklotron *heater* tidak dapat berfungsi dengan baik. *Heater* sering rusak yang menyebabkan kelembaban menjadi tinggi. Kerusakan yang sering terjadi diakibatkan oleh kontrol *heater* yang tidak berfungsi. Berdasarkan analisa pada unit kontrol sebelumnya diperoleh hasil analisa bahwa *heater* tetap beroperasi pada saat sistem VAC sentral sudah berhenti beroperasi. Hal ini membuat *heater* menjadi putus atau rusak akibat beroperasi secara terus menerus. Untuk mengatasinya perlu dibuat unit kontrol yang dapat mematikan *heater* pada saat sistem VAC sentral berhenti beroperasi dan *heater* akan bekerja kembali pada saat sistem VAC sentral kembali beroperasi.

TEORI/POKOK BAHASAN

Sistem Pemanas *Ducting* (*Duct heater*)

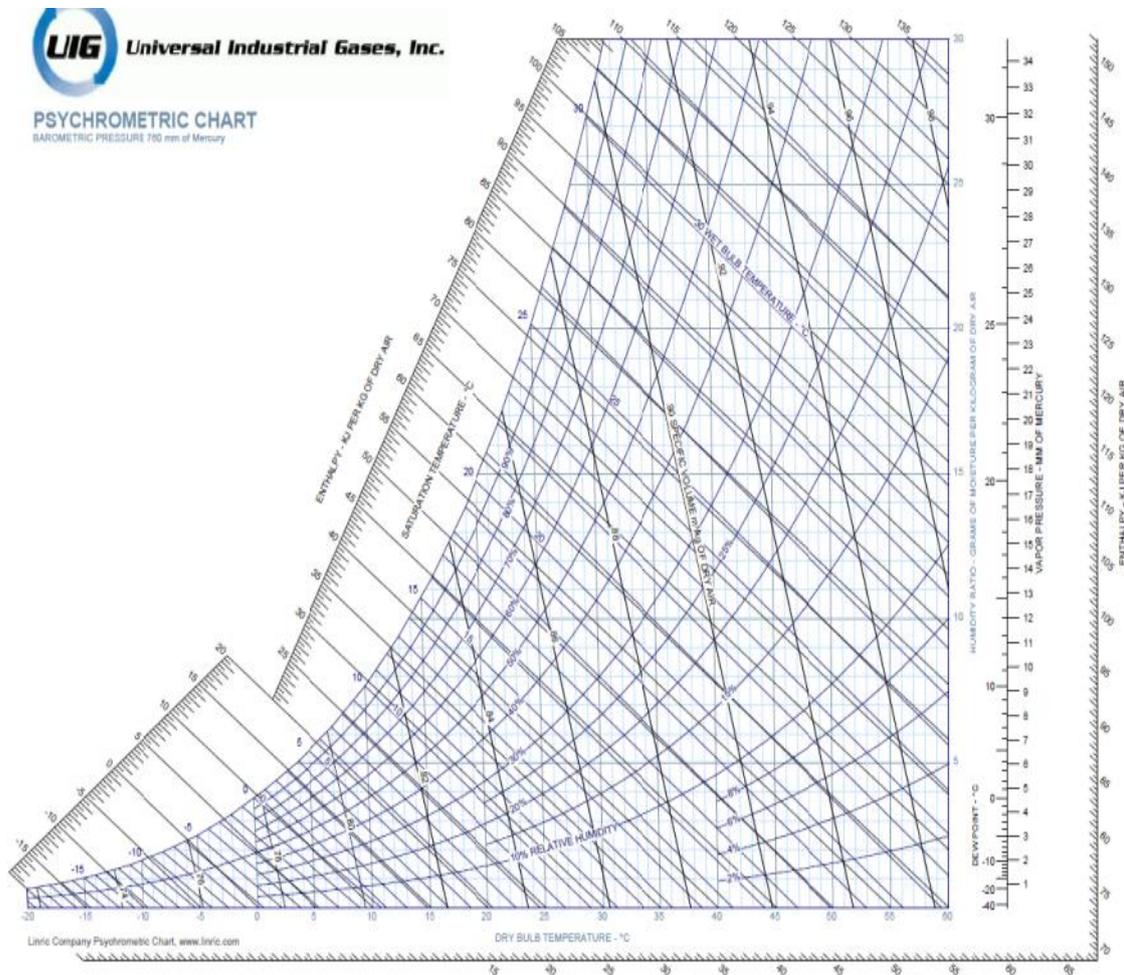
Duct heater mempunyai prinsip kerja memanaskan udara dingin yang keluar dari AHU dengan harapan kadar air yang terkandung dalam udara tersebut menjadi berkurang. Dengan demikian pada saat udara memasuki ruangan *cave* siklotron tingkat kelembabannya menurun. Umumnya dalam sistem tata udara sebelum *duct heater* terdapat rangkaian *cooling coil* yang berfungsi menurunkan suhu udara sampai terjadi titik embun. Dengan penurunan suhu tersebut akan membuat udara memiliki kelembaban relatif yang cukup tinggi. Untuk itulah maka diperlukan pemanasan oleh *duct heater*. Tujuannya adalah agar kandungan air yang terdapat dalam udara menguap akibat pemanasan. Namun perlu diperhatikan kenaikan suhu akibat *heater* tidak boleh melebihi batasan suhu yang telah ditetapkan. Hal ini terkait dengan kapasitas *heater* yang terpasang. Kapasitas *heater* yang terpasang di *ducting* ruang *cave* siklotron sebesar 12 KW yang terdiri dari 12 pasang *heater* dengan kapasitas masing-masing sebesar 1000 watt.

Karakteristik Udara Berdasarkan Psikometrik Chart

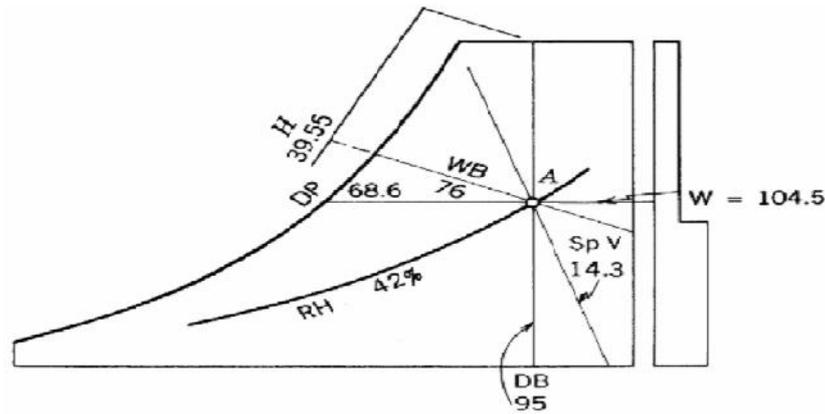
Secara teori hubungan antara berbagai parameter udara dapat diketahui melalui tampilan grafikal yang disebut dengan Psikometrik Chart seperti terlihat pada Gambar 1.

Parameter tersebut antara lain suhu, kelembaban, entalpi, kandungan uap air dan volume spesifik udara. Apabila terdapat dua parameter diketahui maka dengan Psikometrik Chart dapat dibaca nilai parameter lain yang belum diketahui [4]. Misalkan suatu kondisi udara diplotkan pada chart psikometrik yang

disederhanakan untuk mempermudah pembacaan seperti terlihat pada gambar 2. Titik A adalah perpotongan dari dua parameter yang diketahui yaitu suhu Dry Bulb (DB) dan suhu Wet Bulb (WB), maka dari titik potong tersebut akan dapat ditentukan parameter lainnya. Besarnya kelembaban relatif (RH) adalah 42%. Kelembaban Spesifik (w) adalah 104,5 g/lb. Volume spesifik (SpV) adalah 14,3 ft³/lb. Suhu titik embun (DP) adalah 68,6°F. Enthalpy (H) adalah 39,55 Btu/lb.



Gambar 1. Psikometrik Chart



Gambar 2. Pembacaan parameter udara dengan Psikometrik Chart

Photohelic

Photohelic adalah sebuah alat pengukur perbedaan tekanan dimana didalamnya dilengkapi dengan *pressure switch*. Fungsi *pressure switch* dapat digunakan sebagai opsi untuk melakukan pengendalian lebih lanjut. Misalnya untuk menggerakkan *actuator*, motor ataupun *heater*. Fungsi *pressure switch* berdasarkan fungsi tekanan yang dimasukkan ke dalam *photohelic*. Pada saat *photohelic* mendapatkan tekanan maka sebuah *relay* yang berada di dalamnya akan aktif. *Auxillary* dari *relay* tersebut (*NO/NC*) dapat dimanfaatkan sebagai pengendali lebih lanjut[3]. Wujud *photohelic* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. *Photohelic*

METODOLOGI

Bahan

Bahan yang digunakan dalam kegiatan ini adalah *duct heater*, *photohelic*, selang *photohelic*, kontrol *duct heater*, trafo *stepdown* dari 220 volt ke 110 volt, kabel kontrol, dan pipa pengarah udara. Selang *photohelic* digunakan untuk menghubungkan *photohelic* dengan *ducting*. Pada ujung selang yang dipasang di *ducting* dipasang pipa pengarah agar aliran udara mengalir menuju *photohelic*. Trafo *stepdown* digunakan untuk memberikan tegangan kerja 110 VAC pada *photohelic*.

Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah ; *tool set*, alat pengukur kelembaban, alat pengukur suhu, dan alat pengukur tegangan. Pengukur kelembaban dan pengukur suhu merupakan satu kesatuan peralatan yang dapat menampilkan pembacaan kelembaban dan pembacaan suhu. Alat tersebut dipasang di ruangan *cave siklotron* untuk memantau perubahan nilai kelembaban dan nilai suhu yang terjadi.

Metodologi

Metodologi yang dilakukan adalah melakukan perubahan atau modifikasi pada unit kontrol *duct heater* dengan menggunakan fungsi *photohelic* sebagai komando *ON – OFF* pada unit kontrol *duct heater*. Beberapa komponen pada unit kontrol *duct heater* tidak digunakan lagi karena fungsinya dapat digantikan oleh fungsi kontrol pada *photohelic*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Instalasi *Photohelic*

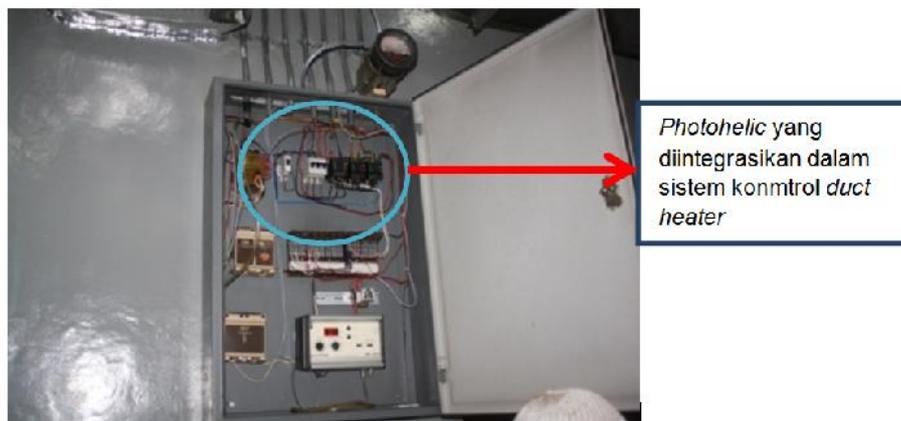
Instalasi *photohelic* diintegrasikan ke dalam unit kontrol *duct heater* seperti terlihat pada gambar 4. Prinsip kerjanya adalah mengendalikan kontrol *duct heater* berdasarkan *flow* udara yang dihasilkan oleh unit AHU dari sistem VAC sentral. *Photohelic* yang ada menggunakan tegangan kerja 110 VAC, untuk itu diperlukan *transformator stepdown* dari 220 VAC menjadi 110 VAC. Kemudian *auxillary NO* difungsikan untuk memasok tegangan pada *coil* kontaktor. Dengan demikian pada saat sistem VAC sentral beroperasi kemudian unit AHU menghasilkan aliran udara yang akan membuat *photohelic* memberikan respon dimana *auxillary NO* akan “close” sehingga *coil* kontaktor mendapatkan tegangan dan kontaktor bekerja. Tegangan 3 phase akan memasok *heater*.

Stabilitas *Humidity*

Nilai *humidity* yang dipersyaratkan adalah di bawah 55 %. Akibat kerusakan pada kontrol *heater* maka *humidity* di ruang *cave* siklotron melonjak melebihi batas yang dipersyaratkan seperti terlihat pada tabel 1. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa pengambilan data dilakukan setiap 2 jam untuk melihat perubahan nilai *humidity* pada saat *duct heater* mati yang kemudian

dibandingkan dengan nilai *humidity* pada saat *duct heater* beroperasi.

Berdasarkan tabel 1 dapat dikatakan bahwa fungsi *duct heater* sangat penting untuk menurunkan *humidity* di ruangan *cave* siklotron sehingga salah satu persyaratan pengoperasian siklotron dapat terpenuhi. Gambar 5 menunjukkan pembacaan suhu dan *humidity* pada saat *duct heater* dioperasikan dimana pembacaan dilakukan mulai pukul 08.00 wib, yaitu sekitar 1 jam setelah sistem VAC mulai dioperasikan pada pukul 07.00 wib sampai dengan 9 jam kemudian. Pembacaan suhu dan *humidity* ini kemudian dilakukan setiap selang waktu 2 jam. Pada kondisi awal pengoperasian *heater* kelembaban udara di ruang *cave* siklotron berada di batas atas mendekati 55 %. Namun dengan selang 1 jam pengoperasian *heater* (dari jam 07.00 – 08.00 wib) telah terjadi penurunan kelembaban dengan nilai cukup signifikan. Kemudian dapat dilihat juga bahwa semakin lama pengoperasian *heater* maka kelembaban di ruang *cave* siklotron menjadi semakin kecil. Dari data yang diperoleh dapat dikatakan bahwa dengan selang 9 jam akan diperoleh kelembaban sebesar 42 %. Jika dibuat grafik maka akan tampak hubungan waktu operasi *heater* dengan capaian kelembaban serta capaian suhu seperti terlihat pada gambar 6.



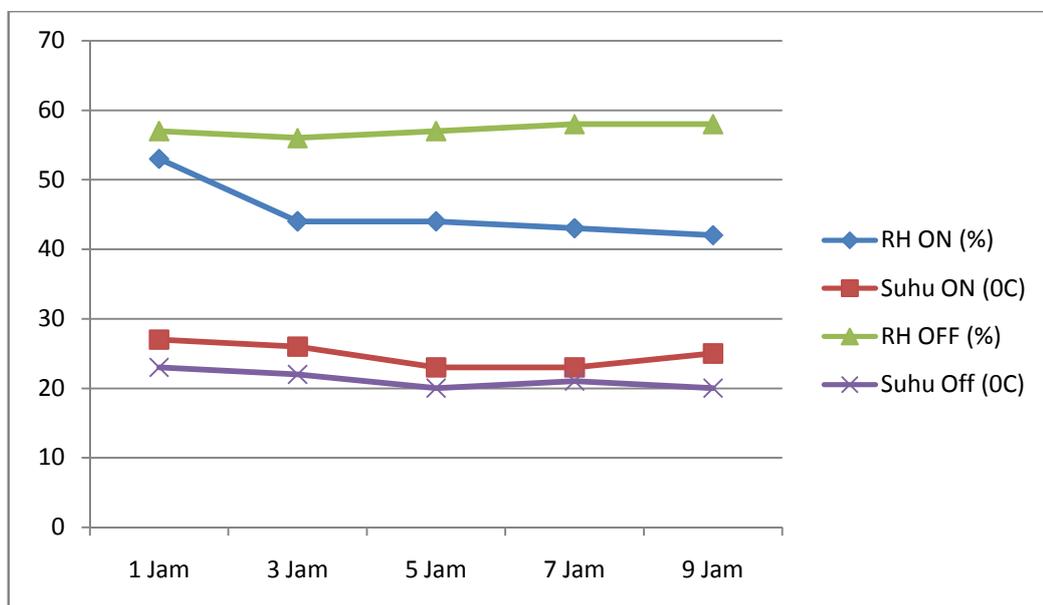
Gambar 4. Instalasi *photohelic* yang diintegrasikan pada kontrol *duct heater*

Tabel 1. Perbandingan Humidity dan Suhu pada saat *Heater OFF* dan *Heater ON*

NO	Pukul	RH (%)		Suhu (°C)	
		<i>Heater OFF</i>	<i>Heater ON</i>	<i>Heater OFF</i>	<i>Heater ON</i>
1	08.00	57	53	23	27
2	10.00	56	44	22	26
3	12.00	57	44	20	23
4	14.00	58	43	21	23
5	16.00	58	42	20	25



Gambar 5. Pembacaan suhu dan kelembaban pada saat *duct heater* beroperasi selama 1 jam



Gambar 6. Grafik hubungan antara waktu pengoperasian *heater* dengan capaian RH dan Suhu

Jika dikaitkan dengan karakteristik sifat udara maka dapat dikatakan bahwa hasil pembacaan suhu dan kelembaban sesuai dengan grafik psikometrik dimana perubahan suhu akan berbanding terbalik dengan kelembabannya pada kandungan uap air yang tetap [4]. Berdasarkan grafik hubungan antara waktu pengoperasian *heater* dengan capaian RH dan Suhu pada gambar 8 dapat dikatakan bahwa dengan pengoperasian *heater* maka suhu secara umum akan meningkat, namun kelembaban akan dapat diturunkan secara drastis. Sebenarnya kondisi RH dan suhu setelah *heater* sangat terpengaruh oleh kondisi udara sebelum *heater*. Pada saluran udara dingin yang memasok ruang *cave* siklotron terdapat *cooling coil* yang berfungsi mengembunkan udara dingin dari AHU sehingga terjadi kondensasi. Udara yang sudah dikondensasikan tersebut kemudian dipanaskan dengan penambahan *heater*. Dengan pemanasan dari *heater* tersebut diperoleh kelembaban yang rendah yang tentunya akan sebanding dengan perubahan suhu yang dihasilkan akibat panas *heater*. Beberapa faktor lain yang mempengaruhi pembacaan suhu dan kelembaban di ruangan *cave* siklotron adalah adanya *fresh air* baik dari sistem tata udaranya maupun dari celah-celah yang ada di ruangan *cave* siklotron. Waktu *loading/unloading chiller* juga berpengaruh karena air yang dihasilkan *chiller* akan memiliki nilai suhu yang bervariasi. Pada saat *loading* suhu air akan cenderung lebih dingin dibandingkan pada saat *unloading*.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembacaan temperatur dan kelembaban yang dipasang pada ruang *cave* siklotron maka fungsi *duct heater* sangat signifikan untuk menurunkan kadar air dalam udara yang mengalir ke dalam *cave* siklotron. Sehingga dalam pengoperasian siklotron dapat dikatakan bahwa persyaratan tata udara sudah memenuhi kriteria capaian suhu dan kelembaban yang menjadi persyaratan untuk pengoperasian siklotron.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Kepala Bidang Siklotron dan Keteknikan yang banyak memberikan pengarahan dan bimbingan dalam penulisan makalah ini, kepada Kepala Sub Keteknikan yang memberikan arahan terkait dengan kegiatan seperti dalam menentukan spesifikasi bahan serta metode penyelesaian masalah. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada teman-teman di sub Bidang Keteknikan yang banyak membantu dalam penyelesaian kegiatan maupun dalam penyelesaian tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Heranudin dkk, Upgrading Sistem Kontrol pada Sistem Transfer Target Padat Siklotron CS-30 BATAN untuk Menunjang Produksi Radiofarmaka, Prosiding Pertemuan Ilmiah Radioisotop, Radiofarmaka dan Siklotron Tahun 2011, Bandung, 4-5 November 2011
2. Sunarhadijoso Soenarjo, S., Prosiding Seminar Teknologi dan Keselamatan PLTN Serta Fasilitas Nuklir, Serpong, 9-10 Februari 1993 PRSG, PPTKR-BATAN.
3. Anonymous, Instruction Manual Photohelic Pressure Switch/Gage, Dwyer, available: <http://www.dwyer-inst.com/Product/Pressure/DifferentialPressure/Gage-Switches-Dial>, diakses pada bulan Juni 2014.
4. Anonymous, Psikometri dan Chart Psikometrik, Silabus Pembelajaran Sistem Tata Udara, http://psbtik.smkn1cms.net/elektro/teknik_pendingin_dan_tata_udara/psikometrik_dan_chart.pdf, dikases pada bulan juni 2014.