



PENATALAKSANAAN QA DAN QC UNTUK EFEKTIVITAS DAN KEAMANAN BRAKHITERAPI INTRAKAVITER

Bambang Haris Suharmono¹, Tiara Emhayana^{2*}, Bunga Fariha Dinata², Suryani Dyah Astuti^{2,3}

¹Instalasi Radiologi RSUD Sutomo, Surabaya, Indonesia

²Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga
Surabaya, Indonesia 60115

³Riset Group Biofisika dan Fisika Medis Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga,
Surabaya, Indonesia

e-mail: bambangharis26@yahoo.com, tiara.emhayana-2017@fst.unair.ac.id,
bunga.fariha.dinata-2017@fst.unair.ac.id, suryanidyah@fst.unair.ac.id

Abstrak

Dalam dunia kesehatan, radiologi mempunyai peran penting untuk mendiagnosis dan mengobati suatu penyakit serta mempelajari radiasi, terutama di bidang radiodiagnostik dan radioterapi yang bertujuan untuk penyembuhan dari penyakit ganas yang sangat mematikan yaitu kanker. Brachytherapy memberikan pengobatan yang lebih tepat dan mengurangi kerusakan di daerah jaringan yang sehat di sekitar tumor. Telah banyak kasus tumor maupun kanker yang sembuh dengan metode brachytherapy ini mulai dari kanker serviks, kanker mulut rahim, hingga kanker lidah. Tujuan jurnal ini diharapkan akan membantu dalam memahami aspek fisis dan aspek klinis. sehingga diketahui bahwa Quality Assurance (Penilaian kualitas) adalah seluruh rencana dan tindakan sistematis yang penting sedangkan Quality control (kontrol kualitas) adalah sistem yang digunakan untuk mempertahankan tingkat kualitas.

Kata kunci—Brakhiterapi, Quality Assurance, Quality Control

Abstract

In the world of health, radiology has an important role to diagnose and treat a disease and to study radiation, especially in the field of radiodiagnostic and radiotherapy which aims to cure from a very deadly malignant disease, namely cancer. Brachytherapy provides more appropriate treatment and reduces damage in healthy tissue areas around the tumor. There have been many cases of tumors and cancers that were cured by this brachytherapy method ranging from cervical cancer, cervical cancer, to tongue cancer. The purpose of this journal is expected to be helpful in understanding physical aspects and clinical aspects. so it is known that Quality Assurance (Quality assessment) is the entire plan and systematic actions are important while Quality control (quality control) is a system used to maintain quality levels.

Keywords—Brachytherapy, Quality Assurance, Quality Control



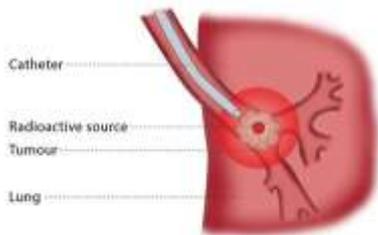
1. PENDAHULUAN

Prevalensi kanker di Indonesia mencapai 1.79 per 1000 penduduk, naik dari tahun 2013 sebanyak 1.4 per penduduk dengan dua jenis kanker terbanyak di Indonesia adalah kanker payudara dan kanker leher rahim (serviks) berdasarkan Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018,. Dalam bidang kesehatan, radiologi mempunyai tugas yaitu mendiagnosis dan mengobati penyakit dan mempelajari tentang radiasi. Radiasi disini yang dimaksud yaitu dalam bidang radiodiagnostik dan radioterapi dengan tujuan menyembuhkan penyakit ganas yang dapat mengarah ke kematian atau yang biasa dikenal dengan penyakit kanker.

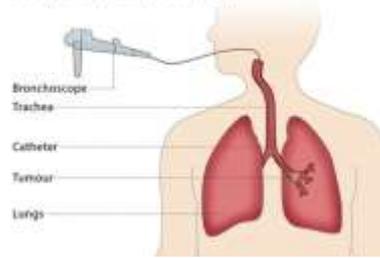
Pengobatan kanker dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu operasi (*surgery*), kemoterapi, radioterapi atau kombinasi ketiganya. Metode yang dipilih ditentukan oleh dokter berdasarkan jenis dan tingkat keganasan penyakit serta kondisi pasien. Radioterapi adalah suatu prosedur medis yang dalam proses pelaksanaannya menggunakan radiasi pengion atau menggunakan bantuan energy sinar-X untuk mematikan sekaligus menghentikan perkembangbiakan sel kanker yang berada pada tubuh manusia. Brakhiterapi merupakan jenis radioterapi yang dalam mematikan dan menghambat kanker dengan cara meletakkan secara langsung sumber radiasi pada atau di sekitar tumor tersebut. Pengobatan menggunakan brakhiterapi ini sangat tepat dan rasio nya kecil terjadinya kerusakan pada daerah jaringan sekitar yang masih sehat. Brakhiterapi telah menjadi suatu pengobatan yang efektif dari berbagai jenis kanker dan merupakan suatu modalitas pengobatan yang umum pada kebanyakan kilinik-klinik radioterapi (Susila dkk, 2011). Oleh karena itu kami mengangkat judul “Brakhiterapi” dalam laporan praktikum ini yang diharapkan akan membantu dalam memahami aspek fisis dan aspek klinis, contoh kasus, hingga *Quality Assurance* dan *Quality Control* dalam Brakhiterapi serta dapat dijadikan referensi maupun acuan untuk laporan-laporan yang lebih baik di kemudian hari.

Brakhiterapi merupakan jenis radioterapi yang dalam mematikan dan menghambat kanker dengan cara meletakkan secara langsung pada tumor primer. Dengan teknik ini ditempatkan suatu sumber radiasi ke dalam tumor. Dalam menempatkan sumber disini biasanya tidak bersifat permanen, jika suatu dosis radiasi yang telah dihitung dan direncanakan telah tercapai maka sumber radiasi disini akan diangkat atau diambil kembali. Kelebihan brakhiterapi adalah tumor akan mendapat dosis yang besar dengan menjaga jaringan sehat dari dosis yang berlebihan. Teknik brakhiterapi ini sangat memadai dengan tumor yang bersifat hipoksik atau memiliki daya proliferasi secara lambat yang dikarenakan radiasi diberikan secara kontinyu. Terdapat pula kekurangan yaitu dalam menembakkan radiasi sangat diperlukan letak tumor yang mudah untuk dijangkau agar membantu proses pengobatan, dan brakhiterapi tidak dapat dipakai untuk terapi tunggal karena resiko terjadinya kelenjar getah bening regional. Dalam menempatkan radisi pada proses brakhiterapi terdapat berbagai cara yaitu Intrakaviter (sumber radiasi diletakkan/dimasukkan ke dalam rongga tubuh, contohnya pada kanker serviks dan kanker nasofaring), Implan atau interstisial (sumber radiasi ditanam di jaringan kanker, contoh kasus pada tumor lidah, kandung kemih, payudara, kulit dan prostat), Intraperitoneal (sumber radiasi yang dipakai berupa larutan yang mengandung radioisotope, contoh kasus pada mengobati metastase kanker pada dinding rongga peritoneum), Intraluminal (sumber radiasi ditempatkan di dalam saluran, contoh kasus pada kanker esofagus dan kanker bronkus), Intravaskuler (sumber radiasi ditempatkan di dalam pembuluh coroner jantung untuk mengatasi restenosis coroner).

Brachytherapy (example in the lung)



Brachytherapy (example in the lung)

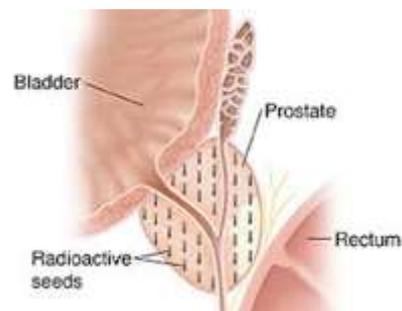
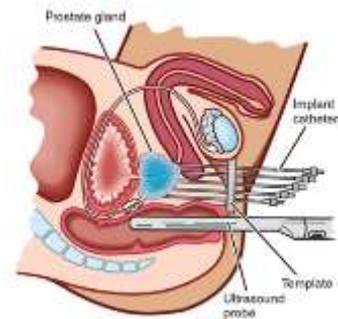


Gambar 1. brakhiterapi intrakaviter pada bronkus

Perawatan Brakhiterapi

Perawatan brakhiterapi untuk terapi kanker pada organ-organ seperti payudara, kerongkongan, hati, kelenjar empedu. Selain itu dapat pula dilakukan pada organ reproduksi wanita dan pria. Organ reproduksi wanita seperti, serviks, uterus, dan vagina sedangkan pada organ reproduksi pria seperti, prostat dan rectum. Ada pula bagian organ lain yang dapat dilakukan perawatan dengan menggunakan brakhiterapi, yaitu kulit, kepala, leher dan paru-paru. Metode perawatan brakhiterapi ini dilakukan dengan meletakkan material radioaktif dekat dengan kanker atau diletakkan tepat pada kanker dengan menggunakan suatu pita kawat atau pellet yang biasa disebut dengan *seed*. Radiasi yang berasal dari brakhiterapi ini akan menimbulkan kerusakan yang besar pada DNA menyebabkan kanker yang bersarang tersebut akan menyusut dengan berhentinya produksi sel dan akhirnya mati. Tipe perawatan brakhiterapi ini ada dua, yaitu sementara dan permanen. Pada perawatan brakhiterapi sementara, metode perawatannya dengan memasukkan sebuah alat pengirim seperti *bronchoscope* untuk dapat lebih dekat mengamati kanker. Ketika menggunakan tipe perawatan ini diberikan dosis radiasi yang tinggi, setelah *bronchoscope* tersebut telah berada didekat kanker maka akan ditembakkan sumber radiasi tersebut dalam beberapa menit. Setelah perawatan selesai maka sumber radiasi tersebut akan dihilangkan. Metode ini biasanya disebut dengan brakhiterapi Intrakaviter

Untuk tipe perawatan brakhiterapi permanen, metode perawatannya dengan menanamkan implan radioaktif yang akan tetap berada didalam tubuh dan akan memancarkan dosis radiasi yang rendah secara kontinu. *Seeds* yang ditanamkan dalam tubuh tersebut, semakin lama akan melemah seiring berjalannya waktu sehingga akan berhenti memancarkan radiasi. Metode ini biasanya disebut dengan brakhiterapi *Interstitial*.

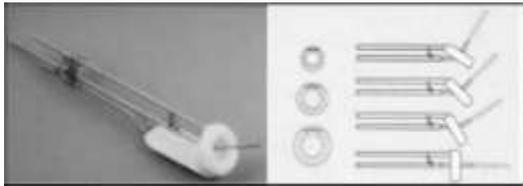


Gambar 2. brakhiterapi *Interstitial* pada Kelenjar Prostat

Sistem Aplikasi

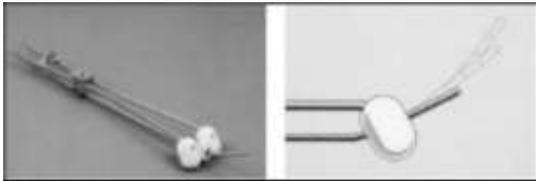
Beberapa sistem aplikasi yang terkenal pada brakhiterapi intrakaviter dengan sumber radioaktif radium yaitu Sistem Paris, Sistem Stockholm, dan Sistem Manchester.

Pada Sistem Paris menggunakan 2 aplikator berupa tabung kolpostat vaginal, serta 1 tabung tandem karet intrauterine. Pada Sistem *Stockholm*, menggunakan sebuah aplikator kolpostat yang berbentuk kotak intravaginal dari timah atau emas dan sebuah tabung tandem intrauterin dari karet



Gambar 3. Aplikator Stockholm brakhiterapi intrakaviter

Pada Sistem *Manchester*, menggunakan 2 aplikator intravaginal (ovoids) serta 1 tabung tandem karet intrauterin dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Aplikator Manchester brakhiterapi intrakaviter

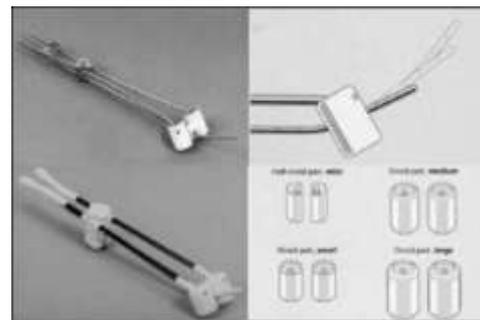
Sejak saat WHO (*World Health Organization*) tidak memperbolehkan memakai radium, maka sistem aplikasi tersebut tidak digunakan kembali. Dan sampai saat ini jenis system aplikasi yang digunakan yaitu sistem Fletcher Suit Delcos. *University Of Texas MD Anderson Cancer Center* yang telah mengembangkan sistem tersebut, dimana sistem tersebut terdiri dari tabung intrauterine atau tandem yang terbuat dari logam dan terdapat *adjustable flange* yang dapat dioperasikan dan berfungsi untuk menyesuaikan dengan panjang kavum uteri, lalu terdapat pula dua buah aplikator yang terdiri dari tabung kolpostat yang nantinya di tempatkan pada fornix vagina, lalu

aplikator yang berisi cesium, dapat pula dilakukan dengan sistem *afterloading* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Aplikator Fletcher-Suit-Delclos

Modifikasi aplikator *Fletcher-Suit-Delclos* untuk penggunaan dengan *Nucleotron Selectron Remote Afterloading System* dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Modifikasi Aplikator *Fletcher-Suit-Delclos* Untuk Penggunaan dengan *Nucleotron Selectron Remote Afterloading System*

Beberapa dari tipe kolpostat *afterloading* yang digunakan tergantung keadaan, untuk pasien dengan vagina yang sempit memakai kolpostat mini, kolpostat regular berdiameter 2cm, *plastic jacket* dipakai bertujuan untuk meningkatkan ukuran menjadi medium besarnya berdiameter 2.5cm dan yang besar berdiameter 3cm, serta kolpostat dengan sudut 15° dan 30° yang berfungsi untuk menyesuaikan dengan beragam posisi porsi serviks



Beberapa contoh dari tandem intrauterine dengan beragam kelengkungan dan lapisan logam yang dimana memakai atau tanpa “alas atau dasar” berfungsi sebagai stabilizer tandem ketika packing. Pada silinder vaginal terdapat beberapa ukuran yang digunakan ketika radiasi bagian tertentu atau seluruh vagina.

2.4 Kematian Sel Akibat Radiasi

Kematian sel dalam konteks biologi radiasi adalah hilangnya kemampuan sel untuk bereproduksi akibat rusaknya DNA oleh sinar pengion. Berdasarkan efeknya terhadap kelangsungan hidup sel, kerusakan DNA akibat radiasi (*Radiation injury*) dapat dibagi dalam 3 kategori, yaitu:

1.) Kerusakan lethal (*lethal injury*)

Kerusakan DNA bersifat ireversibel, tidak dapat diperbaiki, dan menyebabkan kematian sel yang tidak mungkin dibatalkan lagi.

2.) Kerusakan sublethal (*sublethal injury*)

Kerusakan DNA dalam kondisi normal akan diperbaiki dalam beberapa jam (3-24 jam), kecuali kondisi yang menyebabkan kerusakan sublethal tersebut terjadi lagi (misalnya dengan pemberian dosis radiasi kedua).

3.) Kerusakan potensial lethal (*potentially lethal injury*)

Kerusakan DNA yang dapat dimodifikasi oleh kondisi lingkungan pasca radiasi. Kerusakan ini potensial lethal karena dalam keadaan biasa dapat menyebabkan kematian sel, tetapi tingkat kelangsungan hidup sel dapat meningkat bila dilakukan manipulasi pada lingkungan pasca radiasi

Adanya kerusakan DNA akibat interaksi langsung yang terjadi antara radiasi pengion dengan DNA. Atom-atom yang menyusun molekul pada DNA, mengalami ionisasi, akibatnya DNA kehilangan fungsi-fungsinya sehingga sel mengalami penghentian dalam proliferasinya. Hal ini merupakan efek langsung dari radiasi. Efek tidak langsung dari radiasi adalah kerusakan DNA yang disebabkan oleh radikal bebas toksik, yang dihasilkan dari ionisasi molekul

air (H₂O) oleh radiasi pengion. Radikal bebas ini yang kemudian menimbulkan reaksi kimiawi yang mengakibatkan putusannya rantai DNA secara permanen. Kerusakan DNA tersebut dapat berupa putusannya kedua rantai DNA (*double strand break*), putusannya satu rantai DNA (*single strand break*), kerusakan basa (*base damage*), kerusakan molekul gula (*sugar damage*), putusannya DNA-DNA *cross link* dan DNA *protein cross link*. Efek langsung dan efek tidak langsung dari radiasi

2.5 Efek Biologi Radiasi

Efek biologi dari suatu radiasi tidak hanya bergantung pada dosis total yang diberikan tetapi juga pada jangka waktu pemberian dan jumlah fraksinasi. Yang dimaksud dengan fraksinasi yaitu radiasi yang diberikan dalam dosis terbagi secara berseri dengan dosis tertentu setiap harinya dan diberikan 5-6 hari perminggu selama 4-7 minggu. Tujuan dari fraksinasi adalah untuk menurunkan efek toksik pada jaringan sehat disekitar tumor. Prinsip fraksinasi didasarkan pada empat faktor klasik yang biasa disebut sebagai “*the four R's of radiology*”. Keempat faktor tersebut berhubungan dengan waktu, dosis, dan fraksinasi yaitu :

1.) *Repair* (Reparasi)

Repair merupakan proses sel untuk melakukan perbaikan atau pemulihan kerusakan DNA akibat radiasi. Terdapat dua proses pemulihan yaitu pemulihan terhadap kerusakan sublethal dan pemulihan terhadap kerusakan potensial lethal. Pada kebanyakan tumor ganas terdapat gangguan untuk melakukan proses pemulihan terhadap kerusakan sub lethal. Maka pada pemberian fraksi radiasi berikutnya akan terjadi kematian/kerusakan sel-sel tumor yang lebih banyak daripada kerusakan sel normal disekitarnya, yang telah menjalin proses pemulihan secara sempurna pada saat interval radiasi. Proses reparasi dapat berlangsung secara sempurna atau sebagian melalui beberapa mekanisme.

2.) *Repopulation* (Repopulasi)

Dengan kematian sel-sel akibat radiasi, sel-sel yang masih bertahan hidup



(baik sel tumor atau sel normal) akan merespon dengan cara meningkatkan regenerasi atau disebut repopulasi. Repopulasi lebih jelas tampak pada sel-sel tumor dengan daya proliferasi tinggi, sehingga memerlukan perencanaan waktu dan durasi pemberian radiasi yang tepat. Oleh karena itu, repopulasi merupakan salah satu faktor penentu untuk perencanaan durasi dan waktu pemberian radioterapi. Hal ini jugalah yang menjadi alasan untuk tidak menunda terapi setelah reseksi inkomplit tumor, dan untuk mencegah terapi radiasi yang tidak tuntas atau terputus jeda waktu yang lama.

3.) *Redistribution*

Dengan adanya daur sel (*cell cycle*) maka pada suatu saat terdapat sel-sel pada fase yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 2.7. Letak sel dalam siklus sel akan mempengaruhi sensitivitasnya terhadap radiasi. Sel paling sensitif terhadap radiasi adalah pada fase G2 dan selama fase mitosis (M), serta resisten terhadap radiasi pada pertengahan sampai akhir fase S dan awal fase G1. Dengan pemberian radiasi secara refraksinasi, maka sel akan memiliki kesempatan untuk mengalami redistribusi ke fase-fase yang lebih sensitif terhadap radiasi (*radiation-induced synchrony*). Ketika sel menerima radiasi terfraksinasi, fraksi pertama akan membunuh sel yang berbeda pada fase yang sensitif, sedangkan sel yang tersisa akan mengalami redistribusi ke fase yang lebih sensitif selama interval sebelum pemberian fraksi berikutnya.

4.) *Reoxygenation* (Reoksigenasi)

Sensitivitas terhadap radiasi dari sel yang kaya oksigen adalah tiga kali lebih besar dari pada sel yang diradiasi dalam kondisi hipoksia atau anoksia. Hal ini disebabkan oksigen adalah sensitizer radiasi yang paling efektif karena mampu menstabilkan radikal bebas reaktif yang diproduksi akibat proses ionisasi. Rasio antara dosis yang dibutuhkan pada kondisi hipoksia dengan dosis yang dibutuhkan pada kondisi teroksigenasi untuk mencapai kadar kematian sel yang sama disebut *oxygen enhancement ratio*. Dosis yang dibutuhkan untuk menghasilkan kerusakan tertentu sekitar 3 kali lebih besar pada kondisi

hipoksia/anoksia daripada kondisi teroksigenasi baik. Pada umumnya sel tumor ganas, terutama tumor solid, bersifat hipoksik sehingga cenderung resisten terhadap radiasi. Namun selama pemberian radiasi yang terfraksinasi, sel hipoksia cenderung teroksigenasi lebih baik.

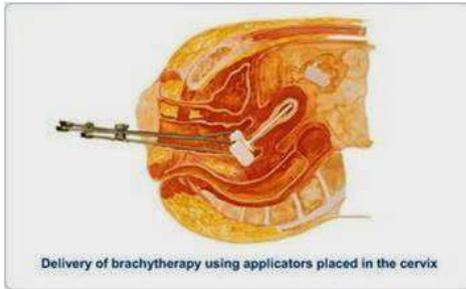
3. METODE PENELITIAN

Sumber yang digunakan untuk melakukan pengobatan dengan brakhiterapi HDR adalah Iridium-192. Karakteristik dari radioisotop Iridium-192 adalah memiliki waktu paruh 74 hari, bentuk fisiknya berupa kawat dan benih kateter. Pada umumnya Iridium-192 memiliki energi sinar γ rata-rata sedang (~ 400 keV) dan aktivitas spesifiknya yang tinggi. Namun, waktu paruh yang relatif singkat adalah kerugian yang berbeda, karena penggantian sumber yang sering diperlukan (biasanya tiga hingga empat kali per tahun) dan digunakan dalam perangkat *afterloading*. Sistem *afterloading* yang digunakan adalah sistem menggunakan remote yaitu digerakkan dengan komputer gunanya untuk membantu meminimalkan paparan radiasi pada staf rumah sakit.

Dalam melaksanakan pengobatan brakhiterapi intrakaviter dengan HDR perlu dilakukan pengecekan sumber, alat-alat brakhiterapi, perangkat *afterloading* dan sebagainya. Maka, perlu dilakukan suatu prosedur yang dikenal sebagai QA (*Quality Assurance*) dan QC (*Quality Control*).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Brakhiterapi intrakaviter adalah pengobatan dengan mendekatkan sumber radiasi ke dalam rongga tubuh dekat dengan tumor volume, yang sering dilakukan untuk penyembuhan kanker serviks dan nasofaring. Brakhiterapi intrakaviter banyak digunakan untuk kanker serviks uterus, rahim dan vagina. Berbagai aplikator digunakan untuk menyimpan sumber dalam konfigurasi yang sesuai. Aplikator untuk serviks terdiri dari tabung tengah (*tandem*) dan kapsul lateral (*ovoid* atau *kolpostat*). Pemasangan aplikator pada serviks dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 7. Pemasangan brakhiterapi dalam serviks

Kanker serviks dapat diobati baik dengan brakhiterapi LDR (*low dose rate*), PDR (*pulse dose rate*) atau HDR (*high dose rate*). Digunakan dalam kombinasi dengan EBRT (*External Beam Radiotherapy*), brakhiterapi dapat memberikan hasil yang lebih baik daripada EBRT saja. Pengobatan brakhiterapi memungkinkan radiasi dosis tinggi yang ditargetkan untuk diberikan kepada serviks, serta meminimalkan paparan radiasi ke jaringan dan organ sekitar.

Brakhiterapi intrakaviter di Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Soetomo menggunakan pengobatan brakhiterapi HDR. Pengobatan brakhiterapi HDR diberikan hanya dalam hitungan menit. Hal ini dikarenakan penggunaan dosis yang tinggi dan harus dilakukan dengan cepat untuk mencegah adanya komplikasi potensial dari brakhiterapi HDR. Sehingga, biasanya brakhiterapi HDR diberikan dalam beberapa insersi (penyisipan). Standar perawatan untuk pasien kanker serviks biasanya dilakukan dalam 5 insersi. Lamanya waktu aplikator berada di saluran kewanitaan (vagina, serviks dan/atau uterus) untuk setiap insersi adalah sekitar 2,5 jam. Untuk pasien kanker endometrium yang menerima brakhiterapi saja atau dalam kombinasi dengan radioterapi eksternal, diperlukan total 2 insersi dengan masing-masing waktu sekitar 1 jam. Keuntungan brakhiterapi HDR antara lain pengobatannya dapat dilakukan dengan rawat jalan, ekonomis, dosis radiasi dapat disesuaikan, dan tidak ada kemungkinan bergesernya aplikator.

Quality Assurance (QA)

Menurut Elliot (dalam Alfi, 2016: 4), *Quality Assurance* atau penjamin kualitas adalah seluruh rencana dan tindakan sistematis yang penting untuk menyediakan kepercayaan yang digunakan untuk memuaskan kebutuhan tertentu dari kualitas. Kebutuhan tersebut merupakan kebutuhan dari pelanggan yang dalam hal ini merupakan seorang pasien. Sehingga penting bagi kita untuk melakukan penjamin kualitas pada kinerja radioterapi, biasanya dilakukan dengan mengukur atau mengevaluasi kinerja proses radioterapi. Dalam hal ini, kita perlu melakukan evaluasi dalam kinerja proses radioterapi, khususnya adalah brakhiterapi, yaitu sebagai berikut:

- 1) Mengecek ketebalan dari dosimeter yang dikalibrasi Respon dari sistem dosimeter kalibrasi mungkin diperiksa dengan pengukuran periodik sumber paruh seperti ^{137}Cs . Hal ini diperlukan untuk memposisikan sumber dengan benar karena ionisasi respon ruang sangat bergantung pada posisi sumber. Pengukuran berkala juga memberikan penjaminan kualitas yang baik pada seluruh sistem pengukuran.
- 2) Pemeriksaan rutin sumber dan aplikator
 - a. Peralatan mekanis
Peralatan mekanis yang dimaksud berupa peralatan yang menunjang perawatan brakhiterapi intrakaviter itu sendiri, seperti aplikator (tandem, ovoid, dsb). Peralatan-peralatan tersebut harus dilakukan pengecekan secara rutin apakah peralatan tersebut tersedia dan sudah steril.
 - b. Kekuatan sumber
Sumber paruh panjang yang dipelihara dalam inventaris permanen harus diperiksa pada frekuensi tertentu untuk perubahan kekuatan sumbernya (aktivitas) dengan waktu. Nilai yang dihitung, seringkali diperoleh dengan meluruhkan sebelumnya kalibrasi, harus dibandingkan dengan pengukuran. Sumber paruh pendek, digunakan baik dalam implan sementara atau permanen, harus memiliki aktivitas mereka diukur pada saat penerimaan dan dibandingkan dengan nilai pabrikan.
 - Kepatuhan setiap perawatan dengan arahan tertulis
 - Identifikasi dan evaluasi penyimpangan yang tidak diinginkan dari resep
 - c. Wipe-test



Wipe-test adalah untuk mendeteksi kebocoran sumber radiasi. Biasanya muncul secara semi tahunan. Perangkat ini digunakan untuk mengukur kemungkinan kontaminasi radioaktif di berbagai lingkungan. Ketika menggunakan bahan radioaktif, perlu untuk menguji kontaminasi yang tidak disengaja.

3) Cek posisi sumber

Memposisikan sumber ke tempat yang sesuai. Harapannya, saat dilakukan perawatan pada pasien, sumber tersebut akan mengarah tepat pada target tumor.

4) Pemantauan radiasi disekitar pasien. Setelah dilakukan implantasi sumber pada pasien, pemeriksaan radiasi harus dilakukan di daerah dalam dan sekitar ruangan pasien. Tingkat radiasi harus diukur dan dicatat sehingga membantu dalam menjaga minimum paparan radiasi pada staf rumah sakit dan pengunjung.

5) Program manajemen mutu. Semua fasilitas yang melakukan prosedur brakhiterapi harus ada beberapa bentuk program manajemen mutu dengan tujuan yang jelas untuk memastikan keputusan terhadap praktik standart yang baik.

Quality Assurance (Jaminan Kualitas) Sistem Perencanaan Perawatan Brakhiterapi

Para fisikawan medis bertugas melaksanakan penjamin kualitas pada *Treatment Planning System* (TPS) brakhiterapi.

a) Algoritma Perhitungan Dosis

Tugas pertama untuk fisikawan adalah bahwa ia harus memahami secara akurat bagaimana fungsi perangkat lunak brakhiterapi. Itu harus jelas dari dokumentasi yang menyertainya paket perangkat lunak bagaimana perhitungan dosis actual (misalnya, perhitungan dasar dosis sekitar sumber). Dokumentasi yang disediakan dengan sistem harus memberikan informasi yang cukup untuk pengguna untuk secara jelas mengidentifikasi metodologi perhitungan dasar. Setiap perubahan dalam rutinitas harus didokumentasikan dengan baik oleh vendor dan fisikawan harus menyimpan catatan ini jika terjadi perubahan dan dokumentasi lainnya yang disediakan oleh vendor sehubungan dengan system kinerja.

b) Sumber data

Data yang menggambarkan sumber-sumber ini harus dimasukkan ke dalam sistem perencanaan. Biasanya sistem memiliki pustaka sumber atau file khusus yang berisi data ini. Sebagaimana disebutkan di atas, data yang dimasukkan harus diperiksa untuk setiap sumber. Baik data primer maupun output dalam bentuk distribusi dosis yang dihitung harus diperiksa. Jika distribusi dosis dihitung dengan cara klasik menggunakan metode berdasarkan integral Sievert. Untuk memberikan kepada komunitas radioterapi data yang direkomendasikan untuk berbagai sumber LDR dan HDR adalah salah satu alasan utama untuk penerbitan buklet ini.

c) Perhitungan Sumber Dasar

Pada prinsipnya, perhitungan sumber adalah langkah yang sangat sederhana dalam perhitungan dosis algoritma, tetapi harus diverifikasi bahwa faktor peluruhan berdasarkan nilai paruh diambil memperhitungkan dengan benar untuk setiap jenis sumber individu. Waktu ketika kekuatan sumber adalah ditentukan harus dibuat jelas dalam dokumen perawatan yaitu pada awal perawatan, atau di titik tengah, dan apakah koreksi diterapkan atau tidak untuk peluruhan sumber selama pengobatan.

d) Dokumentasi Distribusi Dosis

Jika pada brakhiterapi hanya memiliki seperangkat sumber terbatas yang tersedia, seperti seperangkat tabung ^{137}C dengan kekuatan yang berbeda atau sumber HDR dan PDR ^{192}Ir , distribusi dosis sumber tunggal harus dihitung untuk setiap jenis sumber. Jika mungkin, output harus diverifikasi secara independen, baik dengan perbandingan dengan tabel tingkat dosis untuk kekuatan sumber unit seperti yang dibahas sebelumnya, atau dengan perhitungan komputer kedua dan terpisah, atau jika sesuai dengan metode perhitungan tangan. Output sistem untuk sumber-sumber ini harus didokumentasikan dalam buku catatan TPS. Untuk beberapa jenis sumber mungkin ada konstruksi yang berbeda, sehingga beberapa pilihan harus dibuat seperti; pilihan untuk beberapa panjang kawat ^{192}Ir yang berbeda, atau komposit yang berbeda sumber dengan distribusi dosis anisotropik. Perhatikan bahwa seseorang mengasumsikan setelah

pembandingan awal - bahwa komputer dapat melakukan interpolasi sederhana dan ekstrapolasi antara kabel ^{192}Ir yang disimpan dan



juga superposisi dari beberapa dosis sumber titik isotropik.

Tabel 1. Uji Paparan Instalasi Radioterapi – RSUD Dr Sostomo pada periode 28 April 2018

NO	SIMBOL	TEMPAT PENGUKURAN	NILAI PENGUKURAN $\mu\text{Sv/hr}$	FAKTOR KOREKSI	HASIL $\mu\text{Sv/hr}$	KETERANGAN
1	P1	Ruang operator	1.45	1.07	1.35	Seuai
2	P2	Pintu Perawatan	0.42	1.07	0.45	Seuai
3	P3	Di balik dinding kanan	0.35	1.07	0.37	Seuai
4	P4	Di balik dinding kiri	0.24	1.07	0.26	Seuai
5	P5	Di balik dinding belakang	0.30	1.07	0.32	Seuai
6	P6	Di atas atap perawatan	0.29	1.07	0.31	Seuai
7	P7	Ruang Tunjangan Pasien	0.22	1.07	0.24	Seuai

Quality Control (QC)

Menurut Amitava Mitra (dalam Solehudin 2018: 57), “Quality Control may generally be defined as a system that is used to maintain a desired level of quality in a product or service.” Artinya pengendalian mutu secara umum dapat didefinisikan sebagai sistem yang digunakan untuk mempertahankan tingkat kualitas yang diinginkan dalam suatu produk atau layanan. Cara mempertahankan tingkat kualitas dapat dilakukan dengan menilai, merawat atau memperbaiki kualitas.

Pengendalian Mutu dalam Kasus Perawatan

Brakhiterapi adalah prosedur yang sangat kompleks dan interdisipliner dan membutuhkan kolaborasi banyak spesialis dari berbagai bidang. Sebelum memulai program brakhiterapi karena itu wajib membentuk tim perawatan. Dimana pekerjaan tersebut membutuhkan kerja sama ahli onkologi radiasi, dokter (ginekolog, ahli urologi dan sebagainya, tetapi tergantung pada kasus yang akan dirawat), fisikawan medis, teknologi, radiografer dan perawat. Peran setiap anggota tim harus ditentukan terlebih dahulu. Tanggung jawab masing-masing peserta harus didefinisikan. Setiap anggota tim memiliki tugas khusus untuk dipenuhi.

Alur informasi juga harus didefinisikan terlebih dahulu. Informasi penting harus didokumentasikan pada formulir yang dirancang khusus. Itu harus jelas siapa informasi harus dilaporkan dan siapa yang harus diberitahu jika prosedur yang direncanakan dan aktual tidak sama. Prosedur harus dikembangkan untuk memastikan bahwa semua anggota tim diberitahu bahwa perawatan dilakukan pada

tanggal dan waktu yang ditentukan dan bahwa semua tim anggota yang diperlukan untuk perawatan khusus itu tersedia.

Harus jelas perawatan yang mana prosedur harus dilakukan sehingga setiap orang dapat memeriksa bahwa semua yang diperlukan untuk melakukan tugasnya tersedia pada waktu yang ditentukan. Ini sangat penting jika seluruh prosedur tidak dapat dilakukan di ruang operasi, tetapi pasien harus ditransfer perencanaan lokalisasi dan perawatan ke simulator atau ruang CT. Maka penting bahwa ruangan dapat digunakan segera, untuk menghindari perpanjangan prosedur perawatan yang tidak perlu. Jika perencanaan perawatan tidak dilakukan secara langsung di atau dekat dengan, ruang operasi itu sangat penting bahwa semua data perencanaan yang diperlukan ditransfer dengan benar ke perencanaan perawatan. Jika perencanaan perawatan dilakukan di dekat ruangan operasi, spesifikasi perencanaan yang tidak jelas dapat segera diselesaikan dengan langsung menghubungi orang yang bertanggung jawab.

Rencana perawatan harus ditinjau dengan cermat oleh ahli onkologi radiasi dan fisikawan medis sebelum perawatan dimulai. Tergantung pada situasi lokal dan peraturan hukum setempat anggota tim yang mana merupakan orang-orang yang terpapar pekerjaan harus diidentifikasi. Paparan radiasi ini kelompok harus dipantau. Paling tidak semua personel yang masuk ruang perawatan. Lencana film atau TLD umumnya digunakan untuk tujuan tertentu. Saat menggunakan HDR-afterloading, dosimeter pembacaan langsung juga harus tersedia. Beberapa dosimeter ini mengukur laju dosis dan memberikan sinyal suara secara bersamaan jika batas laju dosis dilampaui. Pengatur waktu independen juga diperlukan untuk merekam waktu yang dihabiskan di ruangan dengan sumber yang terpapar.

Pelatihan Personil

Karena kompleksitas perawatan brakhiterapi, semua anggota tim harus dilatih untuk dapat memenuhi tugas yang diminta. Setiap pemimpin kelompok tertentu



(misalnya; perawat, ahli onkologi radiasi, dan sebagainya) memiliki tanggung jawab untuk memastikan hanya orang yang terlatih dapat mengambil bagian dalam prosedur perawatan. Pengajaran anggota tim harus mencakup tinjauan umum keseluruhan prosedur, sehingga setiap orang yang berpartisipasi memahami semua langkah yang berbeda pada prinsipnya. Anggota-anggota dari berbagai subkelompok harus dilatih secara khusus untuk tugas-tugas mereka. Pelatihan ini dapat dilakukan oleh anggota yang berpengalaman dari kelompok yang berbeda atau oleh orang yang terbiasa dengan semua prosedur yang berbeda dan yang tidak kalah penting, bahwa semua orang mengetahui prosedur darurat. Peralatan afterloading yang gagal dapat menyebabkan bahaya besar bagi pasien dan personel. Anggota tim tidak hanya diajarkan dalam prosedur darurat, tetapi juga prosedur ini harus dipraktikkan secara teratur. Dalam keadaan darurat waktu reaksi sangat penting, sehingga setiap orang harus memiliki gagasan yang jelas tentang peran mereka dalam kasus semacam itu.

Prosedur Jaminan Kualitas

a) Protokol untuk semua lokasi tumor yang berbeda dan teknik perawatan harus dikembangkan dan disetujui oleh personel yang bertanggung jawab

Protokol perawatan khusus harus dibuat untuk setiap lokasi tumor individu yang diobati dengan brakhiterapi. Protokol ini harus disetujui oleh dokter yang bertanggung jawab berkolaborasi. Dalam protokol ini semua prosedur medis yang relevan harus didefinisikan. Volume target, resep dosis, dan teknik perawatan semuanya harus ditentukan tergantung pada stadium dan histologi tumor. Protokol juga harus mencakup informasi tentang aplikator yang digunakan dan peralatan khusus yang diperlukan untuk prosedur. Protokol juga harus menyatakan apakah dosimetri in-vivo harus dilakukan dan jika demikian, bagaimana dosimeter harus diposisikan, diukur dan didokumentasikan. Semua orang yang melakukan perawatan harus mengetahui protokol ini. Setiap teknik perawatan yang

berbeda harus memiliki formulir untuk dokumentasi semua informasi terkait perawatan yang relevan

b) Persiapan aplikator, persiapan peralatan khusus yang dibutuhkan

Sebelum perawatan dimulai, semua aplikator yang diperlukan harus disiapkan, ditinjau ulang kelengkapan dan operasi yang benar, dan disterilkan jika perlu. Harus dipastikan bahwa tabung transfer yang cukup dengan panjang yang benar tersedia untuk prosedur ini. Jika peralatan khusus diperlukan, seperti fluoroskop atau endoskop, ini harus tersedia dan disiapkan untuk digunakan. Deskripsi terperinci dari semua bahan harus dimasukkan dalam protokol yang dibahas.

c) Penyisipan aplikator dan dosimeter in-vivo, pengukuran parameter klinis (misalnya panjang untuk diiradiasi, diameter aplikator, ukur dan konfirmasi prinsip)

Penyisipan aplikator atau aplikator adalah tanggung jawab radiasi ahli onkologi dan / atau dokter yang berpartisipasi dari subspecialisasi sesuai (misalnya dokter kandungan, ahli urologi, dan sebagainya). Untuk aplikasi yang sederhana dan sering biasanya tidak diperlukan untuk fisikawan medis untuk menghadiri prosedur. Namun, jika prosedur yang rumit dan asing dilakukan, sering disarankan bahwa anggota tim fisika hadir selama prosedur penyisipan. Terutama pada brakhiterapi interstisial karena penempatan kateter yang tidak menguntungkan dapat memberikan distribusi dosis yang buruk bahkan setelah optimalisasi hunian. waktu. Seorang ahli onkologi radiasi atau fisikawan medis yang berpengalaman mungkin dapat mencegahnya situasi yang terjadi dengan hadir di ruang operasi untuk mengawasi prosedur, membantu menghindari penggantian kateter setelah lokalisasi implan dan perencanaan perawatan. Perawat yang membantu dokter menempatkan aplikator harus menyerahkan aplikator bagian dalam dengan urutan yang benar. Pemeriksaan harus dilakukan untuk memastikan bahwa aplikator sudah berkumpul dengan benar. Semua data, yang diperlukan untuk perencanaan perawatan, harus direkam

dan didokumentasikan pada formulir perawatan, seperti jenis dan ukuran aplikator, lama perawatan, resep dosis, batasan dosis apa pun untuk organ kritis. Semua pengukuran, yang menggambarkan posisi aplikator relatif terhadap volume perawatan, harus diperiksa oleh orang kedua, terutama jika informasi ini hanya dapat diperoleh di ruang operasi (misalnya posisi aplikator intraluminal dan panjang iradiasi yang sesuai sebagai dilihat melalui bronkoskop). Dosimeter in-vivo -jika digunakan- harus ditempatkan pada posisi dijelaskan dalam protokol perawatan bagian dalam urutan yang benar. Pemeriksaan harus dilakukan untuk memastikan bahwa aplikator sudah berkumpul dengan benar. Semua data, yang diperlukan untuk perencanaan perawatan, harus direkam dan didokumentasikan pada formulir perawatan, seperti jenis dan ukuran aplikator, lama perawatan, resep dosis, batasan dosis apa pun untuk organ kritis.

Pengendalian Mutu dalam beberapa Program

Kegiatan pengendalian mutu dapat dilakukan dengan beberapa program, yaitu:

- 1) Harian
 - a. Sistem pengaman interlock
 - b. Panel control
 - c. Pemeriksaan visual, dan
 - d. Kebenaran data persiapan dari printer
- 2) Mingguan
 - a. Kebenaran pemuatan sumber aktif pada posisi sumber tiruan dengan stimulasi
 - b. Penerapan sumber aktif
- 3) Kwartalan
 - a. Kalibrasi
 - b. Fungsi timer adalah kecocokan timer pada panel control dengan keluaran yang diberikan
 - c. Kebenaran pemeriksaan terhadap pemandu sumber dan penghubung
 - d. Kesatuan mekanik adalah kesatuan alat-alat dalam radiasi brakhiterapi
- 4) Tahunan
 - a. Algoritma perhitungan dosis
 - b. Peragaan kondisi kecelakaan dengan simulasi jika terjadi suatu

masalah dalam radiasi brakhiterapi. Misalnya jika alat brakhiterapi mengalami kebocoran radiasi maka tindakan apa saja yang dapat diperkecil efek yang ditimbulkan.

- c. Pemeriksaan terhadap sumber, hal ini berkaitan dengan ketersediaan sumber untuk mengetahui apakah sumber masih tersedia (isinya) atau tidak dan untuk mengetahui kapan sumber akan habis, jadi pemeriksaan ini dapat memperkecil keteledoran sumber saat dipakai.

5. KESIMPULAN

Quality Assurance (Penilaian kualitas) adalah seluruh rencana dan tindakan sistematis yang penting untuk menyediakan kepercayaan yang digunakan untuk memuaskan kebutuhan tertentu dari kualitas dilakukan dengan mengukur atau mengevaluasi kinerja proses radioterapi. *Quality Assurance* meliputi, cek ketebalan dari dosimeter yang dikalibrasi, pemeriksaan rutin sumber dan aplikator, cek posisi sumber, pemantauan radiasi sekitar pasien, dan program manajemen mutu. Sedangkan *Quality control* (kontrol kualitas) adalah sistem yang digunakan untuk mempertahankan tingkat kualitas yang diinginkan dalam suatu produk atau layanan dengan menilai, merawat dan atau memperbaiki kualitas perlakuan. *Quality control* terdiri dari program harian, mingguan, kwartalan, dan tahunan

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa sehingga penulis dapat menyelesaikan jurnal penulis, semua itu tidak luput dari bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada Dr. Suryani Dyah Astuti, S.Si, M.Si selaku Dosen Pembimbing, Pihak Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Soetomo Surabaya diantaranya Dr. Dyah Erawati, Sp.Rad(K)Onk.Rad selaku Kepala Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Soetomo Surabaya, Bambang Haris Suhartono, M.Si, FM, Sp.RT selaku



Pembimbing di Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Soetomo Surabaya, M. Rizqi Aditya Rahman, S.Si dan Wulandhari, S.Si selaku Fisika Medis di Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Soetomo, dan Para Dokter Spesialis Onkologi, Fisika Medis, Radiografer, dan Perawat Instalasi Radioterapi RSUD Dr. Soetomo Surabaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Arif, Alfi. 2015. *Quality Assurance dengan Metode Quality Function Deployment: Konsep Implementasi pada Institusi Perguruan Tinggi*. Jurnal Akuntansi Universitas Jember. p.p 44
- Dursui Polat, editors. *Textbook of Gynaecological Oncology*. 5th Ed. McGrawHill.2009 pg. 5-7.
- Meregalli et al., 2013. *Intracavity Brachytherapy in Cervical Carcinoma: The role of F18-FDGPET in Treatment Planning*. Journal of Nucleid Radiation Therapy. 2013;36:34-40.
- Much Solehudin. 2018. *“Implementasi Quality Assurance dan Quality Control sebagai upaya peningkatan mutu sumber daya manusia di MTs EL-Bayan Marjenang Kabupaten Cilacap”*. Tesis. Pascasarjana. Institut Agama Islam Negeri Purwokerto. Purwokerto.
- Petra T., et al. 2009. *New inverse planning technology for image-guided cervical cancer brachytherapy: Description and evaluation within a clinical frame*. Radiotherapy and Oncology Journal, 93 (2009); 331-340.
- Podgorsack, Erwin B. 2003. *Review of Radiation Oncology Physics: A Handbook for Teachers and Students*. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.
- Susila, dkk. 2016. *Perekayasaan Brachytherapy Medium Doserate*. Jurnal Perangkat Nuklir vol.05 Nomor 01 Mei 2011. ISSN 1978-3515.
- Wali, Tomas, dan Febria Anita. 2016. *Verifikasi Distribusi Dosis menggunakan Phantom Octavius 4D dengan Teknik IMRT Protokol Kanker Lidah*. Jurnal Ilmiah GIGA vol.19(1) hal 9-14, Juni 2016. ISSN 1410-8682.
- Wander AD, et al. 2012. *Adaptive Brachytherapy of Cervical Cancer, Comparison of Conventional Point A and CT Based Individual Treatment Planning*, *Acta Oncologica*, 2012; 51: 345–354
- Watkins JM., et al. 2011. *Ultrasound-guided tandem placement for low-dose rate brachytherapy in advanced cervical cancer miniizes risk of intraoperative uterine perforation*. *Ultrasound Obstetric Gynecology Journal*, 37: 241-244.