



Booklet

Mengenal Terapi Radiasi Kanker Serviks

EBRT dan Brakiterapi



Tim Penyusun

Hilda Sahida Putri, S.Si., M.Si
Dr. Pandji Triadyaksa, S.Si., M.Sc., F.Med.
Arisa Dwi Sakti, S.Si., M.Si., F.Med

PROGRAM STUDI PROFESI FISIKAWAN MEDIK
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG
2026

Kata Pengantar

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, booklet ini dapat diselesaikan sebagai media edukasi yang diadaptasi dari kajian tugas akhir berjudul "Evaluasi Total Dosis Eksternal Radiasi dan Brakiterapi pada Pasien Kanker Serviks", yang disusun dalam rangka Pendidikan Profesi Fisikawan Medik di Universitas Diponegoro.

Kanker serviks masih menjadi salah satu jenis kanker dengan jumlah kasus tertinggi pada perempuan di dunia. Salah satu metode pengobatan utama yang digunakan adalah kombinasi radiasi eksternal (EBRT) dan brakiterapi.

Namun, istilah-istilah teknis dalam dunia radioterapi sering kali terasa asing bagi pasien maupun masyarakat awam.

Booklet ini disusun untuk menjembatani hal tersebut — menyajikan kembali inti dari hasil kajian ilmiah dalam bahasa yang lebih sederhana, ringkas, dan mudah dipahami, tanpa mengurangi keakuratan informasi ilmiahnya.

Semoga booklet ini dapat memberikan manfaat dan menambah wawasan bagi siapa pun yang membacanya.

Semarang, Juli 2026
Tim Penyusun





Daftar Isi

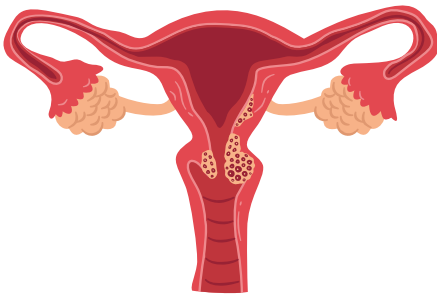
Pengantar.....	2
Daftar	
Isi.....	3
1. Apa Itu Kanker Serviks?.....	4
2. Apa Itu Radioterapi?.....	5
3. EBRT — Radiasi dari Luar Tubuh.....	6
4. Brakiterapi — Radiasi dari Dalam Tubuh.....	7
5. Mengapa Dua Terapi Ini Digabungkan?.....	8
6. Titik Acuan Dosis: Point A, Bladder, Rectum.....	9
7. Menyetarakan Dosis: Apa Itu EQD2?.....	10
8. Siapa yang Berperan dalam Proses Ini?.....	11
9. Contoh Kasus: Pasien G (Bagian 1).....	12
10. Contoh Kasus: Pasien G (Bagian 2).....	13
Penutup (Kesimpulan).....	14
Daftar	
Referensi.....	15



Apa itu Kanker Serviks?

Kanker serviks adalah kanker yang tumbuh di leher rahim (serviks), disebabkan oleh infeksi Human Papilloma Virus (HPV). Penyakit ini umumnya terjadi pada perempuan berusia 30-50 tahun.

Beberapa gejala yang perlu diwaspadai antara lain perdarahan setelah hubungan seksual, keputihan berbau tidak sedap, perdarahan vagina yang berlangsung terus-menerus, dan nyeri pada area panggul. Faktor risiko meliputi kebiasaan merokok, berganti-ganti pasangan seksual, serta riwayat infeksi HPV.



Penanganan kanker serviks disesuaikan dengan stadium penyakit. Pada stadium awal, terapi umumnya berupa pembedahan atau radioterapi. Pada stadium lanjut, penanganan yang direkomendasikan adalah kombinasi radioterapi EBRT dan brakiterapi.

Apa itu Radioterapi?

Radioterapi adalah metode pengobatan kanker yang menggunakan radiasi pengion untuk menghancurkan sel kanker atau menghambat pertumbuhannya, sekaligus berusaha meminimalkan kerusakan pada jaringan sehat di sekitarnya. Secara umum, radioterapi untuk kanker serviks terdiri dari dua jenis utama:

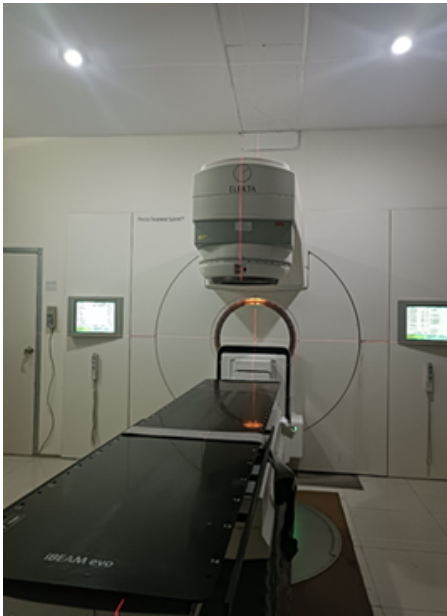
- EBRT (External Beam Radiation Therapy) — radiasi yang berasal dari luar tubuh pasien.
- Brakiterapi — radiasi yang ditempatkan langsung di dalam atau sangat dekat dengan jaringan tumor

Kedua metode ini biasanya digunakan secara berurutan dan saling melengkapi, agar seluruh area panggul mendapat penyinaran secara luas, sekaligus tumor utama mendapat dosis tambahan (booster) yang lebih terfokus.



EBRT

Radiasi dari Luar Tubuh



Gambar 1. Pesawat EBRT LINAC Elekta di RSUP Dr. Kariadi. (Sumber: dokumentasi penelitian, 2026)

EBRT (External Beam Radiation Therapy) adalah teknik radioterapi yang menggunakan sumber radiasi dari luar tubuh pasien. Berkas radiasi diarahkan secara presisi menuju area tumor menggunakan alat bernama Linear Accelerator (LINAC).

LINAC memancarkan radiasi berenergi tinggi yang diarahkan tepat ke area tumor, dengan tujuan menghancurkan sel kanker sekaligus menjaga jaringan sehat di sekitarnya tetap aman. Salah satu jenis LINAC yang digunakan di RSUP Dr. Kariadi Semarang adalah LINAC Elekta.

Pada praktiknya, dosis EBRT yang lazim diberikan untuk kasus kanker serviks adalah 25 kali penyinaran dengan dosis 2 Gray (Gy) setiap kalinya, sehingga totalnya mencapai 50 Gy

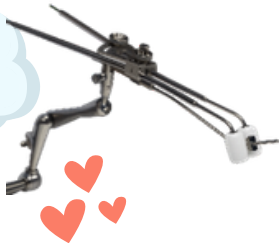
Brakiterapi

Radiasi dari Dalam Tubuh

Brakiterapi adalah teknik radioterapi yang dilakukan dengan menempatkan sumber radiasi langsung di dalam atau sangat dekat dengan jaringan tumor. Dengan cara ini, dosis radiasi yang tinggi dapat diberikan secara lokal pada area kanker, sementara paparan terhadap jaringan sehat di sekitarnya diminimalkan.

Untuk memasukkan sumber radiasi ke posisi yang tepat, digunakan alat bantu yang disebut aplikator. Tiga jenis aplikator yang umum digunakan adalah Fletcher, Ovoid, dan Silinder.

Fletcher



Ovoid



Silinder



Gambar 2. Jenis aplikator brakiterapi: (a) Fletcher, (b) Ovoid, (c) Silinder. (Sumber: ICRU Report 89, 2013)

Mengapa Dua Terapi Digabungkan?

Kombinasi EBRT dan brakiterapi memungkinkan penyinaran pada area panggul secara luas, sekaligus pemberian dosis tambahan (booster) secara langsung pada tumor utama. Kombinasi ini terbukti meningkatkan kontrol lokal tumor dan peluang kesembuhan pasien.

Radioterapi kombinasi ini menjadi pilihan pengobatan penting, terutama bagi pasien dengan kanker serviks stadium lanjut yang tidak memungkinkan untuk menjalani tindakan pembedahan. Standar penanganan ini mengacu pada rekomendasi ICRU (International Commission on Radiation Units and Measurements) Report No. 89.

Sebelum dikirim ke unit brakiterapi, hasil rencana terapi (dari sistem komputer bernama Treatment Planning System/TPS) selalu dievaluasi terlebih dahulu, guna memastikan dosis pada target tumor sudah optimal dan dosis pada organ berisiko masih berada dalam batas aman.



Titik Acuan Dosis

Point A, Bladder, Rectum



- Point A — titik acuan yang mewakili target tumor. Idealnya, titik ini menerima dosis sekitar 100% dari dosis yang diresepkan.
- Bladder (kandung kemih) — organ berisiko yang letaknya dekat dengan area tumor, sehingga dosisnya harus dijaga tetap rendah.
- Rectum (usus besar bagian akhir) — organ berisiko lain yang juga perlu dijaga keamanannya dari paparan radiasi berlebih.

Titik Point A pertama kali diperkenalkan dalam sistem Manchester, sebagai cara sederhana namun konsisten untuk menentukan lokasi dan dosis radiasi pada kanker serviks, dan hingga kini masih menjadi acuan utama dalam brakiterapi konvensional.

Menurut rekomendasi ICRU Report No. 89, total dosis yang direkomendasikan adalah: Point A ≥ 80 Gy (agar tumor tertangani optimal), Bladder ≤ 80 Gy, dan Rectum ≤ 75 Gy. Nilai-nilai inilah yang menjadi standar pembandingan saat mengevaluasi keamanan sebuah rencana terapi.



Menyetarakan Dosis

Apa Itu EQD2?

EBRT dan brakiterapi memberikan dosis radiasi dengan cara dan jumlah sesi (fraksi) yang berbeda. EBRT biasanya diberikan dalam banyak sesi kecil (misalnya 25 kali, masing-masing 2 Gy), sedangkan brakiterapi diberikan dalam beberapa sesi dengan dosis per sesi yang jauh lebih besar (misalnya 3 kali, masing-masing 7 Gy).

Karena caranya berbeda, dosis dari kedua metode ini tidak bisa langsung dijumlahkan begitu saja. Di sinilah konsep EQD2 (Equivalent Dose in 2 Gy fraction) digunakan — yaitu cara untuk "menerjemahkan" seluruh dosis ke dalam satuan yang setara, seolah-olah semuanya diberikan dalam sesi berukuran 2 Gy.

Dengan menyetarakan dosis melalui EQD2, dosis total dari EBRT dan brakiterapi dapat dijumlahkan secara adil, kemudian dibandingkan dengan batas aman (dose constraint) pada Point A, bladder, dan rectum. Cara ini membantu tim medis memastikan bahwa efek biologis total dari radiasi tetap berada dalam batas yang aman bagi pasien.



Siapa yang Berperan dalam Proses Ini?



Proses radioterapi kanker serviks melibatkan kerja sama beberapa tenaga profesional, masing-masing dengan peran penting:

- **Dokter Spesialis Onkologi Radiasi**
- **Fisikawan Medik**
- **Radiografer/Petugas Pencitraan**

Sebelum rencana terapi dijalankan, fisikawan medik terlebih dahulu meninjau rekam medis pasien untuk memahami riwayat penyakit, dosis yang diresepkan dokter, serta jenis aplikator yang digunakan. Barulah setelah rencana dinyatakan aman, tahap penyinaran brakiterapi dapat dilaksanakan.

Kerja sama lintas profesi ini menjadi kunci utama agar setiap pasien mendapatkan terapi yang efektif sekaligus aman, sesuai dengan kondisi anatomi masing-masing.



Contoh Kasus

Pasien G (Bagian 1)

Sebagai ilustrasi, berikut disajikan gambaran umum evaluasi dosis pada satu pasien (disebut "Pasien G", identitas dirahasiakan) yang menjalani kombinasi EBRT dan brakiterapi. Data ini disajikan sebagai contoh edukatif, bukan rekam medis lengkap.

Pasien G menjalani terapi EBRT sebanyak 25 kali penyinaran (2 Gy per sesi), dilanjutkan dengan booster brakiterapi menggunakan aplikator Fletcher sebanyak 3 fraksi (7 Gy per fraksi), menggunakan teknik HDR (High Dose Rate) afterloading.

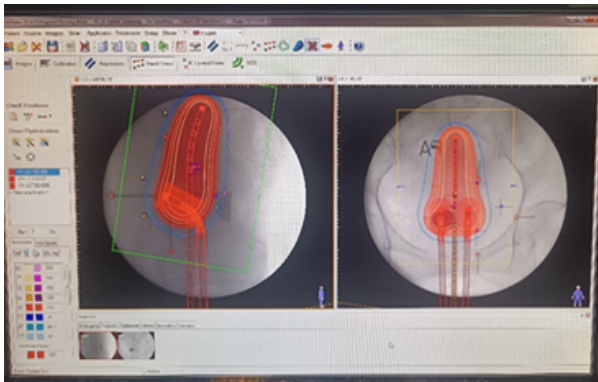
Setelah dosis dari kedua metode disetarakan menggunakan EQD2, total dosis pada Point A tercatat sekitar 79,79 Gy. Nilai ini sedikit di bawah rekomendasi ideal ICRU Report No. 89 (≥ 80 Gy), namun sudah mendekati nilai tersebut dan masih sesuai dengan rekomendasi ICRU Report No. 38, sehingga secara klinis dapat diterima.

Hal ini menunjukkan bahwa target tumor pada Pasien G telah mendapatkan dosis radiasi yang mendekati optimal, sesuai standar keamanan yang berlaku dalam praktik radioterapi.



Contoh Kasus

Pasien G (Bagian 2)



Gambar 4. Contoh hasil rencana terapi (TPS) brakiterapi Pasien G. (Sumber: dokumentasi penelitian, 2026)

Pada kasus ini, organ bladder (kandung kemih) berada cukup dekat dengan aplikator, sehingga fisikawan medik melakukan penyesuaian (optimisasi) distribusi dosis agar paparan pada organ tersebut tetap berada dalam batas aman, tanpa mengurangi dosis yang diterima target tumor.

Penempatan aplikator tandem pada kedalaman tertentu di dalam serviks turut memengaruhi bagaimana dosis radiasi terdistribusi ke organ-organ di sekitarnya. Oleh karena itu, setiap rencana terapi memerlukan penyesuaian yang cermat, disesuaikan dengan anatomi masing-masing pasien.

Contoh Pasien G ini menegaskan bahwa keberhasilan radioterapi tidak hanya bergantung pada dosis yang diresepkan, tetapi juga pada ketelitian proses perencanaan dan evaluasi yang dilakukan oleh tim medis sebelum terapi dilaksanakan.

Kesimpulan

Kombinasi terapi EBRT dan brakiterapi merupakan standar penanganan penting bagi pasien kanker serviks, khususnya pada stadium lanjut. Proses evaluasi dosis yang cermat, menggunakan acuan seperti Point A, bladder, dan rectum, memastikan bahwa terapi yang diberikan tidak hanya efektif membunuh sel kanker, tetapi juga aman bagi organ-organ sehat di sekitarnya.

Setiap rencana terapi bersifat unik bagi masing-masing pasien, karena anatomi tubuh yang berbeda-beda memengaruhi bagaimana dosis radiasi didistribusikan. Oleh karena itu, peran fisikawan medik dan tim onkologi radiasi sangat penting dalam memastikan keselamatan dan efektivitas terapi bagi setiap pasien.

Semoga booklet ini dapat menambah pemahaman masyarakat mengenai proses radioterapi kanker serviks, serta mendorong kesadaran akan pentingnya deteksi dini dan pengobatan yang tepat





Daftar Referensi

Sumber Materi

Cohen, P.A., et al. (2019). Cervical Cancer. *The Lancet*, 393(10167), 169-182.
Ferlay, J., Colombet, M., Soerjomataram, I., Parkin, D.M., Piñeros, M., Znaor, A., Bray, F. (2021). Cancer statistics for the year 2020: An overview. *International Journal of Cancer*.

International Atomic Energy Agency (IAEA). (2015). Implementation of high dose rate brachytherapy in limited resource settings (IAEA Human Health Series No. 30).

International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU). (1985). Dose and volume specification for reporting intracavitary therapy in gynecology (ICRU Report No. 38).

International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU) & GEC-ESTRO. (2013). Prescribing, recording, and reporting brachytherapy for cancer of the cervix (ICRU Report No. 89).

Khabibah, U., Adyani, K., Rahmawati, A. (2022). Faktor Risiko Kanker Serviks: Literature Review. *Faletehan Health Journal*, 9(3), 270-277.

Novalia, V. (2023). Kanker Serviks. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Mahasiswa Malikussaleh*, 2(1), 45-56.

Podgorsak, E.B. (2005). Radiation oncology physics: A handbook for teachers and students. Vienna: International Atomic Energy Agency (IAEA).

Basoeqi, R.A., dkk. (2022). Wanita 7 Orang Anak dengan Kanker Serviks.

Sumber Gambar

Gambar 1 (Ilustrasi kanker serviks): Novalia, V. (2023). Kanker Serviks. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Mahasiswa Malikussaleh*.

Gambar 2 (LINAC Elekta): Dokumentasi penelitian Tugas Akhir, Instalasi Radioterapi RSUP Dr. Kariadi, 2026.

Gambar 3 (Jenis aplikator): ICRU Report No. 89 (2013).

Gambar 4 (Hasil TPS Pasien G): Dokumentasi penelitian Tugas Akhir, Instalasi Radioterapi RSUP Dr. Kariadi, 2026 (identitas pasien dirahasiakan).

Materi disusun berdasarkan Tugas Akhir: "Evaluasi Total Dosis Eksternal Radiasi dan Brakiterapi pada Pasien Kanker Serviks", Hilda Sahida Putri, Program Studi Profesi Fisikawan Medik, Universitas Diponegoro, 2026.

