

**ANALISIS SEBARAN RADIASI HAMBUR PESAWAT SINAR X
KONVENSIONAL DI INSTALASI RADIOLOGI RSIA ZAINAB**

KARYA TULIS ILMIAH



Oleh :

RIRI MELANI GUSTIA

18002030

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK RADIOLOGI
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN AWAL BROS
PEKANBARU**

2021

**ANALISIS SEBARAN RADIASI HAMBUR PESAWAT SINAR X
KONVENSIONAL DI INSTALASI RADIOLOGI RSIA ZAINAB**

**Karya Tulis Ilmiah Disusun sebagai salah satu syarat
memperoleh gelar Ahli Madya Kesehatan**



Oleh :

RIRI MELANI GUSTIA
18002030

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK RADIOLOGI
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN AWAL BROS
PEKANBARU
2021**

LEMBAR PERSETUJUAN

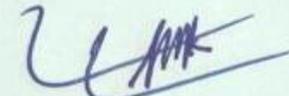
Karya Tulis Ilmiah telah diperiksa, disetujui dan siap untuk dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Diploma III Teknik Radiologi Sekolah Tinggi Ilmu kesehatan (STIKes) Awal Bros Pekanbaru

**JUDUL : ANALISIS SEBARAN RADIASI HAMBUR PESAWAT
SINAR-X KONVENSIONAL DI INSTALASI
RADIOLOGI RSIA ZAINAB**

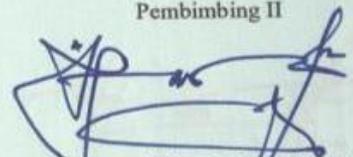
**PENYUSUN : RIRI MELANI GUSTIA
NIM : 18002030**

Pekanbaru, 13 Juli 2014

Pembimbing I


(Yoki Rahmat, M.Si)
NIDN : 1012049203

Pembimbing II


(Agus Salim, S.Kep, M.Si)
NIDN : 1017088504

Mengetahui

Ketua Program Studi Diploma III Teknik Radiologi
STIKes Awal Bros Pekanbaru

(Shelly Angella, M.Tr.Kes)
NIDN : 1022099201

LEMBAR PENGESAHAN

Karya Tulis Ilmiah :

Telah disidangkan dan disahkan oleh Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Program Studi Diploma III Radiologi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan (STIKes) Awal Bros Pekanbaru.

JUDUL : ANALISIS SEBARAN RADIASI HAMBUR PESAWAT SINAR-X KONVENSIONAL DI INSTALASI RADIOLOGI RSIA ZAINAB

PENYUSUN : RIRI MELANI GUSTIA

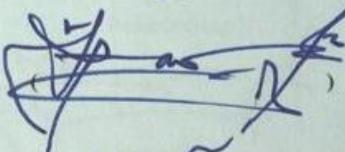
NIM : 18002030

Pekanbaru, 03 September 2021

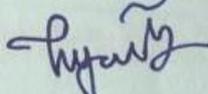
1. Penguji I : (Yoki Rahmat, M.Si)
NIDN : 1012049203

()

2. Penguji II : (Agus Salim, S.Kep, M.Si)
NIDN : 1017088504

()

3. Penguji III : (T.Mohd. Yohandi, M.Sc)
NIDN : 1020089302

()

Mengetahui

Ketua Program Studi Diploma III
Teknik Radiologi

Mengetahui

Ketua
STIKes Awal Bros Pekanbaru

(Shelly Angella, M.Tr.Kes)
NIDN : 1022099201

(Dr. Dra. Wiwik Suryandartiwi, MM.)
NIDN : 1012076501

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : RIRI MELANI GUSTIA

NIM : 18000203

Judul Tugas Akhir : ANALISIS SEBARAN RADIASI HAMBUR PESAWAT
SINAR-X KONVENSIONAL DI INSTALASI
RADIOLOGI RSIA ZAINAB

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Karya Tulis Ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya/pendapat yang pernah ditulis/diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pekanbaru, 03 September 2021

Penulis,



(RIRI MELANI GUSTIA)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Data Pribadi :

Nama : RIRI MELANI GUSTIA
Tempat/Tanggal Lahir : PEKANBARU, 25 AGUSTUS 1998
Agama : ISLAM
Jenis Kelamin : PEREMPUAN
Anak Ke : 2 (DUA)
Status : MAHASISWA
Nama Orang Tua
Ayah : Drs. ZUWIRMAN
Ibu : ERMANITA
Alamat : JL. HARAPAN DAMAI GG. SEJAHTERA

Latar Belakang Pendidikan

Tahun 2004 s/d 2010 : MIN 1 Pekanbaru
Tahun 2010 s/d 2013 : MTS Hasanah Pekanbaru
Tahun 2013 s/d 2016 : SMK Kesehatan Pro-Skill Indonesia Jurusan Analisis Kesehatan

Pekanbaru, 03 September 2021

Yang menyatakan

(RIRI MELANI GUSTIA)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran ALLAH SWT, yang dengan segala anugerah-NYA penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini tepat pada waktunya yang berjudul **“ANALISIS SEBARAN RADIASI HAMBUR PESAWAT SINAR-X KONVENSIONAL DI INSTALASI RADIOLOGI RSIA ZAINAB”**

Karya Tulis Ilmiah ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Diploma III Teknik Radiologi STIKes Awal Bros Pekanbaru. Meskipun penulis telah berusaha semaksimal mungkin agar Karya Tulis Ilmiah ini sesuai dengan yang diharapkan, akan tetapi karena keterbatasan kemampuan, pengetahuan dan pengalaman penulis, penulis menyadari sepenuhnya dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini banyak kekurangan dan kesalahan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun.

Dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, bantuan dan saran serta dorongan semangat dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ayahanda Drs. Zuwirman dan Ibunda Ermanita yang banyak memberikan dorongan dan dukungan berupa moril maupun materi, yang telah memberikan dukungan sehingga Karya Tulis Ilmiah ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Ibu Dr. Dra. Wiwik Suryandartiwi, MM sebagai Ketua STIKes Awal Bros Pekanbaru

3. Ibu Devi Purnamasari, S.Psi., M.K.M sebagai wakil ketua 1 STIKes Awal Bros Pekanbaru.
4. Bapak Agus Salim, S.Kep, M.Si sebagai wakil ketua 2 STIKes Awal Bros Pekanbaru.
5. Ibu Shelly Angela, M.Tr.Kes sebagai Ketua Prodi STIKes Awal Bros Pekanbaru yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian dalam proses penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.
6. Bapak Yoki Rahmat, M.Si sebagai Pembimbing I, terimakasih atas segala bimbingan, ajaran dan ilmu-ilmu baru yang penulis dapatkan dari selama penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.
7. Bapak Agus Salim, S.Kep, M.Si sebagai Pembimbing II, terimakasih atas segala bimbingan, ajaran dan ilmu-ilmu baru yang penulis dapatkan dari selama penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.
8. Kepada bapak/ibu penguji, terimakasih atas segala masukan, ajaran dan ilmu-ilmu baru yang penulis dapatkan dari selama Ujian Proposal Karya Tulis Ilmiah ini
9. Ibu dr. Nidia Wahyuni Defriani selaku Direktur RSIA Zainab yang telah memberikan persetujuan penelitian di rumah sakit RSIA Zainab.
10. Segenap Dosen Program Studi Diploma III Teknik Radiologi STIKes Awal Bros Pekanbaru, yang telah memberikan dan membekali penulis dengan ilmu pengetahuan.
11. Semua rekan-rekan dan teman seperjuangan khususnya Program Studi Diploma III Teknik Radiologi STIKes Awal Bros Pekanbaru Angkatan II.

12. Serta semua pihak yang telah memberikan bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung selama penulisan Proposal Karya Tulis Ilmiah ini yang tidak dapat peneliti sampaikan satu persatu, terima kasih banyak atas semuanya.

Akhir kata penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Proposal Karya Tulis Ilmiah ini dan penulis berharap kiranya Proposal Karya Tulis Ilmiah ini bermanfaat bagi kita semua.

Pekanbaru, 03 September 2021

Riri Melani Gustia

DAFTAR ISI

JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah.....	5
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Tinjauan Teoritis.....	7
2.1.1 Radiasi	7
2.1.2 Sinar-X	9
2.1.3 Proses terjadinya Sinar-X.....	12
2.1.4 Interaksi Radiasi dengan Materi.....	12
2.1.5 Prinsip Dasar Proteksi Radiasi	15
2.1.6 Tindakan Proteksi Radiasi Petugas di Instalasi radiologi	19
2.2. Kerangka Teori.....	21

2.3 Penelitian Terkait	22
2.4 Hipotesis	23
BAB III METODELOGI PENELITIAN	24
3.1 Jenis dan Desain Penelitian	24
3.2 Kerangka Konsep	25
3.3 Alat dan Bahan	25
3.4 Definisi Operasional	27
3.5 Lokasi dan Waktu Penelitian	29
3.6 Prosedur Penelitian	29
3.7 Analisis Data	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1. Hasil Penelitian	34
4.2. Pembahasan Penelitian	40
BAB V PENUTUP	48
4.1. Kesimpulan	48
4.2. Saran.	48
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Proses pembentukan sinar-X karakteristik.....	10
Gambar 2.2 Proses pembentukan <i>Bremsstrahlung</i>	10
Gambar 2.3 Proses terjadinya sinr-X dalam tabung hampa udara.....	12
Gambar 2.4 Proses hamburan Compton.....	13
Gambar 2.5 Pembentukan radiasi hambur pada saat melewati objek.....	14
Gambar 2.6 Radiasi hambur dari pemeriksaan radiologi.....	14
Gambar 2.7 Prinsip Proteksi radiasi.....	19
Gambar 2.8 Kerangka Teori.....	21
Gambar 3.1 Kerangka Konsep.....	25
Gambar 3.2 Pesawat Sinar-X Mobile	25
Gambar 3.3 Surveymeter Digital.....	26
Gambar 3.4 Meteran.....	26
Gambar 3.5 Phantom.....	27
Gambar 3.6 Tirai Pb.....	27
Gambar 3.7 Apron.....	27
Gambar 3.8 Denah ruangan Instalasi Radiologi RSIA Zainab.....	30
Gambar 3.9 posisi arah tabung pesawat pada pengeksposan.....	30
Gambar 3.10 Titik <i>shielding</i>	31
Gambar 4.1 Skema sebaran radiasi hambur ruangan radiologi.....	37
Gambar 4.2 Grafik sebaran radiasi pada titik tertentu	41

Gambar 4.3 Ilustrasi grafik sebaran radiasi pada titik tertentu seandainya tanpa menggunakan shielding	43
Gambar 4.4 Grafik sebaran radiasi pada area shielding horizontal.....	45
Gambar 4.5 Grafik sebaran radiasi pada area shielding vertikal.....	46

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Dosis rata-rata dari sumber radiasi alam.....	8
Tabel 2.2 Dosis radiasi per kapita tahunan sumber radiasi buatan.....	8
Tabel 2.3 Bahaya relatif radiasi eksternal berbagai jenis radiasi.....	8
Tabel 3.1 Definisi operasional.....	28
Tabel 3.2 Jadwal penelitian.....	29
Tabel 3.3 Data table luas ruangan bangunan radiologi.....	30
Tabel 3.4 Mengukur sebaran radiasi hambur pada titik tertentu dengan arah vertikal dan horizontal.....	31
Tabel 3.5 Mengukur radiasi pada jarak tertentu dengan arah tabung vertikal dan horizontal di daerah tirai Pb.....	32
Table 4.1 Data tabel hasil pengukuran luas bangunan radiologi.....	34
Tabel 4.2 Mengukur sebaran radiasi hambur pada titik tertentu dengan arah vertikal dan horizontal.....	35
Table 4.3 Hasil pengukuran sebaran radiasi hambur pada titik tertentu dengan arah vertikal dan horinzontal.....	36
Table 4.4 Mengukur radisasi hambur pada jarak tertentu dengan arah tabung vertikal di daerah tirai Pb.....	38
Table 4.5 Hasil pengukuran radisasi hambur pada jarak tertentu dengan arah tabung horinzontal di daerah tirai Pb.....	38
Table 4.6 Hasil pengukuran radisasi hambur pada jarak tertentu dengan arah tabung vertikal di daerah tirai Pb.....	39

DAFTAR SINGKATAN

APD	: Alat Pelindung Diri
ALARA	: <i>As Low as Reasonably Achievable</i>
TLD	: <i>Termo Luminescent Dosimeter</i>
PLTN	: Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir
BAPETEN	: Badan Pengawas Tenaga Nuklir
BATAN	: Badan Tenaga Atom Nasional
ICRP	: <i>International Commission on Radiological Protection</i>
KV	: <i>Kilo Volt</i>
MeV	: <i>Mega Electron Volt</i>
MAs	: <i>Mili Amper second</i>
Mm	: <i>Milimeter</i>
Gy	: <i>Gray</i>
NBD	: Nilai Batas Dosis
Pb	: <i>Plumbum</i>
PERKA	: Peraturan Kepala
PERMENKES	: Peraturan Menteri Kesehatan
OSL	: <i>Optically Stimulated Luminescence</i>
RPL	: <i>Radio Photo Luminescence</i>

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Surat permohonan izin survei awal
- Lampiran 2 Surat balasan izin survei awal
- Lampiran 3 Surat permohonan izin penelitian
- Lampiran 4 Surat balasan penelitian
- Lampiran 5 Surat sertifikat kalibrasi alat
- Lampiran 6 Surat lampiran kalibrasi alat
- Lampiran 7 Lembar konsultasi pembimbing I
- Lampiran 8 Lembar konsultasi pembimbing II

ANALISIS SEBARAN RADIASI HAMBUR PESAWAT SINAR X KONVENSIONAL DI INSTALASI RADIOLOGI RSIA ZAINAB

RIRI MELANI GUSTIA¹⁾, YOKI RAHMAT, M.Si²⁾, AGUS SALIM, S.Kep, M.Si³⁾

Program Studi Radiologi Sekolah Tinggi Ilmu kesehatan (STIKes) Awal bros¹⁾, Sekolah Tinggi Ilmu kesehatan (STIKes) Awal bros²⁾
Email : ririmelanigustia@gmail.com

ABSTRAK

Radiasi terdiri atas radiasi primer dan radiasi hamburan. Radiasi primer adalah radiasi yang keluar dari tabung sinar-X, radiasi yang keluar dari obyek dan tidak searah dengan sinar primernya itu disebut dengan radiasi hambur (*scattering*). Radiasi hamburan ini akan menambah jumlah dosis radiasi yang diterima. Semakin dekat tubuh kita dengan sumber radiasi maka paparan radiasi yang kita terima akan semakin besar. Berdasarkan prinsip proteksi radiasi eksternal untuk mencegah paparan radiasi tersebut kita dapat menjaga jarak pada tingkat yang aman dan menggunakan perisai dari sumber radiasi.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian kuantitatif deskriptif dengan pendekatan eksperimental. Penelitian ini dilakukan di RSIA Zainab pada bulan Juni 2021. Pada penelitian ini menggunakan pesawat sinar-x sebagai sumber radiasi, surveymeter sebagai alat deteksi radiasi hambur, shielding sebagai alat pelindung dan meteran untuk pengukuran jarak.

Sebaran radiasi sangat di pengaruhi oleh jarak dan penggunaan shielding, ini sesuai dengan teori invers square law yang menyatakan besarnya intensitas cahaya atau gelombang linier yang memancarkan dari titik sumber berbanding terbalik dengan kuadrat jarak dari sumber atau semakin jauh jarak semakin kecil paparan radiasi, dan penggunaan shielding sebagai pelindung pada saat pengekposan sangat efektif dikarenakan radiasi sinar-x tidak tembus dengan bahan yang memiliki nomor atom tinggi seperti hal nya Pb yang digunakan sebagai pelapis shielding.

Kata kunci : Radiasi Hambur, Proteksi Radiasi, Surveymeter

ANALYSIS OF THE SCATTERING FROM CONVENTIONAL X-RAY IN THE RADIOLOGY INSTALLATION OF ZAINAB HOSPITAL

RIRI MELANI GUSTIA¹⁾, YOKI RAHMAT, M.Si²⁾, AGUS SALIM, S.Kep, M.Si³⁾

Program Studi Radiologi Sekolah Tinggi Ilmu kesehatan (STIKes) Awal bros¹⁾, Sekolah Tinggi Ilmu kesehatan (STIKes) Awal bros²⁾

Email : ririmelanigustia@gmail.com

Radiation consists of primary radiation and scattered radiation. Primary radiation is radiation that comes out of the X-ray tube, radiation that comes out of the object and is not in the same direction as the primary beam is called scattering radiation. This scattering radiation will increase the amount of radiation dose received. The closer our bodies to the radiation source, the greater the radiation exposure we receive. Based on the principle of external radiation protection to prevent exposure to radiation we can maintain a safe distance at a safe level and use shielding from radiation sources.

This research is a type of descriptive quantitative research with an experimental approach. This research was conducted at RSIA Zainab in June 2021. In this study, an x-ray plane was used as a radiation source, a surveymeter as a scattering radiation detection tool, shielding as a protective device and a meter for distance measurement.

Radiation distribution is strongly influenced by distance and the use of shielding, this is in accordance with the inverse square law theory which states that the intensity of light or linear waves emitting from a point source is inversely proportional to the square of the distance from the source or the farther the distance the smaller the radiation exposure, and the use of shielding as a protective barrier at the time of exposure is very effective because x-ray radiation does not penetrate with materials that have a high atomic number such as Pb which is used as a shielding coating.

Key words : *Scattering, Radiation Protection, Surveymeter*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Radiologi adalah cabang ilmu kedokteran yang berhubungan dengan penggunaan modalitas yang menggunakan radiasi untuk diagnosis dan prosedur terapi, termasuk teknik pencitraan, penggunaan radiasi dengan sinar-X serta zat radioaktif (BAPETEN 2020). Radiografi konvensional ini sangat sering dilakukan di rumah sakit, setiap hari pemeriksaan konvensional bisa dilakukan puluhan hingga ratusan kali dengan berbagai jenis tindakan pemeriksaan yang dilakukan. Radiografi konvensional merupakan pemeriksaan yang menggunakan pesawat konvensional yang terpasang secara tetap maupun secara mobile didalam ruangan yang digunakan untuk pemeriksaan umum secara rutin, yang tentunya sumber radiasi yang digunakan untuk pemeriksaan ini adalah sinar-X.

Sinar-X merupakan radiasi yang memiliki panjang gelombang sangat pendek yaitu berkisar antara 10^{-8} hingga 10^{-11} (Zakky, 2017). Namun sinar-x memiliki energi yang sangat besar maka dapat mengionisasi objek yang dilewatinya, oleh sebab itu sinar-X disebut dengan radiasi pengion. Selain bisa mengionisasi, radiasi sinar-x ketika melewati suatu objek juga dapat menghasilkan yang namanya radiasi hambur (*scattering*) (Rini, 2014)

Radiasi terdiri atas radiasi primer dan radiasi hamburan. Radiasi primer adalah radiasi yang keluar dari tabung sinar-X, setelah itu radiasi yang

dihasilkan ketika melalui pasien (objek) dengan tidak mengalami perubahan arah namun jumlahnya berkurang disebut radiasi sekunder. Radiasi yang keluar dari obyek dan tidak searah dengan sinar primernya itu disebut dengan radiasi hambur (*scattering*) (Rini, 2014).

Dalam PERKA BAPETEN nomor 4 Tahun 2013 mengatur Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam pemanfaat tenaga nuklir, dijelaskan bahwa pekerja radiasi tidak boleh menerima dosis radiasi sebesar 100 mSv yang terakumulasi dalam lima tahun atau tidak boleh menerima dosis radiasi sebesar 20 mSv pertahun rata-rata selama lima tahun berturut-turut dan tidak boleh melebihi 50 mSv pertahun, dan untuk masyarakat umum tidak boleh melebihi 1 mSv pertahun. Karena dikhawatirkan radiasi itu memiliki efek biologi yaitu efek non-stokastik dan efek stokastik yang akan menimbulkan efek bagi tubuh manusia. Agar terwujudnya hal tersebut maka diperlukan proteksi radiasi yang berfungsi sebagai perisai dari radiasi.

Berdasarkan PERKA BAPETEN nomor 4 tahun 2020 prinsip proteksi radiasi ada 3 yaitu justifikasi, limitasi dosis, dan penerapan optimasi proteksi, dimana optimasi yang dimaksud harus didasarkan pada upaya agar paparan radiasi yang diterima pekerja radiasi, pasien dan anggota masyarakat serendah mungkin yang didapat, ini sesuai dengan prinsip ALARA (*as low as reasonably achievable*) pemanfaat radiasi selalu menghendaki penerimaan dosis yang serendah mungkin namun dapat memberikan hasil yang sebaik mungkin. Dalam sebuah instalasi yang menggunakan sumber radiasi, selain konstruksi bangunan, tata letak ruangan, dan APD yang digunakan oleh

petugas, posisi petugas atau jarak petugas pada saat melakukan pengeksposan harus sangat diperhatikan demi menjaga keselamatan petugas radiasi.

Pada prinsip proteksi radiasi, yang pertama *shielding* penggunaan pelindung berupa apron berlapis Pb, glove Pb, kaca mata Pb, tirai Pb dan sebagainya yang merupakan sarana proteksi radiasi individu. Yang kedua adalah waktu, semakin singkat waktu paparan maka radiasi yang diterimapun tidak banyak, dan yang terakhir mengatur jarak, radiasi dipancarkan dari sumber radiasi ke segala arah. Semakin dekat tubuh kita dengan sumber radiasi maka paparan radiasi yang kita terima akan semakin besar. Pancaran radiasi sebagian akan menjadi pancaran hamburan saat mengenai materi. Radiasi hamburan ini akan menambah jumlah dosis radiasi yang diterima. Untuk mencegah paparan radiasi tersebut kita dapat menjaga jarak pada tingkat yang aman dan menggunakan perisai dari sumber radiasi.

Penelitian terkait keluaran radiasi pesawat sinar-X sebelumnya juga telah dilakukan oleh Muh Zaky, et al pada tahun 2017, hasil dari penelitian yang telah dilakukan menyatakan bahwa terjadi kenaikan pola grafik yang signifikan di daerah *shielding* dalam ruangan untuk tempat berlindungnya petugas radiasi pada saat melakukan pemeriksaan. Menunjukkan nilai dosis hambur lebih besar kearah *shielding* dibandingkan titik lainnya (pada titik *shielding* $4,27 \times 10^{-4} \text{mSv/hr}$, sedang kan pada titik lain berkisar $1,03 \times 10^{-4} \text{mSv/hr} - 3,83 \times 10^{-4} \text{mSv/hr}$).

RSIA Zainab merupakan salah satu rumah sakit swasta ibu dan anak yang berada di Kota Pekanbaru, tepatnya beralamatkan di Jalan Ronggo Warsito

No.1 kecamatan Sail Pekanbaru. RSIA Zainab ini memiliki beberapa fasilitas sarana dan prasarana berupa, area parkir, Instalasi Farmasi, musholla, NICU, ruang bersalin, IGD, ruang operasi, poli anak, poli kandungan, dan Instalasi Radiologi.

Di Instalasi Radiologi RSIA Zainab ini pengekposan oleh petugas radiasi dilakukan di dalam ruangan pemeriksaan dengan posisi arah tabung pesawat sinar-X bisa ke arah vertikal maupun horizontal dengan ketersediaan alat proteksi radiasi berupa TLD perorangan, memiliki 2 baju apron di instalasi radiologi dan *shielding*/tirai Pb yang digunakan oleh petugas pada saat melakukan pengekposan. Namun jarak antara *shielding* dengan sumber radiasi tidak terlalu jauh $\pm 1,5$ m. Dikarenakan posisi arah tabung sinar-X memiliki variasi baik itu vertikal maupun horizontal, dan jarak antara *shielding* dengan sumber radiasi tidak terlalu jauh, dikhawatirkan sebaran radiasi hambur yang dihasilkan oleh pesawat sinar-X akan menghasilkan jumlah radiasi hambur yang berbeda di setiap posisinya yang akan diterima oleh petugas. Maka dari itu perlu adanya tinjauan proteksi radiasi untuk keselamatan kerja petugas radiasi salah satunya yaitu mengetahui sebaran radiasi hambur pada daerah *shielding* dan ruangan radiologi. Oleh sebab itu peneliti tertarik untuk melakukan penelitian terkait **“Analisis Sebaran Radiasi Hambur Pesawat Sinar-X Konvensional di Instalasi Radiologi RSIA Zainab Pekanbaru”**.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang di atas maka didapatkan yang menjadi rumusan masalah adalah :

1. Seberapa besar sebaran radiasi hambur yang dihasilkan pesawat sinar-X konvensional pada posisi vertikal dan horizontal pada jarak dan titik tertentu di dalam ruangan radiologi?
2. Seberapa besar sebaran radiasi hambur pada titik perisai yang dihasilkan pada pesawat sinar-x konvensional pada jarak tertentu?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui seberapa besar sebaran radiasi hambur yang dihasilkan pesawat sinar-X konvensional pada posisi vertikal dan horizontal pada jarak dan titik tertentu di dalam ruangan radiologi
2. Untuk mengetahui seberapa besar sebaran radiasi hambur pada titik perisai yang dihasilkan pada pesawat sinar-x konvensional pada jarak tertentu

1.4 MANFAAT PENELITIAN

1.4.1 Bagi Peneliti

Menjadi bahan penelitian penulis terkait sebaran radiasi hambur pesawat sinar-X serta menambah wawasan dan pengetahuan penulis terhadap sebaran radiasi hambur.

1.4.2 Bagi Rumah Sakit

Sebagai bahan masukan bagi rumah sakit tentang seberapa besar sebaran radiasi hambur yang di hasilkan pesawat sinar-X konvensional dan bagaimana proteksi radiasi bagi petugas radiasi.

1.4.3 Bagi Institusi Pendidikan

Manfaat penelitian ini bagi institusi pendidikan diharapkan dapat menjadi bahan pembelajaran dan referensi bagi kalangan yang akan melakukan penelitian lebih lanjut dengan topik yang berhubungan dengan judul penelitian di atas.

1.4.4 Bagi Responden

Meningkatkan kepedulian petugas dalam menggunakan APD guna melindungi petugas dari sebaran radisi hambur yang berada di dalam ruangan radiologi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 TINJAUAN TEORITIS

2.1.1 Radiasi

Radiasi adalah energi atau partikel yang dipancarkan oleh sumber radiasi atau zat radioaktif tanpa melalui media perantara, sumber radiasi berupa perangkat yang dapat memancarkan radiasi seperti tabung sinar-X, akselerator, reaktor. Radiasi merupakan unsur penting dalam kehidupan di dunia ini dan menjadi bagian dari kehidupan itu sendiri. Ada dua sumber utama sumber radiasi di dunia ini, yaitu sumber radiasi alami dan sumber radiasi buatan (Rini, 2017).

Radiasi merupakan unsur penting dalam kehidupan dan menjadi bagian dari kehidupan itu sendiri. Ada dua sumber utama radiasi yaitu radiasi alami dan radiasi buatan. Radiasi alam merupakan radiasi yang ada di bumi tanpa ada campur tangan manusia contohnya seperti radiasi kosmik yang berasal dari luar angkasa, radiasi primordial yang berasal dari bumi, dan radiasi interna yang telah ada di dalam tubuh manusia sejak lahir. Radiasi buatan adalah sumber radiasi yang sengaja dibuat oleh manusia untuk berbagai kepentingan seperti kepentingan militer (senjata nuklir), kedokteran (radiodiagnostik, radio terapi, dan kedokteran nuklir), dan pembangkit listrik (PLTN) (Eri, 2015).

Secara global, Tabel 2.1 memperlihatkan dosis radiasi yang diterima manusia di dunia ini dari sumber alami rata-rata dalam satu tahun, sedang Tabel 2.2 memperlihatkan dosis radiasi perkapita tahunan yang diterima setiap penduduk dunia dari radiasi buatan dan Table 2.3 menunjukkan bahaya relatif radiasi eksternal dari berbagai jenis radiasi (Eri, 2015).

Tabel 2.1 Dosis rata-rata dari sumber radiasi alam (Eri, 2015)

Sumber	Dosis rerata tahunan (mSv)	Rentang dosis (mSv)
Inhalasi (gas radon)	1,26	0,2 – 1,0
Terrestrial eksternal	0,48	0,3 – 1,0
Ingesi	0,29	0,2 – 1,0
Radiasi kosmik	0,39	0,3 – 1,0
Total	2,4	1,0 - 13

Tabel 2.2 Dosis radiasi per kapita tahunan sumber radiasi buatan (Eri,2015)

Sumber	Dosis rerata tahunan (mSv)	Rentang dosis (mSv)
Diagnosis mendik	0,5	0 – beberapa puluhan
Percobaan atmosfer senjata nuklir	0,005	Measih besardi sekitar lokasi percobaan
Pajanan Kerja	0,005	~0 – 20
Kecelakaan Chernobyl	0,002	-
Daur bahan bakar nuklir	0,0002	-
Total	0,6	~0 – beberapa puluh

Table 2.3 Bahaya relatif radiasi eksternal berbagai jenis radiasi (Rini, 2017)

Jenis Radiasi	Bahaya Relatif Radiasi Eksternal
Paritkel Alfa	Diabaikan
Partikel Beta	Kecil
Sinar-X	Besar
Sinar-Gamma	Besar

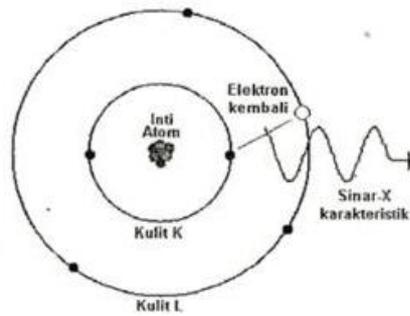
2.1.2 Sinar-X

Sejarah singkat ditemukannya Sinar-X dimulai pada tanggal 8 November 1895, Wilhelm Conrad Roentgen seorang profesor fisika dan rektor Universitas Wuerzburg di Jerman dengan sungguh sungguh melakukan penelitian tabung sinar katoda. Roengent membungkus tabung dengan suatu kertas hitam agar tidak terjadi kebocoran fotoluminesensi dari dalam tabung ke luar, kemudian dia membuat ruang penelitian menjadi gelap. Pada saat membangkitkan sinar katoda, dia mengamati sesuatu yang di luar dugaan. Pelat fotoluminesensi yang ada di atas meja mulai berpendar di dalam kegelapan. Walaupun dijauhkan 1 m dari tabung, pelat masih tetap berpendar. Roentgen berpikir pasti ada jenis radiasi baru yang belum diketahui terjadi di dalam tabung sinar katoda dan membuat pelat fotoluminesensi berpendar. Radiasi ini disebut Sinar-X yang maksudnya adalah radiasi yang belum diketahui (Rudi, 2012)

Sinar-x dibedakan menjadi dua yaitu :

1. Sinar-X Karakteristik

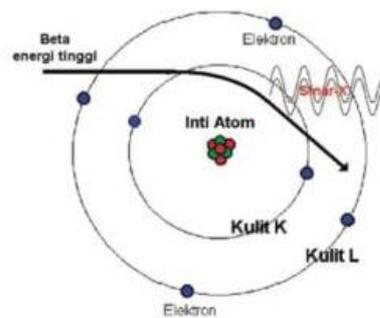
Sinar-x karakteristik dipancarkan oleh atom yang tereksitasi. Sesaat setelah ekstitasi terjadi, elektron yang tereksitasi dari suatu orbit ke orbit yang lebih luar, dalam waktu yang singkat akan kembali ke orbit semula. Pada saat kembali ini energy yang berlebihan akan dipancarkan dalam bentuk sinar-x karakteristik (Hiswara, 2015).



Gambar 2.1 Proses pembentukan sinar-X karakteristik
(Sumber : Booddy, 2013)

2. Sinar-X *Bremsstrahlung*

Sinar-X *bremsstrahlung* terjadi bila radiasi beta atau elektron yang datang dibelokkan oleh inti atom. Elektron yang dibelokkan tersebut akan berkurang energinya, sehingga menyebabkan terjadinya pancaran sinar-x *bremsstrahlung*. Berbeda dengan sinar-x karakteristik, sinar-x *bremsstrahlung* dipancarkan terus menerus, sehingga disebut pula sebagai sinar-x kontinyu (Hiswara, 2015).



Gambar 2.2 Proses pembentukan *Bremsstrahlung*
(Sumber : Booddy, 2013)

Untuk mengenal dan memahami sinar-X, kita perlu mengetahui karakteristik sifat-sifat sinar-X, sifat-sifat tersebut antara lain (Utami, 2017) :

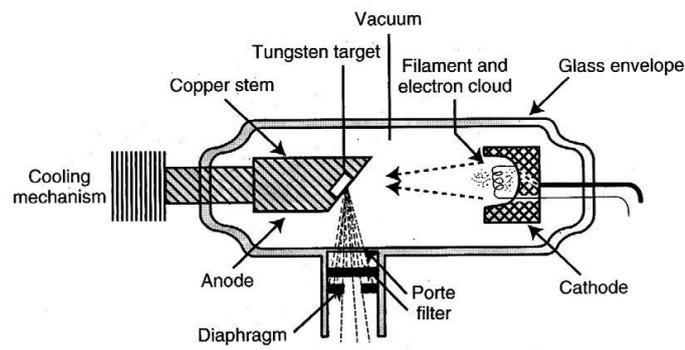
- a. Sinar-X merambat tanpa perlu media perantara
- b. Sinar-X mempunyai daya tembus yang besar.
- c. Sinar-X mampu mengionisasi materi yang dilaluinya.
- d. Sinar-X tidak dapat dibelokkan oleh bidang magnet maupun medan listrik
- e. Sinar-X mampu melakukan ionisasi dengan organ biologi yang ditembusnya
- f. Sinar-X akan mengalami perpendaran cahaya apabila terkena fosfor
- g. Sinar-X dapat menghitamkan emulsi film yang ditembusnya.

Agar terjadinya pembentukan sinar-X harus mempunyai syarat-syarat terjadinya sinar-X yaitu (Utami, 2017) :

- a. Adanya sumber arus/tegangan
- b. Adanya generator sebagai pembangkit tegangan tinggi (high tension trafo)
- c. Adanya beda tegangan yang tinggi antara filamen sebagai katoda penghasil elektron dan anoda sebagai target tumbukan elektron.
- d. Adanya filamen yang membangkitkan awan elektron.
- e. Adanya eletron filament yang bergerak cepat menumbuk atom target.
- f. Pancaran energi radiasi sinar-X dari suatu titi fokus pada target.

2.1.3 Proses Terjadinya Sinar-X

Proses terjadinya sinar-X itu terjadi di dalam tabung sinar-X yang hampa udara. Di dalam tabung sinar -X itu terdapat filamen pada katoda dan target pada anoda. Terbentuknya sinar-X terjadi bermula ketika filament pada katoda dipanaskan oleh trafo filament sehingga terbentuknya awan-awan elektron, kemudian awan-awan elektron bergerak menuju target di anoda ketika di berikan beda potensial yang tinggi. Pada saat awan elektron menumbuk target terbentuklah energi panas sebesar 99% dan 1% sinar-X yang kemudian sinar-X tersebut akan keluar melalui window (Boddy, 2013).



**Gambar 2.3 Proses terjadinya sinar-X dalam tabung hampa udara
(Sumber : Boddy, 2013)**

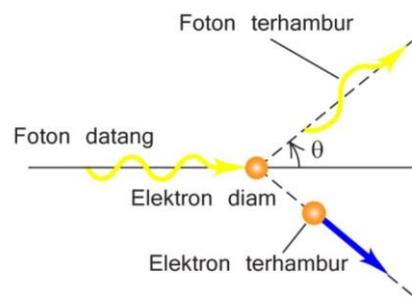
2.1.4 Interaksi Radiasi dengan Materi

Proses hamburan ditemukan oleh Compton tahun 1922 sebagai efek Compton (Compton Effect) yang dikenal dengan hamburan Compton (Compton Scatter). Dalam radiografi tidak semua foton diserap atau diteruskan oleh obyek/pasien, tetapi sebagian dihamburkan. Hal ini menyebabkan beberapa foton mula-mula

digantikan oleh foton yang lain dengan jalan dan arah berbeda serta daya tembusnya berkurang. Foton hambur mempunyai energi yang lebih kecil dari foton primer dan akan bergerak ke segala arah (Boddy, 2013)

1. Hamburan Compton.

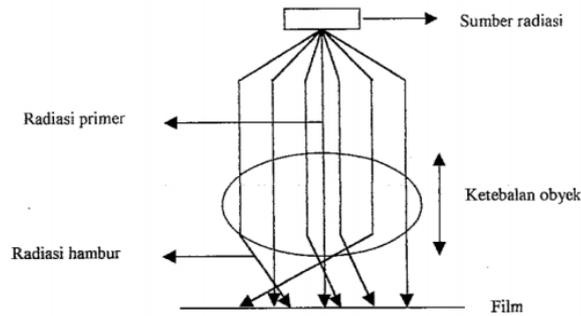
Merupakan suatu tumbukan lenting sempurna antara sebuah foton dengan sebuah elektron bebas. Elektron bebas adalah elektron yang energi ikatnya terhadap suatu atom jauh lebih kecil dari energi foton. Energi foton sebagian digunakan untuk mengeluarkan elektron dan sebagian lagi digunakan untuk meneruskan elektron tetapi dengan arah yang berbeda. Hamburan Compton juga terjadi pada penggunaan di radiodiagnostik dengan rentang energi 18 -150 kV. (Bushberg, 2002)



Gambar 2.4 Proses hamburan Compton (Sumber : Boddy, 2013)

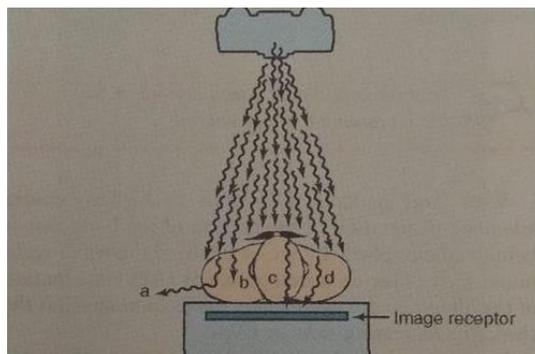
Radiasi hambur adalah sebagian radiasi yang membias/menyimpang dari radiasi sumber dan sebagian radiasi yang berubah karena energi radiasi yang di transfer yang pada

akhirnya radiasi tersebut akan mengalami perlemahan energi dan panjang gelombangnya menjadi lebih panjang dari radiasi primer (boddy, 2013)



Gambar 2.5 Pembentukan radiasi hambur pada saat melewati objek (Sumber : Boddy, 2013)

Dalam pemeriksaan radiologi radiasi hambur itu sendiri terbentuk ketika radiasi berinteraksi dengan pasien pada saat pemeriksaan berlangsung (bushong, 2017).



Gambar 2.6 Radiasi hambur dari pemeriksaan radiologi (Sumber : Bushong, 2017)

Dari gambar di atas didapatkan bahwa :

Beberapa sinar-X berinteraksi dengan pasien dan sebagian tersebar jauh dari gambar (a). Sinar- yang lain berinteraksi dengan pasien dan kemudian diserap (b). Sinar-X yang sampai pada reseptor gambar adalah yang ditransmisikan melalui pasien tanpa berinteraksi (c) radiasi yang ditemia di pasien (d). Sinar-x tipe c dan d disebut sinar-x pembentuk citra, dan sinar tipe a yang disebut dengan radiasi hambur (Bushong,).

Faktor-faktor yang memperngaruhi radiasi hambur (Bushong, 2017) :

1. Tegangan (KV)
2. Arus tabung (mAs)
3. Ketebalan/volume objek
4. Luas lapangan berkas sinar-X

2.1.5 Prinsip Dasar Proteksi Radiasi

Untuk mencapai tujuan proteksi dan keselamatan dalam pemanfaatan radiasi diperlukan prinsip utama proteksi radiasi sesuai ICRP Tahun 2015 yang menjadi Persyaratan Proteksi Radiasi adalah :

2.1.5.1 Justifikasi Penggunaan pesawat sinar-X

Justifikasi penggunaan pesawat sinar-X didasarkan pada pertimbangan bahwa manfaat yang diperoleh jauh lebih besar daripada resiko bahaya yang ditimbulkan.

Setiap pemeriksaan radiologi yang dilakukan untuk keperluan pekerjaan, legal atau asuransi kesehatan tanpa indikasi klinis tidak diperbolehkan, kecuali keperluan untuk :

1. Memberikan informasi penting mengenai kesehatan seseorang yang diperiksa, atau
2. Proses pembuktian atas terjadinya suatu pelanggaran hukum.

2.1.5.2 Limitasi Dosis

Prinsip ini menghendaki agar dosis yang diterima oleh seseorang dalam menjalankan suatu kegiatan pelayanan radiologi diagnostik dan intervensional tidak boleh melebihi nilai batas dosis (NBD) oleh instansi yang berwenang.

Menurut ICRP (2015). terkait proteksi dan keselamatan radiasi, pengaturan NBD meliputi :

1. Untuk membatasi peluang terjadinya efek stokastik pada pekerja radiasi, ditetapkan nilai dosis efektif rata-rata 20 mSv per tahun dalam periode 5 tahun sehingga tidak boleh melebihi 100 mSv selama 5 tahun dengan ketentuan dosis efektif tidak boleh melebihi 50 mSv dalam satu tahun tertentu.
2. Untuk mencegah terjadinya efek deterministik ditetapkan nilai dosis ekivalen untuk lensa sebesar 20 mSv per tahun dalam periode 5 tahun, dan 50 mSv dalam satu tahun

tertentu. Dosis ekivalen untuk kulit serta tangan sebesar 500 mSv per tahun.

3. Dan NBD untuk anggota masyarakat yaitu sebesar 1 mSv dalam 1 tahun.

2.1.5.3 Penerapan optimisasi proteksi dan keselamatan radiasi.

Penerapan optimisasi proteksi dan keselamatan radiasi harus diupayakan agar pekerja radiasi di Instalasi Radiologi dan anggota masyarakat di sekitar Instalasi Radiologi menerima paparan radiasi serendah mungkin yang dapat di capai, dimana prinsip ini disebut dengan ALARA.

Optimisasi mencakup beberapa kegiatan, yaitu :

1. Penentuan kondisi radiologi sebelum memulai suatu pekerjaan yang dapat mengakibatkan paparan radiasi
2. Perencanaan operasi agar dosis individu maupun kolektif serendah mungkin
3. Penggunaan peralatan atau perlengkapan yang memadai
4. Mengikuti prosedur baik peralatan maupun prosedur kerja yang telah disusun dan ditetapkan.

Menurut ICRP (2015) untuk mencapai tujuan proteksi radiasi eksternal maka diperlukan prinsip utama proteksi radiasi, ada tiga prinsip proteksi radiasi eksternal yang harus diperhatikan yaitu :

a. Jarak

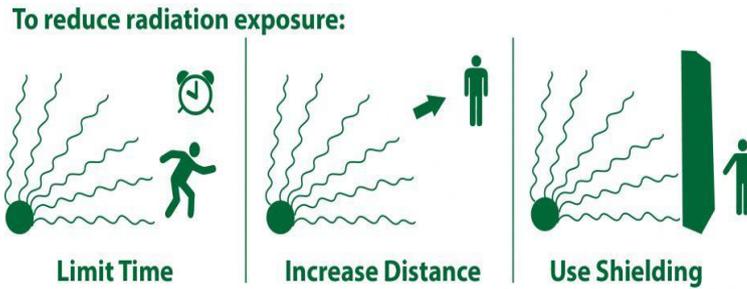
Pekerjaan yang dilakukan pada daerah radiasi diupayakan sejauh mungkin dengan sumber radiasi. Prinsip proteksi radiasi berdasarkan jarak ini didasari oleh fakta bahwa intensitas radiasi akan semakin kecil sebanding dengan jarak.

b. Waktu

Prinsip proteksi yang kedua adalah waktu. Prinsip ini digunakan pada saat perisai tidak ada. Maka hal yang dilakukan adalah secepat mungkin berada didaerah sumber radiasi. Hal ini disebabkan semakin lama berhubungan dengan sumber radiasi, potensi terpapar akan semakin banyak.

c. Perisai

Perisai digunakan sebagai prinsip proteksi radiasi utama yang teraplikasikan dalam pemeriksaan radiologi. Prinsip proteksi radiasi ini memberikan keselamatan yang jauh lebih aman untuk para petugas radiasi. Tujuan perisai adalah untuk melindungi petugas dari paparan radiasi dalam menjalankan tugas nya. Biasanya perisai ini berbahan dasar dari Pb baik itu pelapis dinding, tirai Pb, atau alat APD yang berbahan dasar Pb.



Gambar 2.7 Prinsip Proteksi radiasi (sumber : Environmental protection agency(EPA), 2021)

2.1.6 Tindakan Proteksi Radiasi Petugas di Instalasi Radiologi

Perlengkapan proteksi radiasi wajib disediakan oleh pemegang izin dan digunakan oleh pekerja radiasi. Penggunaan perlengkapan proteksi radiasi dimaksud agar nilai batas dosis bagi para pekerja tidak melebihi batas NBD. Salah satu nya dengan penggunaan peralatan pemantauan dosis perorangan, bertujuan untuk memperkirakan dosis radiasi yang diterima oleh petugas (Eri, 2015).

Petugas radiasi seharusnya tidak mendapatkan radiasi primer maupun radiasi sekunder. Dimana sumber radiasi primer ini berasal dari alat, dan radiasi sekunder nya berasal dari radiasi hamburan pasien (Utami, 2014).

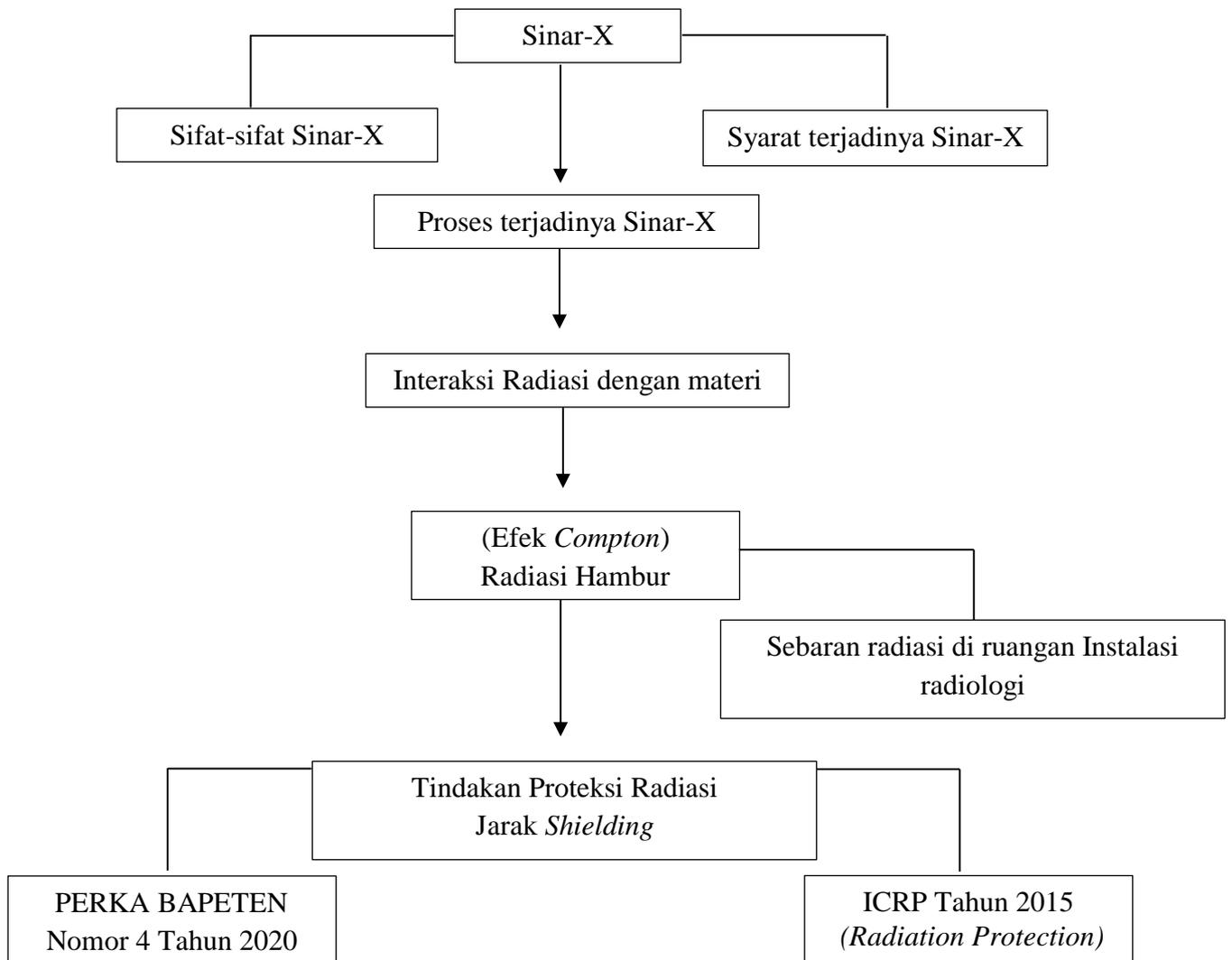
Berdasarkan PERKA BAPETEN nomor 4 tahun 2020 tindakan proteksi radiasi yang ditujukan bagi petugas adalah :

1. Pelindung dari radiasi sekunder atau primer bisa berupa penggunaan Pb sebagai pelapis dinding ruangan, pintu atau tabir pelindung (*shielding*) dengan ketebalan yang setara dengan 1 mm Pb, dengan

ukuran tinggi 2 m dan lebar 1 m yang dilengkapi dengan kaca intip yang setara dengan 1 mm Pb

2. Alat pelindung diri (APD) berfungsi sebagai pelindung individu bagi petugas radiasi. perlengkapan proteksi radiasi yang harus dilengkapi pada suatu fasilitas radiodiagnostik dan peralatan pemantauan dosis perorangan adalah :
 - a. Apron yang setara 0,25 mm Pb
 - b. Pelindung tiroid dengan bahan setara dengan 0,35-0,5 mm Pb.
 - c. Pelindung gonad 0,25 mm Pb.
 - d. Kacamata terbuat dari bahan setara dengan 0,35-0,5 mm Pb.
 - e. Dosimeter perorangan film *badge*, TLD, OSL *badge*, RPL *badge*

2.2 KERANGKA TEORI



Gambar 2.8 Kerangka teori

2.3 PENELITIAN TERKAIT

Berikut ini penelitian terdahulu yang berhubungan dengan Karya Tulis Ilmiah ini antara lain :

1. Penelitian terkait radiasi hambur sebelumnya dilakukan oleh Muh Zakky, dkk tahun 2017 pada penelitiannya analisis radiasi hambur di luar ruangan klinik radiologi *medical check up* (MCU) yaitu dimana posisi pesawat sinar-x diposisikan dalam keadaan horizontal dikarena ruangan tersebut memang hanya dikhususkan untuk pemeriksaan *medical check up* yaitu *Ro. Thorax*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah paparan dosis radiasi hambur yang diterima petugas ditinjau dari beban kerja dan variasi dalam penggunaan Kv dengan pengukuran beberapa titik di dalam ruangan. Berdasarkan hasil penelitian ini radiasi hambur pada titik *shielding* menghasilkan radiasi hambur yang besar karena di tambah dengan dengan adanya hamburan dari dalam ruangan.
2. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Hasmawati tahun 2016 terkait analisis paparan dosis radiasi sinar-X di Unit Radiologi untuk menganalisis radiasi di dalam ruangan konvensional bisa dilakukan dengan posisi pesawat dalam keadaan horizontal dan vertikal dengan jarak dan ketinggian tertentu akan menghasilkan hasil yang bervariasi dalam paparan radiasi hambur. Dan juga posisi pesawat akan mempengaruhi atas hasil radiasi hambur yang dihasilkan. Pengukuran laju dosis radiasi yang dihasilkan pesawat sinar-x luar ruangan radiasi yang diperoleh dengan hasil

yang rendah hal ini disebabkan karena semua radiasi diserap oleh dinding sehingga tidak dapat menembus tembok luar ruangan. Dalam hal ini tebal dinding sebesar 15 cm + 2 mm (Pb) memenuhi SNI keselamatan kerja radiasi yang telah ditetapkan yaitu 15 cm + 2mm (Pb).

2.4 HIPOTESIS

Hipotesis dalam penelitian ini adalah :

Ha : Jarak dan arah tabung pesawat sinar-x mempengaruhi sebaran radiasi hambur di ruangan Instalasi Radiologi

Ho : Jarak dan arah tabung pesawat sinar-x tidak mempengaruhi sebaran radiasi hambur di ruangan Instalasi Radiologi

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

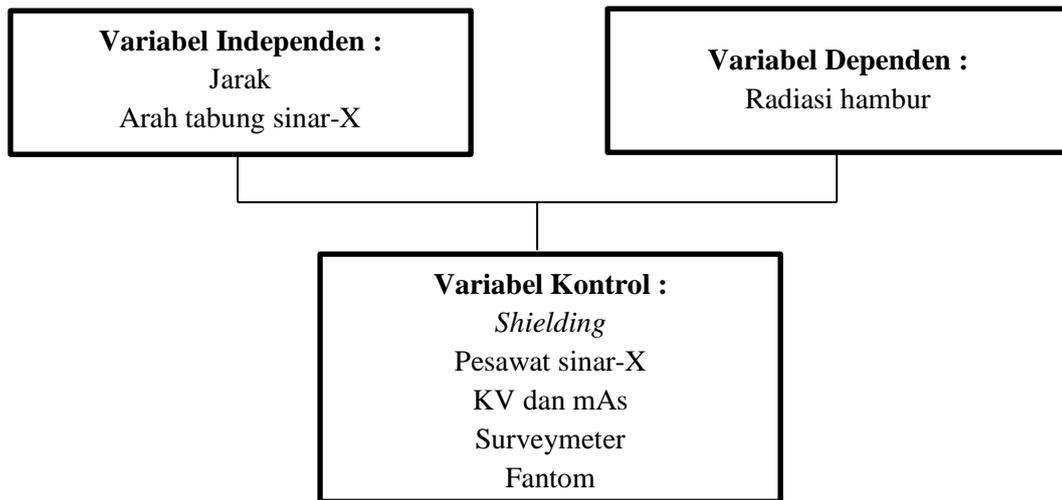
3.1 JENIS DAN DESAIN PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah penelitian kuantitatif deskriptif dengan desain eksperimental. Menurut Syafnidawaty (2020) penelitian kuantitatif merupakan penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta kausalitas hubungan-hubungannya. Metode penelitian ini menerjemahkan data menjadi angka untuk menganalisis hasil temuannya. Penelitian kuantitatif dapat bersifat deskriptif, dimana penelitian kuantitatif deskriptif biasanya hanya mengukur tingkat suatu variable pada populasi atau sampel.

Metode eksperimen tidak hanya digunakan untuk menjelaskan hubungan sebab akibat antara satu dan lain variable, tetapi juga untuk menjelaskan dan memprediksi gerak atau arah kecendrungan suatu variabel di masa depan (Sodik, 2015). Metode penelitian eksperimen termasuk dalam metode penelitian kuantitatif. Fraenkel dan Wallen (2009) menyatakan bahwa eksperimen berarti mencoba, mencari, dan mengonfirmasi. Dalam metode ini, penulis langsung melakukan percobaan dengan melakukan pengukuran radiasi hambur yang dihasilkan pesawat sinar-X konvensional mobile Allengers 100 dan kemudian akan dideteksi oleh alat surveymeter.

3.2 KERANGKA KONSEP

Penelitian ini membahas tentang radiasi hambur pesawat sinar-X konvensional. Adapun kerangka konsep pada penelitian ini yaitu:



Gambar 3.1 Kerangka Konsep

3.3 ALAT DAN BAHAN

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah :

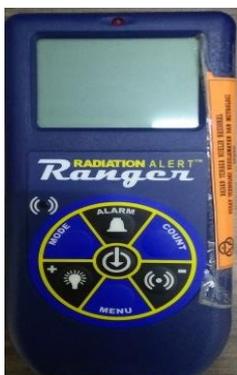
1. Pesawat sinar-x sebagai sumber radiasi

Merk	: Allengers	Kv Max	: 100
Type	: Allengers 100	mAs Max	: 40
No. Seri	: 2k1402018		



Gambar 3.2 Pesawat Sinar-X Mobile

2. Survey meter sebagai alat pendeteksi paparan radiasi hambur
Merk : Radiation Alert Ranger
Nomor seri : R 307375
Tanggal kalibrasi : 02 Juni 2021 dengan faktor kalibrasi 0,99



Gambar 3.3 Surveymeter Digital

3. Meteran sebagai alat ukur jarak dari titik ke sumber radiasi



Gambar 3.4 Meteran

4. Phantom digunakan sebagai alternatif pengganti pasien

Merk : RW3 slab phantom T29672

Ukuran : 30 cm x 30 cm dengan ketebalan mencapai 1 mm Pb



Gambar 3.5 Phantom

5. Alat tulis untuk mencatat hasil pengukuran
6. *Shielding*/tirai Pb yang dipakai petugas pada saat melakukan pengukuran



Gambar 3.6 Tirai Pb

7. Apron yang dipakai petugas pada saat melakukan pengukuran



Gambar 3.7 Apron

3.4 DEFINISI OPERASIONAL

Definisi operasional adalah uraian tentang batasan variabel yang dimaksud, atau tentang apa yang diukur oleh variabel yang bersangkutan (Huda, 2018).

a. Variabel Independen/Bebas

Variabel independen adalah atribut atau karakteristik yang dapat memberikan pengaruh atau dampak terhadap variabel dependen. Variabel independen disebut juga dengan sebagai variable X , bebas dan faktor

(Ismail, 2018). Variabel bebas pada penelitian ini adalah jarak dan arah tabung pesawat sinar-X.

b. Variabel Dependen/ Terikat

Variabel dependen adalah atribut atau karakteristik yang dipengaruhi oleh variable indepen. Variable dependen disebut juga dengan sebagai variable Y, terikat dan efek (Ismail, 2018). Variabel terikat pada penelitian ini adalah radiasi hambur.

Table 3.1 Definisi Operasional

Variabel	Definis operasional	Alat Ukur	Skala Ukur
Jarak	Suatu ukuran numerik yang menunjukkan seberapa jauh posisi objek dengan objek lainnya.	Meteran	Nominal
Arah Tabung Pesawat Sinar -X	Posisi tabung pada saat melakukan pengeksposan	-	Nominal
Radiasi Hambur	Radiasi yang dihasilkan setelah melalui suatu materi	Surveymeter	Rasio
<i>Shielding</i>	Suatu benda yang digunakan untuk proteksi radiasi	Meteran	Rasio
Pesawat Sinar-X	Salah satu alat penunjang pemeriksaan radiologi	-	-
Faktor Eksposi	Penggunaan arus dan tahanan yang di gunakan pada saat penelitian	Pengaturan pada panel kontrol	Nominal

Surveymeter	Alat pengukur radiasi hambur	-	Rasio
Fantom	Alat ganti objek pada saat pemeriksaan	-	-

3.5 LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN

Lokasi pada penelitian dilakukan di Ruang Instalasi Radiologi RSIA Zainab Pekanbaru karena peneliti pernah mengunjungi Instalasi radiologi di lokasi tersebut, karena itu sedikit banyaknya peneliti tau tata ruang radiologi di lokasi tersebut. Dan waktu penelitian akan dilakukan berkisar antara bulan April - Juni 2021

Table 3.2 Jadwal Penelitian

No	Kegiatan Penelitian	Bulan / 2021						
		Januari	Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli
1	Pembuatan proposal							
2	Seminar Proposal							
3	Perbaikan Proposal							
4	Penelitian							
5	Pengolahan Data Analisis							
6	Ujian Sidang KTI							
7	Perbaikan Hasil KTI							

3.6 PROSEDUR PENELITIAN

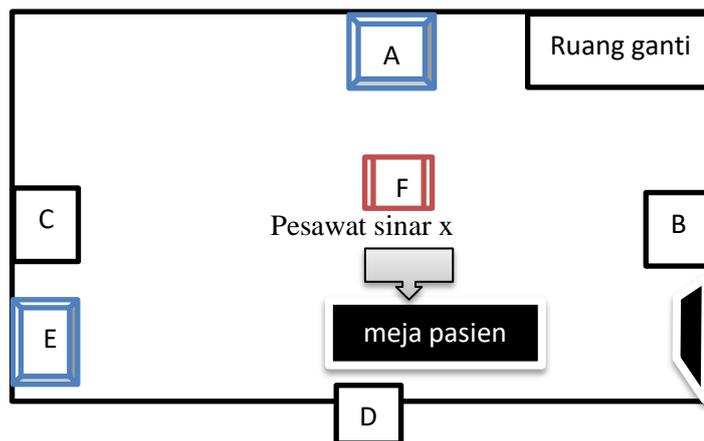
1. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan
2. Melakukan studi literatur sebagai landasan melakukan penelitian

3. Mengukur luas ruangan radiologi, dan mencatat hasilnya

Table 3.3 Data tabel luas bangunan radiologi

No.	Bidang	Hasil Pengukuran
1.	Panjang Ruangan	
2.	Lebar Ruangan	
3.	Tinggi Ruangan	
4.	Luas ruang (PxL)	

Denah ruangan pesawat sinar-X konvensional RSIA Zainab :



Gambar 3.8 Denah ruangan Instalasi pesawat sinar-X konvensional RSIA Zainab

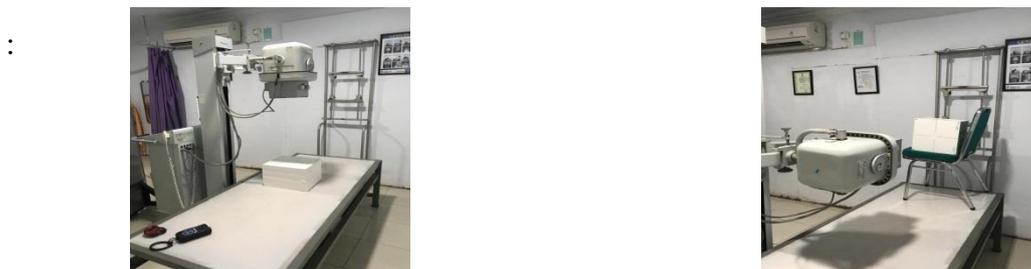
Keterangan denah :

- | | |
|--------------------|-----------------|
| A = Pintu Operator | D = Dinding |
| B = Dinding | E = Pintu Utama |
| C = Dinding | F = Tirai Pb |

4. Mengukur paparan radiasi hambur pada setiap titik yang telah ditentukan menggunakan teknik arah tabung sinar vertikal dan horizontal pada Kv tertinggi pada pemeriksaan yang sering dilakukan yaitu KV = 68 dan mAs = 10 dengan tiga kali siklus pengulangan.

Posisi arah tabung vertikal :

posisi arah tabung horinzontal



Gambar 3.9 posisi arah tabung pesawat pada pengeksposan

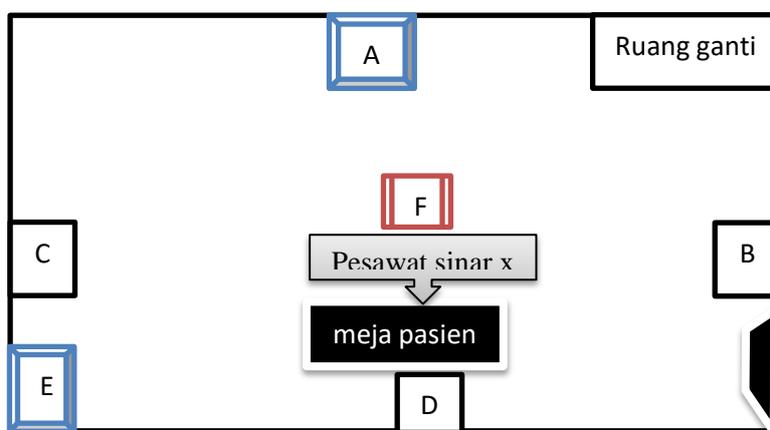
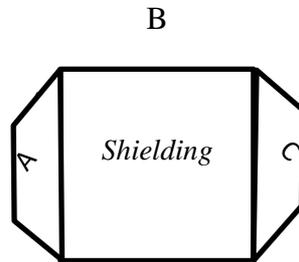


Table 3.4 Mengukur sebaran radiasi hambur pada titik tertentu dengan arah vertikal dan horinzontal

No.	Titik Analisa	Jarak dari sumber radiasi	Hasil Pengukuran		
			Nilai Background	Saat Ekspose	
				Vertikal	Horizontal
1	Titik A (Pintu Op)				
2	Titik B (Dinding)				
3	Titik C (Dinding)				
4	Titik D (Dinding)				
5	Titik E (pintu utama)				
6	Titik F (Shielding)				

5. Mengukur radiasi hambur antara titik yang dihasilkan sinar-x berbagai arah pada daerah shielding dengan ketinggian tertentu



Gambar 3.10 Titik *shielding*

Table 3.5 Mengukur radisasi hambur pada jarak tertentu dengan arah tabung vertikal dan horinzontal di daerah tirai Pb

No.	Titik Analisa	Nilai Hasil Ekspose					
		Vertikal			Horizontal		
		1 m	1,5 m	2 m	1 m	1,5 m	2 m
1	Titik A (sisi kanan lidah)						
2	Titik B (belakang)						
3	Titik C (sisi kiri lidah)						

3.7 ANALISIS DATA

Teknik analisis data yang dilakukan adalah dengan malakukan pengukuran radiasi hambur pada titik tertentu, kemudian mengukur jarak tertentu pada daerah *shielding*/tirai Pb dengan sumber radiasi dan melakukan perhitungan paparan radiasi hambur yang di tangkap alat surveymeter baik sebelum expose dan saat expose kemudian dikali dengan kalibrasinya dengan

arah sinar vertikal dan horizontal dengan tiga kali pengulangan pengambilan data.

Rumus radiasi hambur :

$$\text{Radiasi sebenarnya} = (\text{hasil baca alat} - \text{nilai background}) \times \text{faktor kalibrasi} \quad (3.1)$$

Dalam melakukan pengukuran radiasi hambur, nilai yang telah dibaca oleh alat kemudian dikalikan dengan faktor kalibrasinya, secara ideal faktor kalibrasi bernilai satu. Namun pada kenyataannya masih tidak banyak alat ukur yang kalibrasinya sama dengan satu. Nilai yang masih dapat diterima berkisar antara 0,8 sampai dengan 1,2 (Suligi, 2012:3)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 HASIL PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan sumber atau X-ray yaitu pesawat mobile merk *Allengers* tipe *Allengers 100* dan nomor seri 2k1402018 dengan KV max 100 KV, pada penelitian ini menggunakan KV 68 dan mAs 10 dan surveymeter yang digunakan pada penelitian ini adalah surveymeter digital yang sudah bersertifikat kalibrasi atau yang telah dikalibrasi pada tanggal 02 Juni 2021 dengan faktor kalibrasi 0,99 dengan merk Radiation Alert Rangernomor seri R307375 yang dipinjam di Laboratorium Radiologi STIKes Awal Bros Pekanbaru, dan juga pada penelitian ini menggunakan *fantom* sebagai pengganti objek pada saat pengeksposan. Hasil pengukuran luas ruangan pemeriksaan radiologi yaitu *p x l x t* sebesar 4,70 m x 3,6 m x 2,75 m sedangkan berdasarkan aturan PERMENKES no 24 tahun 2020 persyaratan desain ruangan yang diperbolehkan yaitu 4 m x 3 m x 2,8 m dan ini sudah termasuk dari standar ruangan radiologi untuk penggunaan pesawat mobile.

Table 4.1 Data tabel hasil pengukuran luas bangunan radiologi

No.	Bidang	Hasil Pengukuran
1.	Panjang Ruangan	4.70 meter
2.	Lebar Ruangan	3.60 meter
3.	Tinggi Ruangan	2.75 meter
4.	Luas ruang (PxL)	16.92 meter

Table 4.2 Hasil mengukur sebaran radiasi hambur pada titik tertentu dengan arah vertikal dan horinzontal

No.	Titik Analisa	Jarak dari Sumber Radiasi	Hasil Pengukuran		
			Nilai Background	Hasil Baca Alat	
				Vertikal	Horizontal
1	Titik A (Pintu Op)	3.35 m	0.12 $\mu\text{Sv/h}$	0.5 $\mu\text{Sv/h}$	0.49 $\mu\text{Sv/h}$
				0.4 $\mu\text{Sv/h}$	0.7 $\mu\text{Sv/h}$
				0.48 $\mu\text{Sv/h}$	0.79 $\mu\text{Sv/h}$
2	Titik B (Dinding)	1.70 m	0.12 $\mu\text{Sv/h}$	17.08 $\mu\text{Sv/h}$	15.09 $\mu\text{Sv/h}$
				20.05 $\mu\text{Sv/h}$	13.08 $\mu\text{Sv/h}$
				17.6 $\mu\text{Sv/h}$	13.53 $\mu\text{Sv/h}$
3	Titik C (Dinding)	2.35 m	0.12 $\mu\text{Sv/h}$	1.08 $\mu\text{Sv/h}$	1.4 $\mu\text{Sv/h}$
				1.02 $\mu\text{Sv/h}$	1.6 $\mu\text{Sv/h}$
				1.27 $\mu\text{Sv/h}$	1.3 $\mu\text{Sv/h}$
4	Titik D (Dinding)	1.45 m	0.12 $\mu\text{Sv/h}$	27.00 $\mu\text{Sv/h}$	9.6 $\mu\text{Sv/h}$
				19.96 $\mu\text{Sv/h}$	10.63 $\mu\text{Sv/h}$
				13.96 $\mu\text{Sv/h}$	12.44 $\mu\text{Sv/h}$
5	Titik E (pintu utama)	2.15 m	0.12 $\mu\text{Sv/h}$	3.3 $\mu\text{Sv/h}$	3.6 $\mu\text{Sv/h}$
				2.6 $\mu\text{Sv/h}$	2.9 $\mu\text{Sv/h}$
				2.3 $\mu\text{Sv/h}$	1.8 $\mu\text{Sv/h}$
6	Titik F (Shielding)	1.50 m	0.12 $\mu\text{Sv/h}$	1.8 $\mu\text{Sv/h}$	0.9 $\mu\text{Sv/h}$
				1.3 $\mu\text{Sv/h}$	1.050 $\mu\text{Sv/h}$
				1.6 $\mu\text{Sv/h}$	0.96 $\mu\text{Sv/h}$

Hasil akumulasi perolehan data :

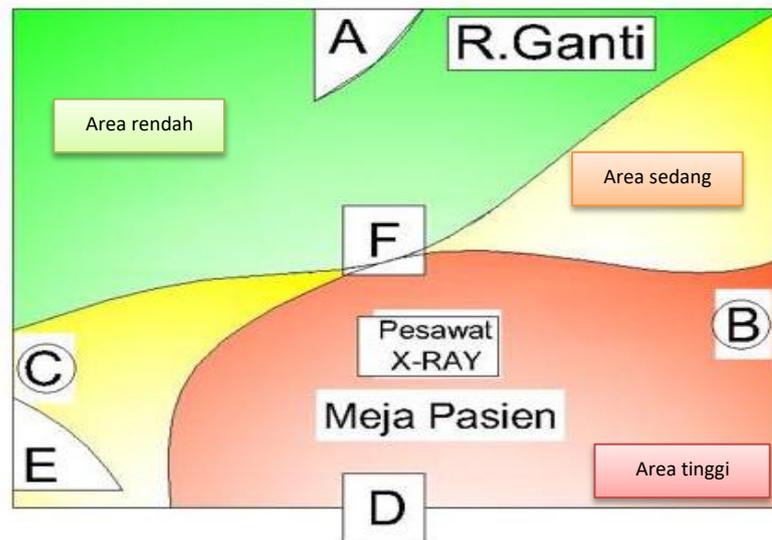
Table 4.3 Hasil pengukuran sebaran radiasi hambur pada titik tertentu dengan arah vertikal dan horinzontal

No.	Titik Analisa	Hasil Pengukuran				
		Nilai Background	Vertikal		Horizontal	
			Rata-rata	Hasil	Rata-rata	Hasil
1	Titik A (Pintu Op)	0.12 $\mu\text{Sv/h}$	0.46 $\mu\text{Sv/h}$	0.3366 $\mu\text{Sv/h}$	0.66 $\mu\text{Sv/h}$	0.5646 $\mu\text{Sv/h}$
2	Titik B (Dinding)	0.12 $\mu\text{Sv/h}$	18.2433 $\mu\text{Sv/h}$	17.9421 $\mu\text{Sv/h}$	13.9 $\mu\text{Sv/h}$	13.6422 $\mu\text{Sv/h}$
3	Titik C (Dinding)	0.12 $\mu\text{Sv/h}$	1.1233 $\mu\text{Sv/h}$	0.9933 $\mu\text{Sv/h}$	1.4333 $\mu\text{Sv/h}$	1.3002 $\mu\text{Sv/h}$
4	Titik D (Dinding)	0.12 $\mu\text{Sv/h}$	20.3066 $\mu\text{Sv/h}$	19.9848 $\mu\text{Sv/h}$	10.89 $\mu\text{Sv/h}$	10.6623 $\mu\text{Sv/h}$
5	Titik E (pintu utama)	0.12 $\mu\text{Sv/h}$	2.7333 $\mu\text{Sv/h}$	2.5872 $\mu\text{Sv/h}$	2.2266 $\mu\text{Sv/h}$	2.0856 $\mu\text{Sv/h}$
6	Titik F (Shielding)	0.12 $\mu\text{Sv/h}$	1.5666 $\mu\text{Sv/h}$	1.4322 $\mu\text{Sv/h}$	0.97 $\mu\text{Sv/h}$	0.9603 $\mu\text{Sv/h}$

Dari percobaan yang telah dilakukan hasil rata-rata 3 kali ekspose radiasi hambur pada posisi arah tabung pesawat horizontal pada titik A 0.5646 $\mu\text{Sv/h}$, titik B 13.6422 $\mu\text{Sv/h}$, titik C 1.3002 $\mu\text{Sv/h}$, titik D 10.6623 $\mu\text{Sv/h}$, titik E 2.0856 $\mu\text{Sv/h}$ dan titik F 0.9603 $\mu\text{Sv/h}$. Dan pada posisi arah tabung pesawat vertikal didapatkan hasil pada titik A 0.3366 $\mu\text{Sv/h}$, titik B 17.9421 $\mu\text{Sv/h}$, titik C 0.9933 $\mu\text{Sv/h}$, titik D 19.9848 $\mu\text{Sv/h}$, titik E 2.5872 $\mu\text{Sv/h}$ dan titik F 1.4322 $\mu\text{Sv/h}$.

Kemudian dari hasil pengukuran dibuatlah skema sebaran radiasi hambur di ruangan instalasi radiologi RSIA Zainab tersebut.

Peta sebaran radiasi hambur di ruangan radiologi RSIA Zainab



Gambar 4.1 Skema sebaran radiasi hambur ruangan radiologi RSIA Zainab

Adapun keterangan dari skema sebaran radiasi ini adalah :

Merah : Merupakan daerah yang termasuk mengalami sebaran radiasi yang tinggi dari hasil perhitungan yang didapat yaitu $> 2.5 \mu\text{Sv/h}$

Kuning : Merupakan daerah yang termasuk mengalami sebaran radiasi yang sedang dari hasil perhitungan yang didapat yaitu $< 2.5 \mu\text{Sv/h}$

Hijau : Merupakan daerah yang termasuk mengalami sebaran radiasi yang rendah dari hasil perhitungan yang didapat yaitu $< 1 \mu\text{Sv/h}$

Table 4.4 Mengukur radisasi hambur pada jarak tertentu dengan arah tabung vertikal di daerah tirai Pb

No.	Titik Analisa	Hasil Pengukuran						
		Nilai Background	Ekspose Vertikal			Ekspose Horizontal		
			1 m	1,5 m	2 m	1 m	1,5 m	2 m
1	Titik A (sisi kiri lidah)	0.12 $\mu\text{Sv/h}$	2.1 $\mu\text{Sv/h}$	1.26 $\mu\text{Sv/h}$	0.6 $\mu\text{Sv/h}$	2.6 $\mu\text{Sv/h}$	1.4 $\mu\text{Sv/h}$	0.5 $\mu\text{Sv/h}$
			1.9 $\mu\text{Sv/h}$	1.14 $\mu\text{Sv/h}$	0.64 $\mu\text{Sv/h}$	2.610 $\mu\text{Sv/h}$	1.310 $\mu\text{Sv/h}$	0.66 $\mu\text{Sv/h}$
			1.4 $\mu\text{Sv/h}$	1.5 $\mu\text{Sv/h}$	0.70 $\mu\text{Sv/h}$	3.2 $\mu\text{Sv/h}$	1.5 $\mu\text{Sv/h}$	0.75 $\mu\text{Sv/h}$
2	Titik B (belakang)	0.12 $\mu\text{Sv/h}$	2.1 $\mu\text{Sv/h}$	1.8 $\mu\text{Sv/h}$	0.9 $\mu\text{Sv/h}$	1.1 $\mu\text{Sv/h}$	0.9 $\mu\text{Sv/h}$	0.54 $\mu\text{Sv/h}$
			1.9 $\mu\text{Sv/h}$	1.3 $\mu\text{Sv/h}$	0.9 $\mu\text{Sv/h}$	1.210 $\mu\text{Sv/h}$	1.050 $\mu\text{Sv/h}$	0.72 $\mu\text{Sv/h}$
			1.56 $\mu\text{Sv/h}$	1.6 $\mu\text{Sv/h}$	1.1 $\mu\text{Sv/h}$	0.9 $\mu\text{Sv/h}$	0.96 $\mu\text{Sv/h}$	0.54 $\mu\text{Sv/h}$
3	Titik C (sisi kanan lidah)	0.12 $\mu\text{Sv/h}$	2.1 $\mu\text{Sv/h}$	1.3 $\mu\text{Sv/h}$	0.510 $\mu\text{Sv/h}$	1.8 $\mu\text{Sv/h}$	1.02 $\mu\text{Sv/h}$	0.48 $\mu\text{Sv/h}$
			2.0 $\mu\text{Sv/h}$	1.2 $\mu\text{Sv/h}$	0.8 $\mu\text{Sv/h}$	1.5 $\mu\text{Sv/h}$	1.022 $\mu\text{Sv/h}$	0.84 $\mu\text{Sv/h}$
			1.9 $\mu\text{Sv/h}$	1.2 $\mu\text{Sv/h}$	0.9 $\mu\text{Sv/h}$	1.806 $\mu\text{Sv/h}$	1.020 $\mu\text{Sv/h}$	0.54 $\mu\text{Sv/h}$

Hasil akumulasi perolehan data :

Table 4.5 Hasil pengukuran radisasi hambur pada jarak tertentu dengan arah tabung horinzontal di daerah tirai Pb

No.	Titik Analisa	Hasil Pengukuran Horizontal						
		Nilai Background	1 m		1.5 m		2 m	
			Rata-rata	Hasil	Rata-rata	Hasil	Rata-rata	Hasil
1	Titik A (sisi kiri lidah)	0.12 $\mu\text{Sv/h}$	2.8033 $\mu\text{Sv/h}$	2.6565 $\mu\text{Sv/h}$	1.4033 $\mu\text{Sv/h}$	1.2705 $\mu\text{Sv/h}$	0.6366 $\mu\text{Sv/h}$	0.5115 $\mu\text{Sv/h}$
2	Titik B (belakang)	0.12 $\mu\text{Sv/h}$	1.07 $\mu\text{Sv/h}$	0.9405 $\mu\text{Sv/h}$	0.97 $\mu\text{Sv/h}$	0.8415 $\mu\text{Sv/h}$	0.6 $\mu\text{Sv/h}$	0.4752 $\mu\text{Sv/h}$
3	Titik C (sisi kanan lidah)	0.12 $\mu\text{Sv/h}$	1.702 $\mu\text{Sv/h}$	1.5661 $\mu\text{Sv/h}$	1.0206 $\mu\text{Sv/h}$	0.8916 $\mu\text{Sv/h}$	0.62 $\mu\text{Sv/h}$	0.495 $\mu\text{Sv/h}$

Table 4.6 Hasil pengukuran radisasi hambur pada jarak tertentu dengan arah tabung vertikal di daerah tirai Pb

No.	Titik Analisa	Hasil Pengukuran Vertikal						
		Nilai Background	1 m		1.5 m		2 m	
			Rata-rata	Hasil	Rata-rata	Hasil	Rata-rata	Hasil
1	Titik A (sisi kiri lidah)	0.12 $\mu\text{Sv/h}$	1.8 $\mu\text{Sv/h}$	1.6632 $\mu\text{Sv/h}$	1.3 $\mu\text{Sv/h}$	1.1682 $\mu\text{Sv/h}$	0.6466 $\mu\text{Sv/h}$	0.5214 $\mu\text{Sv/h}$
2	Titik B (belakang)	0.12 $\mu\text{Sv/h}$	1.8533 $\mu\text{Sv/h}$	1.7159 $\mu\text{Sv/h}$	1.5666 $\mu\text{Sv/h}$	1.4321 $\mu\text{Sv/h}$	0.9666 $\mu\text{Sv/h}$	0.8382 $\mu\text{Sv/h}$
3	Titik C (sisi kanan lidah)	0.12 $\mu\text{Sv/h}$	2.0 $\mu\text{Sv/h}$	1.8612 $\mu\text{Sv/h}$	1.2333 $\mu\text{Sv/h}$	1.1022 $\mu\text{Sv/h}$	0.7366 $\mu\text{Sv/h}$	0.6105 $\mu\text{Sv/h}$

Dari percobaan yang telah dilakukan pada daerah shielding dari hasil rata-rata 3 kali ekspose radiasi hambur pada posisi arah tabung pesawat horizontal dengan jarak 1 meter pada titik A didapatkan hasil 2.6565 $\mu\text{Sv/h}$, titik B 0.9405 $\mu\text{Sv/h}$ dan titik C 1.5661 $\mu\text{Sv/h}$. Pada jarak 1,5 meter pada titik A didapatkan hasil 1.4033 $\mu\text{Sv/h}$, titik B 0.8415 $\mu\text{Sv/h}$ dan titik C 0.8916 $\mu\text{Sv/h}$. Pada jarak 2 meter pada titik A didapatkan hasil 0.5115 $\mu\text{Sv/h}$, titik B 0.4752 $\mu\text{Sv/h}$ dan titik C 0.495 $\mu\text{Sv/h}$.

Pada posisi arah tabung pesawat vertikal dengan jarak 1 meter pada titik A didapatkan hasil 1.6632 $\mu\text{Sv/h}$, titik B 1.7159 $\mu\text{Sv/h}$ dan titik C 1.8612 $\mu\text{Sv/h}$. Pada jarak 1,5 meter pada titik A didapatkan hasil 1.1682 $\mu\text{Sv/h}$, titik 1.4321 $\mu\text{Sv/h}$ dan titik C 1.1022 $\mu\text{Sv/h}$. Pada jarak 2 meter pada titik A didapatkan hasil 0.5214 $\mu\text{Sv/h}$, titik B 0.8382 $\mu\text{Sv/h}$ dan titik C 0.6105 $\mu\text{Sv/h}$.

4.2 PEMBAHASAN PENELITIAN

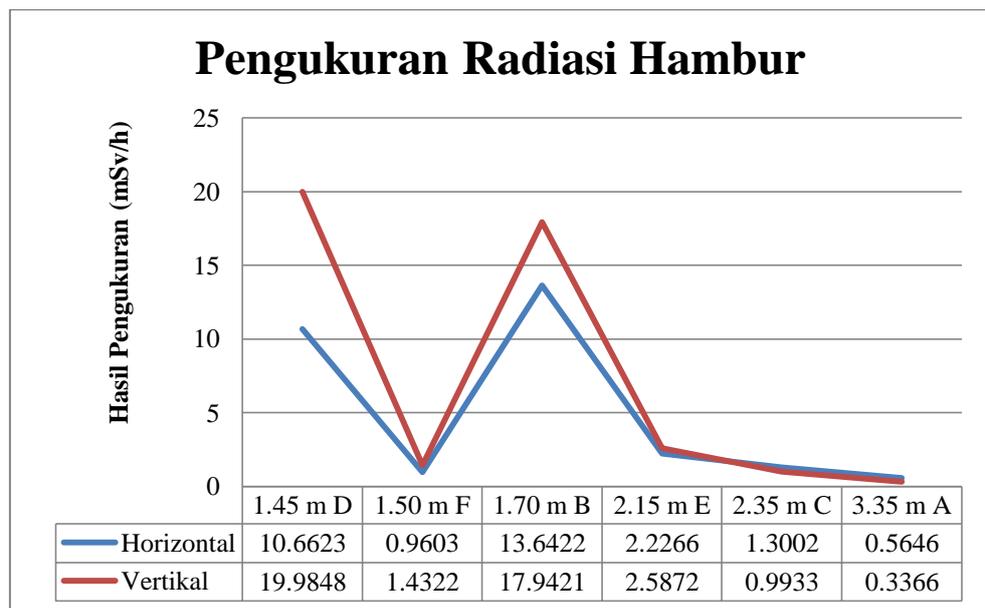
1. Seberapa besar sebaran radiasi hambur yang dihasilkan pesawat sinar-X konvensional pada posisi vertikal dan horizontal pada jarak dan titik tertentu di dalam ruangan radiologi.

Berdasarkan Perka BAPETEN nomor 4 tahun 2020 dan ICRP (*International Commission on Radiological Protection*) menyatakan bahwa ada tiga pembagian dari proteksi radiasi eksterna yaitu penggunaan perisai (*shielding*), waktu (*time*) dan jarak (*distance*). Pada penelitian kali ini penelitian melakukan penelitian di rumah sakit RSIA Zainab, melakukan penelitian terkait sebaran radiasi hambur yang didasari pada poin yang terdapat pada prinsip proteksi radiasi yaitu jarak (*distance*). Dimana untuk mengatasi penerima dosis radiasi atau paparan radiasi dalam pekerja harus diusahakan berada pada jarak yang sejauh dan semaksimal mungkin. Maka diperlukannya perhitungan jarak yang aman bagi para petugas demi menjaga dari paparan radiasi hambur.

Hasil dari penelitian yang telah didapat oleh peneliti pada besar sebaran radiasi hambur yang dihasilkan pesawat sinar-X konvensional pada posisi vertikal dan horizontal pada jarak dan titik tertentu di dalam ruangan radiologi menggambarkan bahwa, semakin jauh jarak antara sumber radiasi dengan titik yang diukur maka semakin kecil pula sebaran radiasi hambur yang dihasilkan dan semakin dekat jarak antara sumber radiasi dengan titik yang diukur

maka semakin besar pula paparan radiasi hamburnya, namun pada titik F yang jaraknya 1,50 m dari *shielding* mengalami penurunan drastis dikarenakan penggunaan tabir sehingga mempengaruhi sebaran radiasi hambur.

Grafik hasil pengukuran sebaran radiasi hambur pada titik tertentu dengan arah pesawat vertikal dan horinzontal



Gambar 4.2 Grafik sebaran radiasi pada titik tertentu

Pada penelitian ini, jarak terjauh terdapat pada titik A dengan jarak antara titik dengan sumber radiasi yaitu 3,35 m. Hasil pengukuran radiasi hambur sebesar $0.3366\mu\text{Sv/h}$ pada arah tabung sinar vertikal dan $0.5646\mu\text{Sv/h}$ pada arah tabuh horizontal. Jarak terdekat dari penelitian ini adalah pada titik D dengan jarak antara titik dengan sumber radiasi yaitu 1,45 m. Hasil pengukuran radiasi hamburnya lebih tinggi dibandingkan dengan titik yang lain yaitu

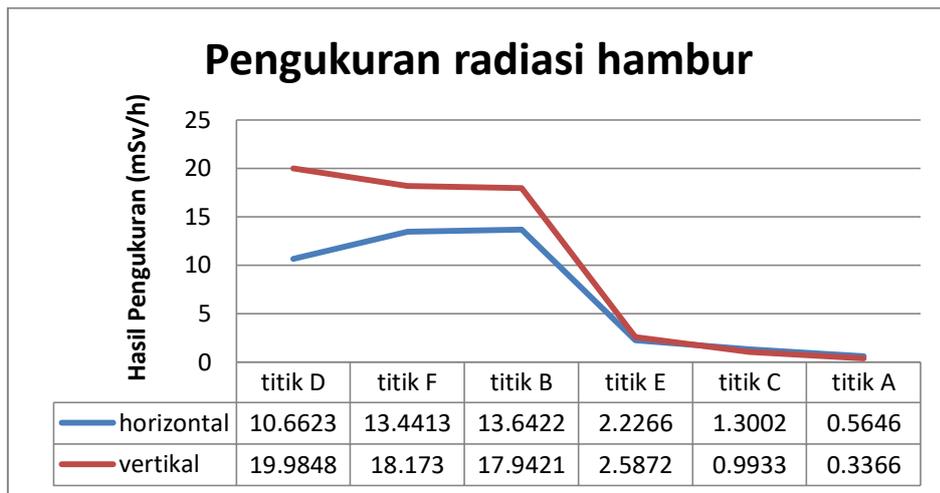
19.9848 $\mu\text{Sv/h}$ pada arah tabung vertikal dan 10.6623 $\mu\text{Sv/h}$ pada arah tabung horizontal.

Pada titik F yang berjarak 1.5 m dari sumber radiasi mengalami penurunan drastis dari titik D yang berjarak 1.45 m, ini dikarenakan pengujian sebaran radiasi hambur dilakukan di belakang *shielding*. Radiasi sinar-x merupakan jenis radiasi gamma dimana radiasi ini tidak tembus dengan bahan yang memiliki nomor atom tinggi, seperti halnya Pb yang digunakan sebagai pelapis *shielding*, sehingga radiasi hambur yang dihasilkan akan ditahan oleh *shielding* dan yang dibaca oleh alat akan menjadi rendah. Oleh sebab itu makanya terjadi penurunan drastis pada titik F dengan jarak 1.5 m dari sumber radiasi, dan akan naik kembali pada titik B dengan jarak 1.7 m tanpa ada perantara *shielding*.

Dalam ilmu fisika, hukum kuadrat terbalik (*Invers Square Law*) menyatakan besarnya intensitas cahaya atau gelombang linier yang memancarkan dari titik sumber berbanding terbalik dengan kuadrat jarak dari sumber. Intensitas radiasi merupakan fungsi dari jarak, dimana intensitas₁₂ radiasi akan semakin berkurang dengan bertambahnya jarak tempuh.

Dengan persamaan rumus

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{d_1^2}{d_2^2}$$



Gambar 4.3 Ilustrasi grafik sebaran radiasi pada titik tertentu seandainya tanpa menggunakan *shielding*

2. Seberapa besar sebaran radiasi hambur pada titik perisai yang dihasilkan pada pesawat sinar-x konvensional pada jarak tertentu?

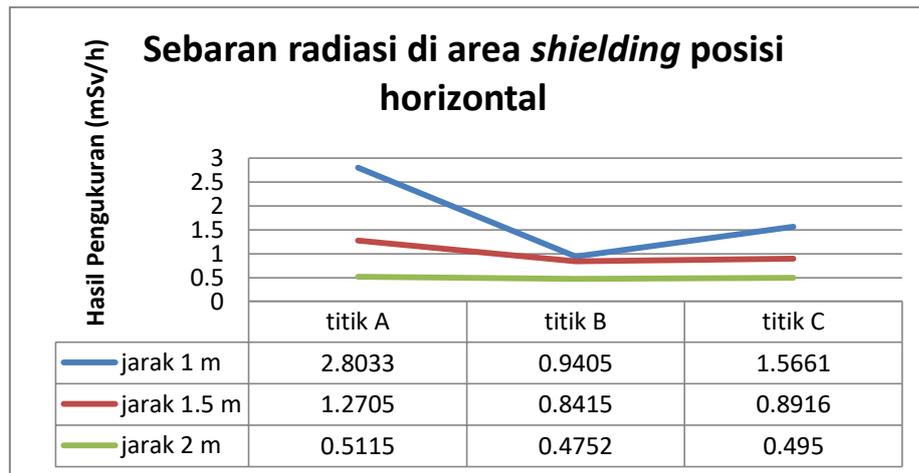
Berdasarkan PERMENKES nomor 24 tahun 2020 untuk standar peralatan protektif radiasi pada tabir minimal 200 cm (t) x 100 cm (l) setara dengan 2 mm Pb + kaca Pb. Ukuran kaca sesuai kebutuhan dengan tebal 2 mm Pb dengan kapasitas 1 per unit mobile x-ray. Pada penelitian ini yang melakukan menggunakan tabir/*shielding* didapatkan hasil pengukuran *shielding* yaitu tinggi 200 cm x lebar 100 cm dan setara 2 mm pb, hasil ini didapat dari pengukuran tabir dan pernyataan dari petugas radiasi di ruangan.

Hasil sebaran radiasi hambur pada daerah *shielding* dilakukan dengan variasi jarak, dan variasi arah tabung, dimana pada penelitian ini juga berpedoman pada prinsip proteksi radiasi yaitu penggunaan tabir (*shielding*) dan pemanfaatan jarak (*distance*). Pada penelitian ini

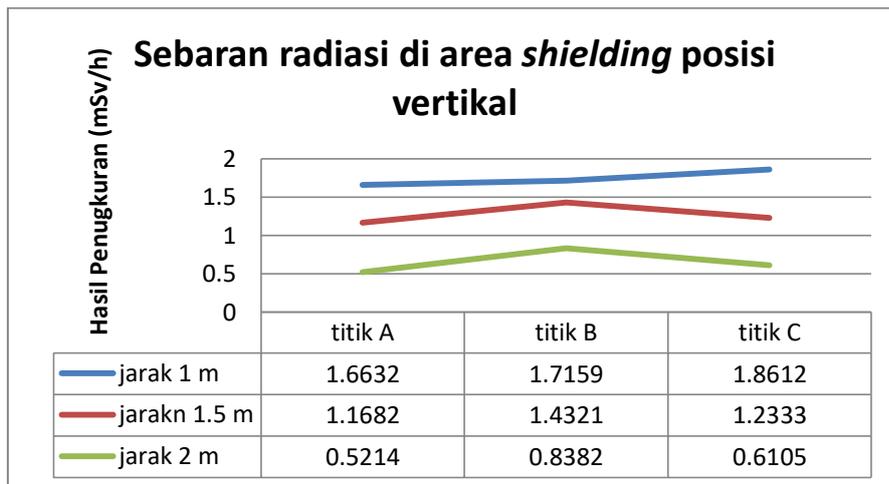
peneliti menggunakan jarak 1 meter, 1.5 meter dan 2 meter. Didapatkan hasil yang bervariasi di setiap jarak yang diukur, jarak 1 meter dengan posisi arah tabung horizontal dengan jarak 1 meter pada titik A didapatkan hasil 2.6565 $\mu\text{Sv/h}$, titik B 0.9405 $\mu\text{Sv/h}$ dan titik C 1.5661 $\mu\text{Sv/h}$, jarak 1 meter dengan posisi arah tabung vertikal pada titik A didapatkan hasil 1.6632 $\mu\text{Sv/h}$, titik B 1.7159 $\mu\text{Sv/h}$ dan titik C 1.8612 $\mu\text{Sv/h}$. Pada posisi ini hasil bacaan di titik A pada posisi pesawat horizontal lebih besar dibandingkan dengan posisi pesawat vertikal namun pada titik B dan C posisi horizontal lebih kecil dibandingkan posisi vertikal, perbedaan hasil ini bisa saja karena dipengaruhi oleh posisi dari tabung pesawat sinar-X dan arah tangan peneliti yang tidak sama pada saat pengukuran dan juga titik A merupakan titik yang mendekati kearah sumber radiasi.

Jarak 1,5 meter dengan posisi arah tabung horizontal pada titik A didapatkan hasil 1.4033 $\mu\text{Sv/h}$, titik B 0.8415 $\mu\text{Sv/h}$ dan titik C 0.8916 $\mu\text{Sv/h}$, Pada jarak 1,5 meter dengan posisi arah tabung vertikal pada titik A didapatkan hasil 1.1682 $\mu\text{Sv/h}$, titik B 1.4321 $\mu\text{Sv/h}$ dan titik C 1.1022 $\mu\text{Sv/h}$. Pada jarak ini, perbedaan hasil disetiap titik yang diuji bisa jadi masih tetap dikarenakan posisi arah tabung yang berbeda dan posisi tangan peneliti yang tidak sama persis pada saat peletakkan alat. Selain itu hasil yang berbeda juga dipengaruhi oleh jarak yang digunakan, dimana pada titik ini di ujia 0,5 meter lebih jauh dibandingkan jarak sebelumnya.

Jarak 2 meter dengan posisi arah tabung horizontal pada titik A didapatkan hasil 0.5115 $\mu\text{Sv/h}$, titik B 0.4752 $\mu\text{Sv/h}$ dan titik C 0.495 $\mu\text{Sv/h}$. Dan pada jarak 2 meter dengan posisi arah tabung vertikal pada titik A didapatkan hasil 0.5214 $\mu\text{Sv/h}$, titik B 0.8382 $\mu\text{Sv/h}$ dan titik C 0.6105 $\mu\text{Sv/h}$. Untuk hasil pada jarak 2 m ini, pada titik A, B dan C pada posisi vertikal lebih tinggi dibandingkan pada posisi horinzontal. Namun untuk keseluruhan hasil dari setiap titik pada posisi horizontal maupun vertikal pada jarak 2 m ini menghasilkan radiasi hambur yang lebih kecil dibandingkan jarak 1 m dan 1.5 m, hasil ini dipengaruhi oleh penggunaan jarak yang digunakan.



Gambar 4.4 Grafik sebaran radiasi pada area *shielding* posisi horisontal



Gambar 4.5 Grafik sebaran radiasi pada area *shielding* posisi vertikal

Sesuai dengan prinsip proteksi radiasi, didapatkan hasil semakin jauh jarak antara *shielding* dengan sumber radiasi maka semakin kecil sebaran radiasi hamburnya. Dari hasil diatas dapat dilihat terjadi penurunan radiasi hambur disetiap jarak yang di ukur pada setiap titiknya. Seperti halnya dengan hasil pengukuran yang didapat menunjukkan bahwa *shielding* dengan jarak 2 m pada posisi arah tabung pesawat horizontal menghasilkan radiasi hambur yang lebih rendah pada titik B *shielding* yaitu 0.4752 $\mu\text{Sv/h}$ dibandingkan titik yang lain pada *shielding* yang berjarak 1.5 m dan 1 m. Sehingga sebaiknya pada saat pengeksposan posisi tabung pesawat horizontal petugas berada pada jarak 2 m pada titik B *shielding*. Namun pada jarak 2 m dengan posisi tabung pesawat vertikal, hasil terendah di hasilkan pada titik A yaitu 0.5214 $\mu\text{Sv/h}$, sehingga sebaiknya pada saat pengeksposan posisi tabung pesawat vertikal petugas berada pada jarak 2 m pada titik A *shielding*.

Bukan hanya dikarenakan jarak, namun perbedaan sebaran radiasi juga dipengaruhi oleh arah tabung sinar-x atau sumber radiasi dimana hasil pengukuran sebaran radiasi hambur antara posisi arah tabung vertikal dan horizontal memiliki hasil pengukuran yang berbeda.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Pada penelitian ini perbedaan hasil sebaran radiasi hambur dapat dipengaruhi oleh jarak disetiap titik yang diuji dan penggunaan variasi arah tabung pesawat sinar-x. Sehingga dapat disimpulkan hipotesis dalam penelitian ini tolak H_0 yaitu Jarak dan arah tabung pesawat sinar-x mempengaruhi sebaran radisi hambur di ruangan Instalasi Radiologi.
2. Dalam penelitian sebaran radiasi hambur ini, perbedaan jarak dari setiap titik dengan sumber radiasi sangat mempengaruhi hasil, dimana untuk tabir jarak teraman dengan sebaran radiasi hambur yang rendah itu pada jarak 2 meter dari sumber radiasi dengan hasil pengukuran pada posisi pesawat vetikal di titik A 0.5214 $\mu\text{Sv/h}$, titik B 0.8382 $\mu\text{Sv/h}$, titik C 0.6105 $\mu\text{Sv/h}$, posisi pesawat horizontal di titik A 0.5115 $\mu\text{Sv/h}$, titik B 0.4752 $\mu\text{Sv/h}$ dan titik C 0.495 $\mu\text{Sv/h}$, dengan hasil terendah adalah posisi arah tabung pesawat horizontal pada titik B. dan posisi arah tabung pesawat vertikal pada titik A.

B. Saran

1. Jika ingin melakukan reposisi *shielding* pada saat melakukan pengeksposan, maka disarankan petugas radiasi memindahkan *shielding*

dengan jarak 2 meter dari sumber radiasi ke arah titik A pada posisi pesawat horizontal dan pada titik B pada posisi pesawat vertikal.

2. Walaupun sudah menggunakan tabir/shielding. Diharapkan kepada petugas radiasi di instalasi radiologi RSIA Zainab untuk selalu menggunakan perlengkapan proteksi radiasi berupa apron, pelindung *gonad*, dan pelindung *thyroid* pada saat melakukan pengeksposan.
3. Untuk penelitian selanjutnya mungkin bisa dilakukan penelitian terkait efektifitas tabir/Shileding yang digunakan petugas radiasi sebagai pelindung pada saat pengeksposan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, Rini. 2014. “Analisis Sebaran Radiasi Hambur di Sekitar Pesawat Sinar-X Pada Pemeriksaan Tomografi Ginjal”. *Jurnal Ilmiah GIGA*, 17(2), 63-69
- BAPETEN, 2020. “Surat Keputusan Kepala Bapeten nomor 4 tentang Keselamatan Radiasi pada Penggunaan Pesawat Sinar-X dalam Radiologi Diagnostik dan Intervensional. Jakarta
- BATAN, 2014. “Proteksi dan Keselamatan Radiasi BATAN”. Tangerang Selatan. SB BATAN
- BAPETEN, 2013. “Surat Keputusan Kepala Bapeten nomor 4 tentang Proteksi dan Keselamatan Radiasi dalam pemanfaatan tenaga nuklir”. Jakarta
- Boddy, Muhammad Syarif, 2013. “Pengaruh Radiasi Hambur Terhadap Kontras Radiografi Akibat Variasi Ketebalan Obyek dan Luas Lapangan Penyinaran”. Sulsel
- Bushong, Stewart Carlyle, 2017. *Radiologic Science for Technologists*. Eleventh Edition. ELSEVIER. Houston, Texas.
- Hiswara, Eri, 2015. “Buku Proteksi dan Keselamatan Radiasi di Rumah Sakit”, Jaksel, BATAN Press.
- Hasmawati, 2016. “Analisis Dosis Paparan Radiasi Sinar-X di Unit Radiologi RS Bhayangkara Makassar. Skripsi. Tidak Diterbitkan. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN ALAUDDIN. Makassar
- Indrati, Rini, et al. 2017. “Proteksi Radiasi Bidang Radiodiagnostik dan Konvensional”, Magelang, Inti Medika Pustaka.
- National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology. 2019. *Basic Knowledge and Health Effects of Radiation*. Jepang

- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2020. “Pelayanan Radiologi Klinik”. Jakarta
- Rudi, Pratiwi, Susilo. 2012. “Pengukuran Paparan Radiasi Pesawat Sinar-X Di Instalasi Radiodiagnostik Untuk Proteksi Radiasi”. *Unnes Physics Journal* 1 (1)
- Utami, Asih Puji, Sudibyo Dwi Saputo, dan Fadli Felayani. 2014. “Radiologi Dasar 1”, Jateng, Inti Medika Pustaka.
- Wisnu, Brata Kurnia. 2012. “Analisis Jarak Aman Terhadap Dosis Radiasi Hambur pada Pemeriksaan Radiografi Thorax AP di Unit ICU Rumah sakit”. *Jurnal Universitas Indonesia*, 1
- Wixon, A D. 2008. *Review ICRP Recommendations. Official Journal of The Society for Radiological Protection. Prot* (161-168), Austria.
- Zakky, Muh. 2014. “Analisis Radiasi Hambur di Luar Ruangan Klinik Radiologi MedicL Check Up (MCU)”. *Jurnal Ilmiah GIGA*, 20(2), 44-49

LAMPIRAN 1

 **Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan**
AWAL BROS PEKANBARU

No : 008 /C.1a/STIKes-ABP/D3/02.2021 Pekanbaru, 25 Februari 2021
Lampiran : -
Perihal : Permohonan Izin Survey Awal

Kepada Yth :
Bapak/Ibu Direktur RSIA Zainab Pekanbaru
di-
Tempat

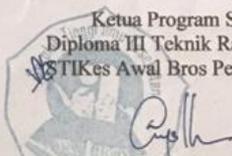
Semoga Bapak/Ibu selalu dalam lindungan Tuhan Yang Maha Esa dan sukses dalam menjalankan aktivitas sehari-hari.

Teriring puji syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa, berdasarkan kalender Akademik Prodi Diploma III Teknik Radiologi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan (STIKes) Awal Bros Pekanbaru Tahun Ajaran 2020/2021, bahwa Mahasiswa/i kami akan melaksanakan penyusunan Proposal Karya Tulis Ilmiah (KTI).

Sehubungan dengan hal tersebut diatas, kami mohon Bapak/Ibu dapat memberi izin Survey Awal untuk Mahasiswa/i kami dibawah ini :

Nama : Riri Melani Gustia
Nim : 18002030
Dengan Judul : Analisis Paparan Dosis Radiasi Hambur Pesawat Sinar-X Konvensional Di Instalasi Radiologi RSIA Zainab

Demikian surat permohonan izin ini kami sampaikan, atas kesediaan dan kerjasama Bapak/Ibu kami ucapkan terimakasih.


Ketua Program Studi
Diploma III Teknik Radiologi
STIKes Awal Bros Pekanbaru
Shelly Angella, S.Tr.Rad., M.Tr.Kes
NIDN. 1022099201

Tembusan:
1. Arsip

Jl. Karya Bakti No. 8 Simp. BPG, Kel. Bambu Kuning,
Kec. Tenayan Raya, Kota Pekanbaru, Riau 28141
Telp. (0761) 8409768/0812.7552.3788

LAMPIRAN 2

 **RUMAH SAKIT IBU & ANAK
ZAINAB**

 **TERAKREDITASI UTAMA
KARS**

SURAT BALASAN IZIN SURVEY AWAL
No. 121/RSIA-ZNB/SDM-SBM/III/2021

Saya yang bertandatangan dibawah ini menerangkan bahwa:

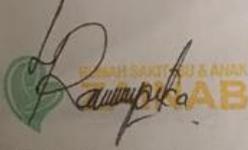
Nama : Sakila Ela Rapika, S.Psi
NIK : 2020002507
Jabatan : *Supervisor Human Resource Departement*

Assalamu'allaikum Wr. Wb
Berdasarkan surat permohonan Penelitian mahasiswa/i Nomor: 008/C.1a/STIKes-ABP/D3/02.2021 yang ditujukan ke RSIA Zainab mengenai pelaksanaan penelitian dalam rangka penyusunan Proposal karya Tulis Ilmiah (KTI), maka kami menerbitkan surat konfirmasi untuk nama mahasiswa/i yang akan melaksanakan penelitian dengan rincian sebagai berikut :

Nama : Riri Melani Gustia
NIM : 18002030
Jurusan : Teknik Radiologi
Universitas : STIKes Awal Bros Pekanbaru

Demikian surat keterangan ini kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.
Pekanbaru, 01 Maret 2021

Supervisor Human Resource Departement


Sakila Ela Rapika, S.Psi
NIK : 2020002507

LAMPIRAN 3



Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan
AWAL BROS PEKANBARU

No : 074/C.1a/STIKes-ABP/D3/06.2021 Pekanbaru, 03 Juni 2021
Lampiran : -
Perihal : Permohonan Izin Penelitian

Kepada Yth :
Bapak/Ibu Direktur RSIA Zainab Pekanbaru
di-
Tempat

Semoga Bapak/Ibu selalu dalam lindungan Tuhan Yang Maha Esa dan sukses dalam menjalankan aktivitas sehari-hari.

Teriring puji syukur kehadiran Tuhan yang Maha Esa, berdasarkan kalender Akademik Prodi Diploma III Teknik Radiologi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan (STIKes) Awal Bros Pekanbaru Tahun Ajaran 2020/2021, bahwa Mahasiswa/i kami akan melaksanakan penyusunan Karya Tulis Ilmiah (KTI).

Sehubungan dengan hal tersebut diatas, kami mohon Bapak/Ibu dapat memberi izin Penelitian untuk Mahasiswa/i kami dibawah ini :

Nama : Riri Melani Gustia
Nim : 18002030
Dengan Judul : Analisis Sebaran Radiasi Hambur Pesawat Sinar-X Konvensional di Instalasi RSIA Zainab

Demikian surat permohonan izin ini kami sampaikan, atas kesediaan dan kerjasama Bapak/Ibu kami ucapkan terimakasih.

Ketua Program Studi
Diploma III Teknik Radiologi
STIKes Awal Bros Pekanbaru



Shelly Angella, M.Tr. Kes
NIDN. 1022099201

Tembusan :
1. Arsip

H. Karya Bakti No. 9 Simp. BPC, Kel. Bantu Kuning

LAMPIRAN 4



SURAT BALASAN PENELITIAN
No. 008/RSIA-ZNB/SDM-EXT/VI/2021

Saya yang bertandatangan dibawah ini menerangkan bahwa:

Nama	: Sakila Ela Rapika, S.Psi
NIK	: 2020002507
Jabatan	: Supervisor SDM

Menerangkan bahwa:

Nama	: Riri Melani Gustia
NIM	: 18002030
Judul Penelitian	: Analisis Sebaran Radiasi Hambur Pesawat Sinar-X Konvensional di Instalasi RSIA Zainab

Sehubungan dengan Surat Permohonan Izin Penelitian No. 074/C.1a/STIKes-ABP/D3/06.2021 dari Prodi Diploma III Teknik Radiologi Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan (STIKes) Awal Bros Pekanbaru yang telah kami terima. Bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa/i tersebut dapat melaksanakan penyusunan Karya Tulis Ilmiah (KTI) di Rumah Sakit Ibu dan Anak Zainab.

Demikian surat balasan ini kami sampaikan atas perhatian dan kerjasama yang baik kami ucapkan terimakasih.

Pekanbaru, 09 Juni 2021
Supervisor SDM



Sakila Ela Rapika, S.Psi
NIK : 2020002507

LAMPIRAN 5

	BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL PUSAT TEKNOLOGI KESELAMATAN DAN METROLOGI RADIASI Jalan Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta 12440 Kotak Pos 7043 JKSKL, Jakarta 12070 Telp : +62-21-7513906 (Hunting), Fax : +62-21-7657950, E-mail : ptkmr@batan.go.id	 KAN Komite Akreditasi Nasional Laboratorium Kalibrasi L K - 1 4 2 - I D N SNI ISO/IEC 17025 : 2017
---	---	--

SERTIFIKAT KALIBRASI
CALIBRATION CERTIFICATE
No. 2726 / KN 04 02 / KMR 5.1 / 06 / 2021

IDENTITAS PEMILIK / OWNER IDENTITY :

Nama / Name	:	Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Awal Bros Pekanbaru
Alamat / Address	:	Jl. Karya Bakti No.8 Simp. BPG, Kel. Bambu Kuning, Kec. Tenayan Raya, Kota Pekanbaru, Riau 28241
No. Permohonan / Request No.	:	0931 / KN 04 02 / KMR 5.1 / 05 / 2021
Diterima / Accepted	:	28 Mei 2021 / May 28, 2021

ALAT UKUR RADIASI YANG DIKALIBRASI / INSTRUMENT CALIBRATED :

Nama / Jenis Alat	:	Surveimeter Gamma
Name / Type of Instrument	:	Gamma Surveymeter
Tipe & No. Seri Elektrometer	:	Ranger Sn. R307375
Electrometer Type & Serial No.	:	
Tipe & No. Seri Detektor	:	-
Detector Type & Serial No.	:	
Fabrikan / Manufacturer	:	SE International

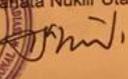
ALAT UKUR RADIASI STANDAR / STANDARD RADIATION INSTRUMENT :

Tipe & No. Seri Elektrometer	:	Keithley 6517B # 1331921
Electrometer Type & Serial No.	:	
Tipe & No. Seri Detektor	:	Exradin A6 # XQ100534
Detector Type & Serial No.	:	
Ketertelusuran / Traceability	:	SI melalui LDSS / SI through SSDL
No. Sertifikat / Certificate No.	:	LDSS/KAL-INT/III-21/02

METODE KALIBRASI / CALIBRATION METHOD :

Kalibrasi telah dilakukan pada tanggal **02 Juni 2021** dengan metode substitusi (IAEA Safety Reports Series No. 16, 2000). Detektor disinari di medan radiasi standar gamma ¹³⁷Cs
The calibration has been performed on June 2, 2021 by the substitution method (IAEA Safety Reports Series No. 16, 2000). Detector was exposed in a standart gamma radiation field of ¹³⁷Cs.

Kondisi Kalibrasi / Calibration Condition	:	Terlampir / Attached
Hasil Kalibrasi / Calibration Result	:	Terlampir / Attached
Tanggal Dikeluarkan / Date of Issue	:	09 Juni 2021 / June 9, 2021


Bidang Metrologi Radiasi
Pranata Nuklir Utama

Dra. C. Tuti Budiantari, M.Si
NIP. 19601127 198603 2 004

FM 001 SOP 016.003/KN 04 02 / KMR 5.1 (Februari 2021) Hal.1 dari 2/Page 1 of 2

LAMPIRAN 6



BATAN

BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
PUSAT TEKNOLOGI KESELAMATAN DAN METROLOGI RADIASI
 Jalan Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta 12440
 Kotak Pos 7043 JKSKL, Jakarta 12070
 Telp : +62-21-7513906 (Hunting), Fax : +62-21-7657950, E-mail : ptkmr@batan.go.id



KAN
 Komite Akreditasi Nasional
 Laboratorium Kalibrasi
 L K - 1 4 2 - I D N
 SNI ISO/IEC 17025 : 2017

LAMPIRAN / ATTACHMENT
 No. 2726 / KN 04 02 / KMR 5.1 / 06 / 2021
 Tanggal / Date : 09 Juni 2021 / June 9, 2021

KONDISI KALIBRASI
CALIBRATION CONDITION :

Tekanan / Suhu / Kelembaban
 Pressure/Temperature/Humidity : 1002 mbar / 20,2 °C / 60 %

Posisi detektor
 Detector Positioning : Tegak lurus pada sumbu berkas radiasi
 Perpendicular to the radiation beam axis

Medan Radiasi
 Radiation Field : Terkolimasi
 Collimated

Jarak sumber – detektor
 Source to detector distance (SDD) : 225 cm

Laju dosis standar
 Standard dose rate : 64 μSv/h

HASIL KALIBRASI
CALIBRATION RESULT :

<u>Rentang / Skala</u> Range / Scale	<u>Faktor Kalibrasi</u> Calibration Factor	<u>Ketidakpastian</u> Uncertainty (%)
μSv/h	0,99	7,5

•Faktor kalibrasi harus dikalikan dengan bacaan alat ukur radiasi.
The Calibration factor must be multiplied by the radiation measuring instrument readings

•Ketidakpastian bentangan pada faktor kalibrasi dalam sertifikat ini diperoleh dari ketidakpastian Standargabungan dikalikan dengan faktor cakupan k=2, dengan tingkat kepercayaan 95 %.
The expanded uncertainty of calibration factor in this certificate is based on the combined standard uncertainty multiplied by a coverage factor of k=2, which provides a confidence level approximately 95%.

CATATAN / REMARKS :
 Berdasarkan Pasal 11 Peraturan Kepala BAPETEN No.1/2006, kalibrasi ini dilakukan secara berkala sekurang-kurangnya sekali dalam 1 (satu) tahun.
Based on article of the BAPETEN Chairman Decree No. 1/2006, this calibration should be performed periodically at least once in a year.



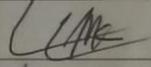
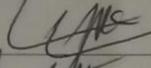
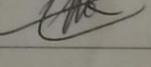
Bidang Metrologi Radiasi
 Praratata Nuklir Utama
[Signature]
 Dwi C. Tuti Budiantari, M.Si
 NIP. 19601127 198603 2 004

FM 001 SOP 018.003/KN 04 02 / KMR 5.1 (Februari 2021)

Hal.2 dari 2/Page 2 of 2

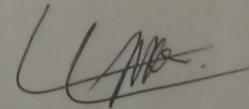
LEMBAR KONSUL PEMBIMBING I

Nama : RIRI MELANI GUSTIA
NIM : 18002030
Judul KTI : ANALISIS SEBARAN RADIASI HAMBUR PESAWAT SINAR-X
KONVENSONAL DI INSTALASI RADIOLOGI RSIA ZAINAB
Nama Pembimbing I : YOKI RAHMAT, M.Si

No.	Hari/Tanggal	Keterangan	TTD
1.		Revisian Perbaikan Pembahasan	
2.		Revisian Perbaikan typo /penulisan	
3.	8/9/2021	Revisian Perbaikan Naskah Publikas	

Pekanbaru, 01 September 2021

Pembimbing I



(YOKI RAHMAT, M.Si)

NIDN : 1012049203

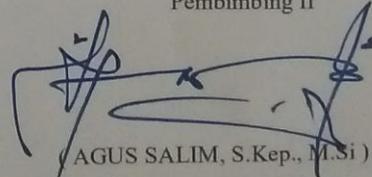
LEMBAR KONSUL PEMBIMBING II

Nama : RIRI MELANI GUSTIA
NIM : 18002030
Judul KTI : ANALISIS SEBARAN RADIASI HAMBUR PESAWAT SINAR-X
KONVENSIONAL DI INSTALASI RADIOLOGI RSIA ZAINAB
Nama Pembimbing II : AGUS SALIM, S.Kep., M.Si

No.	Hari/Tanggal	Keterangan	TTD
	27/08/2021	Bimbingan revisi bab iv	
	07/09/2021	Bimbingan revisi naska pub	
	07/09/2021	Revisi / pengecekan terakir	

Pekanbaru, 01 September 2021

Pembimbing II


(AGUS SALIM, S.Kep., M.Si)

NIDN : 1017088504