

**EVALUASI PROGRAM PROTEKSI DAN KESELAMATAN RADIASI PADA
PENGUNAAN *X-RAY FLUORESCENCE* (XRF)
DI LABORATORIUM PT PRASADHA PAMUNAH LIMBAH INDUSTRI**

TUGAS AKHIR



**RIZKA GITA RAMADHANI
1212915010**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2023**

**EVALUASI PROGRAM PROTEKSI DAN KESELAMATAN RADIASI
PADA PENGGUNAAN *X-RAY FLUORESCENCE* (XRF) DI
LABORATORIUM PT PRASADHA PAMUNAH LIMBAH INDUSTRI**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik
Lingkungan**



RIZKA GITA RAMADHANI

1212915010

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE
JAKARTA
2023**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar




Nama : Rizka Gita Ramadhani
NIM : 1212915010
Tanda Tangan : 
Tanggal : 20 Februari 2023

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rizka Gita Ramadhani
NIM : 1212915010
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Evaluasi Program Proteksi dan Keselamatan Radiasi Pada Penggunaan *X-Ray Fluorescence* (XRF) di Laboratorium PT Prasadha Pamunah Limbah Industri

Telah berhasil dipertahankan di hadapa dewan penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr.Sc., Ph.D., IPM ()
Penguji 1 : Aqil Azizi, S.Pi., M.Appl.Sc., Ph.D ()
Penguji 2 : Prisma Nursetyowati, S.T., M.T ()

Ditetapkan di : Jakarta
Tanggal : 20 Februari 2023

UNGKAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT, karena atas rahmat, Ridho, dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir yang berjudul Evaluasi Program Proteksi dan Keselamatan Radiasi Pada Penggunaan *X-Ray Fluorescence* (XRF) di Laboratorium PT Prasadha Pamunah Limbah Industri. Penulis banyak mendapat bantuan, bimbingan dan dukungan yang besar dari berbagai pihak dalam proses penyusunan Proposal Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis, diucapkan terima kasih kepada :

1. **Mamah, Ayah, dan kakak-kakak, serta keluarga besar** atas doa, dukungan, kasih sayang, semangat dan fasilitas yang telah diberikan sepenuhnya kepada penulis selama menyelesaikan pendidikan.
2. **Ibu Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr.Sc., Ph.D., IPM** selaku dosen pembimbing yang telah memberikan dorongan, bantuan serta waktu luang untuk memberikan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
3. **Bapak Aqil Azizi, S.Pi., M.Appl.Sc., Ph.D** sebagai Kepala Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Bakrie serta selaku Penguji I yang memberikan arahan dan evaluasi terkait proses pengerjaan tugas akhir.
4. **Ibu Prisma Nursetyowati, S.T., M.T** selaku Penguji II yang memberikan arahan dan evaluasi terkait proses pengerjaan tugas akhir.
5. **Kathy, Anggia, Irfan** sebagai teman seperjuangan selama ini untuk segala bentuk kekeluargaan, persahabatan, dukungan, semangat, serta tempat berkeluh kesah dan menangis selama perkuliahan.
6. **Kuro, Moti, Bubu dan Ciput**, selaku kucing-kucing penulis yang selalu menemani selama proses pengerjaan tugas akhir
7. **Teman - teman Kelas Karyawan Program Studi Teknik Lingkungan Batch 16** dan seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir yang tidak bisa penulis sebutkan satu – persatu.
8. **Diriku sendiri** terima kasih untuk selalu bersabar, berusaha, dan tidak pernah menyerah dalam menyelesaikan berbagai rintangan dan kesulitan serta terus bertahan dan berkomitmen hingga tulisan ini dapat diselesaikan.

9. **Nadin Amizah, Vura Yunita, dan Tulus** terima kasih atas lagu-lagunya yang indah yang telah menemani saya dalam setiap keadaan.

Disadari bahwa penyusunan Tugas Akhir masih jauh dari sempurna, oleh karena itu diharapkan saran dan kritik sebagai bahan perbaikan Tugas Akhir ini. Diharapkan gagasan tertulis ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Jakarta, 20 Februari 2023



Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai civitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan di bawahini:

Nama : Rizka Gita Ramadhani
NIM : 1212915010
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Judul Skripsi : Evaluasi Program Proteksi dan Keselamatan Radiasi Pada Penggunaan *X-Ray Fluorescence* (XRF) di Laboratorium PT Prasadha Pamunah Limbah Industri

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Bakrie **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

EVALUASI PROGRAM PROTEKSI DAN KESELAMATAN RADIASI PADA PENGUNAAN X-RAY FLUORESCENCE (XRF) DI LABORATORIUM PT PRASADHA PAMUNAH LIMBAH INDUSTRI

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini, Universitas Bakrie berhak untuk menyimpan, mentransfer media/format, mengelola dalam bentuk database, memelihara, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama mencantumkan nama saya sebagai pencipta/pencipta. dan sebagai pemilik hak cipta untuk kepentingan akademik.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Tanggal : 20 Februari 2023

Yang Menyatakan



Rizka Gita Ramadhani

**EVALUASI PROGRAM PROTEKSI DAN KESELAMATAN RADIASI PADA
PENGUNAAN X-RAY FLUORESCENCE (XRF)
DI LABORATORIUM PT PRASADHA
PAMUNAH LIMBAH INDUSTRI**

Rizka Gita Ramadhani

ABSTRAK

PT Prasadha Pamunah Limbah Industri (PPLI) merupakan perusahaan yang bergerak di bidang ekologi sejak sekitar tahun 1994 yang telah memberikan pelayanan penanganan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (LB3) dan Non B3. Fasilitas penelitian PT PPLI menggunakan alat instrumentasi X-Ray Fluorescence (XRF) yang menggunakan radiasi sinar-X untuk memiliki opsi untuk memecah susunan dasar yang terkandung dalam material secara subyektif dan kuantitatif. Penggunaan radiasi sinar-X harus fokus pada strategi dan prinsip keamanan dan kesejahteraan radiasi sehingga potensi bahaya yang ditimbulkan dapat dibatasi. PT PPLI belum pernah memimpin penilaian terhadap pelaksanaan program penjaminan dan keamanan radiasi, termasuk belum pernah melakukan pemeriksaan terhadap kewajaran pelaksanaan program penjaminan dan kesejahteraan radiasi dengan pedoman yang ada. Eksplorasi dilakukan dengan memanfaatkan persepsi yang lebih dekat dari kegiatan rutin para pekerja radiasi, rapat, dan agenda atau lembar agenda. Pemeriksaan ini diarahkan untuk melihat pemenuhan prasyarat program jaminan dan kesejahteraan radiasi bagi para pekerja di fasilitas penelitian PT PPLI untuk mendapatkan data tentang program jaminan dan kesejahteraan radiasi sesuai dengan Pedoman Atasan Badan Pengusahaan Tenaga Panas Bumi Nomor 6 Tahun 2009 tentang Persyaratan Jaminan Radiasi dalam Kesejahteraan Radiasi. Secara umum, dari 5 faktor yang terdiri dari 9 bagian dan dipisahkan menjadi 23 tempat, 22 fokus (95,6%) telah terpenuhi dan sesuai prinsip. Sebanyak 1 poin (4,40%) telah terpenuhi namun belum sesuai dengan prinsip yang ditetapkan oleh pusat laboratorium penelitian PPLI.

Kata Kunci: *X-Ray Fluorescence, Radiasi Sinar X, Program Proteksi dan Keselamatan Radiasi, Potensi Bahaya*

**EVALUATION OF RADIATION PROTECTION AND SAFETY
PROGRAMS IN THE USE OF X-RAY FLUORESCENCE (XRF)
IN THE LABORATORY OF PT PRASADHA
PAMUNAH INDUSTRIAL WASTE**

Rizka Gita Ramadhani

ABSTRACT

PT Prasadha Pamunah Waste Industry (PPLI) is an company taken part in the ecological area starting around 1994 which has provided hazardous and toxic waste (LB3) and non-B3 squander handling administrations. the PT PPLI research facility utilizes a X-Ray Fluorescence (XRF) instrumentation apparatus that uses X-beam radiation to have the option to subjectively and quantitatively break down the basic arrangement contained in the material. Usage of X-Ray radiation should focus on strategies and principles of radiation security and wellbeing so the potential peril presented can be limited. PT PPLI has never led an assessment of the execution of the radiation assurance and security program, including that examination has not been led on the reasonableness of the execution of the radiation insurance and wellbeing program with existing guidelines. The exploration was completed utilizing a perception come closer from the normal exercises of radiation laborers, meetings, and agendas or agenda sheets. This examination was led to see the satisfaction of the prerequisites of the radiation security and wellbeing program for laborers in the PT PPLI research facility to acquire data about the radiation assurance and wellbeing program as per the Guideline of the Top of the Thermal power Administrative Organization Number 6 of 2009 concerning radiation assurance necessities in radiation wellbeing. Generally, of the 5 factors which comprise of 9 parts and are isolated into 23 places, 22 focuses (95.6%) have been satisfied and as per principles. A sum of 1 point (4.40%) has been satisfied however not as per the principles by the PPLI laboratory.

Keywords: *X-Ray Fluorescence, X-ray Radiation, Radiation Protection and Safety Program, Potential Hazards*

DAFTAR ISI

UNGKAPAN TERIMA KASIH.....	i
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Profil Perusahaan Lengkap Penelitian	4
2.1.1 Sejarah PT Prasadha Pamunah Limbah Industri	4
2.1.2 Visi dan Misi PT Prasadha Pamunah Limbah Industri	5
2.2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	5
2.2.1. Definisi Keselamatan dan Kesehatan Kerja	5
2.2.2. Ruang Lingkup Keselamatan dan Kesehatan Kerja	5
2.2.3. Tujuan Keselamatan dan Kesehatan Kerja.....	6
2.3 <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF).....	6
2.4 Jenis Radiasi.....	7
2.5 Sinar-X.....	8
2.6 Dampak Radiasi	8
2.7 Keselamatan Radiasi	11
2.8 Aspek-Aspek Keselamatan Radiasi	11
2.5.1. Persyaratan Manajemen.....	11
2.5.2. Persyaratan Proteksi Radiasi	14

2.5.3. Persyaratan Teknik	15
2.5.4. Verifikasi Keselamatan.....	15
2.5.5. Intervensi	16
2.6. Penelitian Terkait	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	21
3.2 Instrumen Penelitian	21
3.3 Metode Penelitian	21
3.4 Metode Pengumpulan Data	21
3.5 Objek Penelitian	25
3.6 Diagram Alir.....	26
3.7 Pengolahan data.....	26
3.6.1. Wawancara	26
3.6.2. Observasi dan Pemeriksaan Data	27
3.8 Validitas Data	27
3.9 Analisis dan Penyajian Data	27
3.8.1. Analisis Data	27
3.8.2. Penyajian Data	28
3.10 Penarikan Kesimpulan.....	30
BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	31
4.1. Analisis dan Evaluasi Program Proteksi dan Keselamatan Radiasi di PT PPLI	31
4.1.1. Penerapan Persyaratan Manajemen	31
A. Penanggung Jawab Keselamatan Radiasi	32
1. Penanggung Jawab Keselamatan Radiasi Terpenuhi dan Sesuai Standar	32
a. Penanggung Jawab Keselamatan Radiasi.....	32
b. Surat Izin dari Kepala BAPETEN.....	34
c. Pemegang Izin Menyediakan, Melaksanakan, Mendokumentasikan Program Proteksi dan Keselamatan Radiasi	35
d. Verifikasi Personil	36
e. Pelaksanaan Pelatihan Proteksi Radiasi	37
f. Pemantauan Kesehatan	38
g. Menyediakan Peralatan Proteksi Radiasi	39

h.	Pelaporan kepada kepala BAPETEN mengenai pelaksanaan program proteksi dan keselamatan radiasi serta verifikasi keselamatan.....	41
B.	Personil	42
1.	Personil Terpenuhi dan Sesuai dengan Standar	42
a.	Personil Radiasi.....	42
b.	Personil Sudah Memiliki SIB	43
C.	Pelatihan Petugas Proteksi Radiasi	44
4.1.2.	Penerapan Persyaratan Proteksi Radiasi	45
A.	Justifikasi Penggunaan Pesawat Sinar X	46
B.	Limitasi Dosis	47
1.	Limitasi Dosis Terpenuhi dan Sesuai Standar	48
a.	Nilai Batas Dosis Untuk Pekerja Radiasi.....	48
b.	Penyelenggaraan Pemantauan Paparan Radiasi	49
C.	Penerapan Optimisasi Proteksi dan Keselamatan Radiasi	50
D.	Pemantauan Dosis	51
4.1.3.	Persyaratan Teknik.....	52
A.	Pesawat Sinar X	53
1.	Pesawat Sinar X Memenuhi dan Sesuai Standar	53
a.	Pesawat Sinar X Sesuai Ketentuan Standar Nasional Indonesia (SNI)	53
b.	Pesawat Sinar X Harus Jauh Dari Gangguan.....	54
c.	Pesawat Sinar X Dilengkapi Dengan Label Bahaya Radiasi.....	55
d.	Kalibrasi Pesawat Sinar X.....	56
4.1.4.	Verifikasi Keselamatan	57
A.	Pesawat Sinar X	57
1.	Pesawat Sinar X Memenuhi dan Sesuai Standar	57
a.	Terdapat <i>logbook</i> Verifikasi Keselamatan	57
2.	Pesawat Sinar X Memenuhi dan Tidak Sesuai Standar.....	58
a.	Catatan Pemantauan Paparan Radiasi.....	58
4.1.5.	Intervensi.....	59
A.	Intervensi	60
1.	Intervensi Memenuhi dan Sesuai Standar	60
a.	Menetapkan Prosedur Rencana Penanggulangan Keadaan Darurat..	60

4.3.	<i>Analisis Contingency Planning</i> di PT PPLI	62
BAB V PENTUP		64
5.1.	Kesimpulan	64
5.2.	Saran	65
DAFTAR PUSTAKA		66
LAMPIRAN.....		68

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Penelitian terdahulu dalam penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja terhadap radiasi	18
Tabel 3.2. Variabel dan Poin Program Proteksi dan Keselamatan Radiasi.....	23
Tabel 3.3. Daftar Informan dan Cara Pengumpulan Data	25
Tabel 3.4. Karakteristik Informan Kunci.....	26
Tabel 3.5. Perhitungan Tingkat kesesuaian	28
Tabel 4.6. Penerapan Persyaratan Manajemen	31
Tabel 4.7. Penerapan Persyaratan Proteksi Radiasi.....	45
Tabel 4.8. Penerapan Persyaratan Proteksi Radiasi.....	52
Tabel 4.9. Penerapan Persyaratan Proteksi Radiasi.....	57
Tabel 4.10. Penerapan Intervensi	59
Tabel 4.11 Rekapitulasi Hasil Penelitian.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gedung PT Prasadha Pamunah Limbah Industri (PPLI).....	4
Gambar 2.2. Spektrofotometer XRF.....	7
Gambar 2.3. Persyaratan Keselamatan Radiasi berdasarkan Peraturan BAPETEN No.6 Tahun 2009	17
Gambar 3.4. Diagram Alir Metode Penelitian.....	26
Gambar 4.5. Surat Keterangan Izin Pemanfaatan Radiasi Sinar X PT PPLI	35
Gambar 4.6. Keterangan Personil Petugas Radiasi ber SIB	37
Gambar 4.7. Peralatan Proteksi Radiasi Berupa Survey meter dan TLD Badge	40
Gambar 4.8. Chain of Custody memuat request untuk pembacaan menggunakan XRF	47
Gambar 4.9. Catatan dosis yang diterima oleh petugas radiasi.....	49
Gambar 4.10. Pemantauan paparan radiasi pada penggunaan XRF.....	50
Gambar 4.11. Pemberian garis kuning disepanjang pesawat sinar X.....	51
Gambar 4.12. Tata letak pesawat sinar X.....	55
Gambar 4.13. Label bahaya radiasi	56
Gmabra 4.14. Logbook verifikasi keselamatan yang berisi pemantauan radiasi	58
Gambar 4.15. Tindakan Penanggulangan Keadaan Darurat Radiasi.....	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 6 Tahun 2009 mengenai Persyaratan Manajemen.....	69
Lampiran 2. Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 6 Tahun 2009 mengenai Persyaratan Proteksi Radiasi.....	73
Lampiran 3. Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 6 Tahun 2009 mengenai Persyaratan Teknik	77
Lampiran 4. Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 6 Tahun 2009 mengenai Verifikasi Keselamatan.....	81
Lampiran 5. Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 6 Tahun 2009 mengenai Intervensi	83
Lampiran 6. Lembar Persetujuan Informan.....	85
Lampiran 7. Lembar Pedoman Wawancara	86
Lampiran 8. Matriks Hasil Wawancara.....	90
Lampiran 9. Lembar <i>Checklist</i> Observasi	99
Lampiran 10. Lembar Perhitungan Tingkat Kesesuaian	108
Lampiran 11. Lembar Evaluasi	113