

Postur Kerja Pekerja Pengelolaan Limbah Radioaktif Padat di Instalasi

Nuklir X: Potensi Risiko dan Rekomendasi Pengendalian

Puspitasari Ramadania^{1,*}, Indri Hapsari Susilowati², Unggul Hartoyo³, Fahmi Alfa Muslimu⁴

^{1,2}Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia

^{3,4}Direktorat Pengelolaan Fasilitas Ketenaganukliran, Badan Riset dan Inovasi Nasional

^{*}Penulis Korespondensi: puspitasari.ramadania@ui.ac.id

Diterima:16 November 2021, diperbaiki :28 April 2022, disetujui : 11 Mei 2022

ABSTRAK

POSTUR KERJA PEKERJA PENGELOLAAN LIMBAH RADIOAKTIF PADAT DI INSTALASI NUKLIR X: POTENSI RISIKO DAN REKOMENDASI PENGENDALIAN. Pengelolaan limbah radioaktif padat termasuk kegiatan yang melibatkan aktivitas manual yang memiliki risiko ergonomi dan dapat menimbulkan gangguan kesehatan pada pekerjaannya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kesalahan postur kerja pekerja radiasi saat pengelolaan limbah radioaktif padat di instalasi nuklir X dan merekomendasikan pengendalian untuk mengurangi risiko terjadinya MSDs. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif. Instrumen yang digunakan untuk mengukur risiko ergonomi adalah *Quick Exposure Check* sedangkan keluhan MSDs menggunakan *Nordic Body Map*. Metode analisis yang digunakan analisis univariat dan bivariat dengan uji statistik Chi-Square dan rekomendasi postur kerja digambarkan dengan *software* CATIA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar pekerja mengalami keluhan MSDs sebesar 90% dengan keluhan tertinggi pada pinggang (28,57%), lengan kiri atas (17,86%), leher bawah, bahu kanan dan kiri, punggung, lutut kanan dan kiri (14,29%) dan tangan kanan (10,71%). Tingkat risiko ergonomi dengan kategori tinggi sebanyak 6 orang (60%) dan kategori sangat tinggi sebanyak 4 orang (40%). Potensi risiko ergonomi memiliki hubungan signifikan terhadap keluhan MSDs (P -value = 0,002) sedangkan jenis kelamin (P -value = 0,197), usia (P -value = 0,240), masa kerja (P -value = 0,240) dan indeks massa tubuh (P -value = 0,778) tidak memiliki hubungan signifikan dengan keluhan MSDs. Rekomendasi pengendalian dengan perbaikan postur kerja, perbaikan stasiun kerja dan penambahan alat bantu kerja.

Kata Kunci: Limbah radioaktif padat, postur kerja, MSDs, NBM, QEC

ABSTRACT

WORK POSTURE OF SOLID RADIOACTIVE WASTE MANAGEMENT WORKERS AT NUCLEAR INSTALLATION X: POTENTIAL RISKS AND RECOMMENDED FOR CONTROL. Management of solid radioactive waste includes activities that involve a lot of manual activities that have ergonomic risks and can cause health problems in their work. This study aims to analyze awkward posture of radiation workers when managing solid radioactive waste at nuclear installation X and recommend control measures to reduce the risk of MSDs. This research is quantitative descriptive. The instrument used to measure ergonomic risk is the *Quick Exposure Check*, while MSDs complaint uses the *Nordic Body Map*. This analytical method used univariate and bivariate analysis using *Chi-Square* statistical test and work posture recommendations using *CATIA* software. The results showed that most of workers experienced MSDs complaints by 90% with the highest complaints on the waist (28,57%), upper left arm (17,86%), lower neck, right and left shoulders, back, right and left knees (14,29%) and right hand (10,71%). Ergonomic risk potential has a significant relationship with MSDs complaints (P -value = 0,002), while gender (P -

value = 0,197), *age* (*P-value = 0,240*), *work period* (*P-value = 0,240*), *body mass index* (*P-value = 0,778*) has no significant relationship with MSDs complaints. Control recommendations by improving work postures, repairing work stations and adding work tools.

Keywords: Solid radioactive waste, work posture, MSDs, NBM, QEC

PENDAHULUAN

Gangguan Muskuloskeletal (MSDs) merupakan permasalahan kesehatan terkait pekerjaan yang paling umum. MSDs dapat terjadi pada pekerja di semua sektor dan pekerjaan yang dilakukan. Selain menimbulkan efek yang dirasakan oleh pekerja sendiri, MSDs juga mengakibatkan meningkatnya beban pembiayaan perusahaan dan masyarakat pada umumnya. MSDs meliputi cedera atau gangguan pada otot, syaraf, tendon, sendi, tulang rawan, dan cakram tulang belakang. MSDs yang terjadi pada pekerja akan berkaitan dengan tingginya *absenteeism*, menurunnya produktivitas kerja, meningkatnya biaya perawatan kesehatan dan kecacatan, [1]. Selain itu, MSDs secara signifikan akan membatasi mobilitas, ketangkasan dan kemampuan pekerja, menyebabkan pensiun dini dari pekerjaan, menurunnya tingkat kesejahteraan dan berkurangnya kemampuan untuk berpartisipasi di lingkungan kerja atau masyarakat [2].

Persentase terbesar dari MSDs di tempat kerja terjadi karena postur janggal dan desain tempat kerja yang tidak ergonomis [3], [4]. Sebagai gambaran, kontributor penyakit akibat kerja terbesar yang diderita pekerja di Uni Eropa adalah nyeri otot (22,8%) dan nyeri punggung bawah (24,7%) [4]. Beberapa penelitian juga menjelaskan bahwa postur kerja berkontribusi dalam terjadinya MSDs pada pekerja [5]–[10]. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap terjadinya postur janggal diantaranya tugas, tempat kerja, desain alat kerja, dan karakteristik antropometrik pekerjaannya sendiri [11].

Analisis dan evaluasi postur kerja perlu dilakukan agar pekerja dapat meningkatkan performa kerjanya, meningkatkan kenyamanan dalam bekerja serta mengurangi risiko MSDs [5].

Instalasi nuklir dalam penelitian ini adalah reaktor nuklir X. Berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 2 tahun 2014, reaktor nuklir merupakan instalasi yang dapat menghasilkan reaksi inti berantai yang terkendali. Hasil dari reaksi ini dapat digunakan untuk pembangkit daya, penelitian dan/atau produksi radioisotop. Potensi bahaya terbesar yang ada di instalasi nuklir adalah bahaya radiasi. Pekerja radiasi terbiasa bekerja dalam medan radiasi dengan memenuhi persyaratan proteksi radiasi [12] termasuk ketika melakukan kegiatan pengelolaan limbah radioaktif padat. Namun, bahaya radiasi bukan satu-satunya faktor bahaya yang ada di instalasi nuklir. Sesuai dengan penilaian risiko keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di instalasi nuklir X, faktor bahaya ergonomi termasuk dalam kategori bahaya yang harus diperhitungkan risiko dan langkah pengendaliannya [13], [14].

Beberapa tahapan kegiatan dalam pengelolaan limbah radioaktif di instalasi nuklir X melibatkan aktivitas seperti menarik, membungkuk, mengangkat beban, mendorong dan berbagai macam gerakan yang tanpa disadari oleh pekerja radiasi melakukan postur janggal. Namun, terbatasnya penelitian terkait ergonomi di lingkungan instalasi nuklir membuat pekerja radiasi cenderung kurang memahami risiko postur janggal dalam melakukan pekerjaan pada medan radiasi sekalipun.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengevaluasi dan menganalisa kesalahan postur kerja pekerja radiasi pada pengelolaan limbah radioaktif padat di instalasi nuklir X serta merekomendasikan upaya pengendalian untuk mengurangi risiko terjadinya MSDs.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif dengan teknik pengumpulan data menggunakan kuesioner dan observasi lapangan terhadap proses kerja pengelolaan limbah radioaktif padat. Penilaian terhadap keluhan MSDs pekerja menggunakan metode *Nordic Body Map* (NBM) dan penilaian tingkat risiko ergonomi pada bagian tubuh seperti punggung, bahu atau lengan, pergelangan tangan atau tangan, dan leher menggunakan metode *Quick Exposure Check* (QEC). Penggunaan NBM bertujuan untuk menilai ketidaknyamanan dan tingkat kesakitan yang dirasakan pekerja selama melakukan pekerjaan, pengukuran data keluhan menggunakan kuesioner [15], [16]. Penggunaan metode QEC bertujuan untuk mengetahui risiko cedera MSDs dengan mempertimbangkan kondisi yang dialami pekerja menggunakan dua sudut pandang, yaitu dari pengamat dan pekerja sendiri [17], [18].

Penelitian dilaksanakan di Instalasi Nuklir X yang berlokasi di Puspptek, Serpong, Tangerang Selatan. Populasi penelitian ini adalah seluruh pekerja radiasi di sub koordinator keselamatan kerja dan proteksi radiasi sebanyak 21 orang. Sampel penelitian diambil dengan menggunakan teknik *purposive sampling* dimana peneliti akan menentukan sampel berdasarkan kriteria keterlibatan pekerja dalam kegiatan pengelolaan limbah radioaktif padat.

Postur pekerja radiasi yang terlibat akan di observasi dan didokumentasikan untuk dilakukan penilaian terhadap risiko ergonomi saat melakukan aktivitas pekerjaan. Hasil *exposure level* yang didapat akan dibandingkan dengan *action level* untuk menentukan tingkatan risiko yang diterima pekerja. Metode analisis terhadap karakteristik pekerja, keluhan MSDs dan tingkat risiko ergonomi adalah analisis univariat dan analisis bivariat dengan uji *Chi-Square* menggunakan *Software Statistic SPSS* ver. 20 dan rekomendasi pengendalian didasari oleh hasil analisis yang sudah dilakukan serta rekomendasi postur kerja digambarkan dengan *software* CATIA V5 R20.

HASIL

Kegiatan pengelolaan limbah radioaktif padat di Instalasi Nuklir X yang diteliti oleh peneliti meliputi kegiatan pengambilan limbah radioaktif dari drum limbah di beberapa lantai di gedung reaktor, identifikasi limbah radioaktif padat per kantong, sortir limbah radioaktif berdasarkan *waste acceptance criteria* (WAC) dari Pusat Riset dan Teknologi Limbah Radioaktif (PRTLRL), kompaksi limbah, dan identifikasi limbah radioaktif setelah sortir, dan pengukuran berat drum yang berisi limbah radioaktif padat. Distribusi karakteristik pekerja yang terlibat dalam kegiatan pengelolaan limbah radioaktif padat dilihat pada tabel 1. 80% pekerja yang terlibat dalam kegiatan ini merupakan pekerja berjenis kelamin laki-laki dan sisanya 20% pekerja perempuan. Selain itu, 70% pekerja yang terlibat dalam kegiatan ini sudah berusia diatas 45 tahun. Pekerja dengan usia dibawah 45 tahun sekitar 30% dari keseluruhan pekerja yang terlibat dalam kegiatan pengelolaan limbah radioaktif padat.

Tabel. 1 Distribusi Frekuensi Karakteristik Pekerja Pengelolaan Limbah Radioaktif Padat

Karakteristik Pekerja	Rerata ± SD	Median
Umur	47,40 ± 13,48	53,50
Masa Kerja	23,97 ± 13,18	30,00
IMT	23,67 ± 1,56	24,15
Umur	Jumlah Pekerja	Persentase (%)
< 30 Tahun	2	20
30 - 45 Tahun	1	10
> 45 Tahun	7	70
Jenis Kelamin	Jumlah Pekerja	Persentase (%)
Laki-laki	8	80
Perempuan	2	20
Masa Kerja	Jumlah Pekerja	Persentase (%)
< 10 Tahun	2	20
10 - 20 Tahun	1	10
> 20 tahun	7	70
Index Massa Tubuh	Jumlah Pekerja	Persentase (%)
Normal	7	70
Gemuk	3	30

Pengukuran tingkat risiko ergonomi pada punggung, bahu atau lengan, tangan atau pergelangan tangan dan leher pekerja menggunakan metode QEC dijelaskan sesuai dengan tabel 2 dibawah ini. Tingkat risiko ergonomi pekerja pada bagian tubuh yang diteliti bervariasi mulai dari tingkat paparan menengah sampai dengan tingkat paparan sangat tinggi. Penggunaan metode QEC dalam penelitian ini dilakukan untuk menilai risiko ergonomi tidak hanya dari pengamatan peneliti saja tetapi juga memperhitungkan sudut pandang yang dirasakan oleh pekerja saat melakukan kegiatan.

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Tingkat Risiko Ergonomi Bagian Tubuh Pekerja

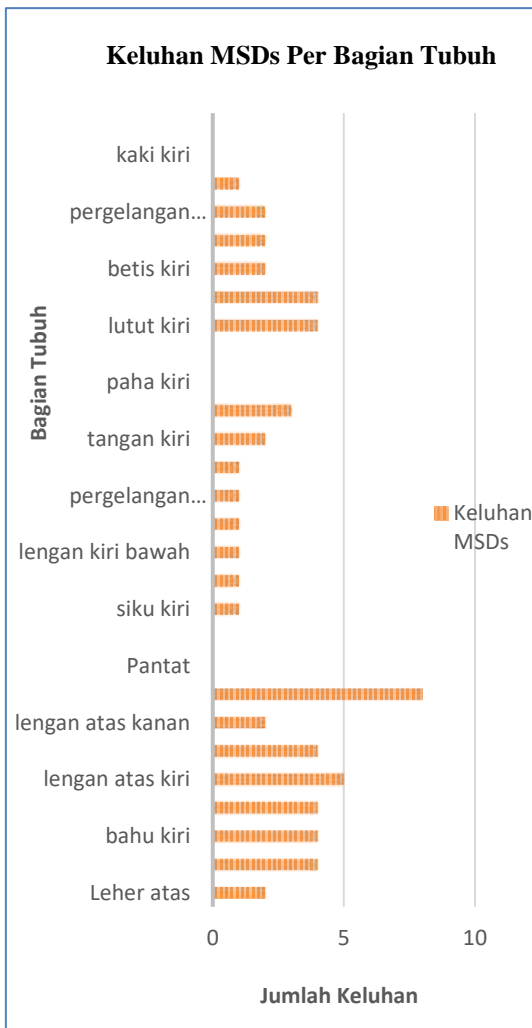
Exposure level	Jumlah Pekerja	Persentase (%)
Back (Moving)		
Moderate	2	20
High	4	40
Very High	4	40
Shoulder / arm		
Moderate	4	40
High	2	20
Very High	3	30
Wrist/hand		
Low	3	30
Moderate	5	50
High	2	20
Neck		
Moderate	8	80
High	2	20

Tabel 3. Tingkat Risiko Ergonomi Keseluruhan dan Rekomendasi Tindakan

Total Exposure Level	Jumlah Pekerja	Action
50-69%	6	Perlu penelitian lebih lanjut dan dilakukan perubahan
≥ 70%	4	Dilakukan penelitian dan perubahan secepatnya

Variabel keluhan MSDs pekerja dibagi berdasarkan *degree of risk* sesuai dengan tingkat kesakitan pada kuesioner NBM yang diisi oleh pekerja dan didapatkan hasil sesuai dengan tabel 4.

Tabel 4. Distribusi Frekuensi Keluhan MSDs



Gambar 1. Keluhan MSDs Per Bagian Tubuh

Secara keseluruhan keluhan subjektif yang sudah dirasakan pekerja dari kegiatan pengelolaan limbah radioaktif padat selama 12 bulan terakhir pada pinggang (28,57%), lengan kiri atas (17,86%), leher bawah, bahu kanan dan kiri, punggung, lutut kanan dan kiri (14,29%) dan tangan kanan (10,71%). Keluhan subjektif pada 7 hari terakhir

tidak dilakukan karena kegiatan pengelolaan limbah radioaktif padat bukan kegiatan rutin harian melainkan kegiatan bulanan atau sebanyak 2 kali dalam 1 bulan dalam kondisi tertentu.

Tabel 5. Hasil Analisis Bivariat

Variabel	Keluhan MSDs				Jumlah		P value
	low		Moderate		n	%	
	n	%	n	%			
Risiko Ergonomi							
High	6	60	0	0	6	60	0,002
Very High	0	0	4	40	4	40	
Jumlah	6	60	4	40	10	100	
Jenis Kelamin							
Laki-Laki	4	40	4	40	8	80	0,197
Perempuan	2	20	0	0	2	20	
Jumlah	6	60	4	40	10	100	
Usia							
< 30 Tahun	2	20	0	0	2	20	0,240
30 - 45 Tahun	0	0	1	10	1	10	
> 45 Tahun	4	40	3	30	7	70	
Jumlah	6	60	4	40	10	100	
Masa Kerja							
< 10 Tahun	2	20	0	0	2	20	0,240
10 - 20 Tahun	0	0	1	10	1	10	
> 20 tahun	4	40	3	30	7	70	
Jumlah	6	60	4	40	10	100	
IMT							
Normal	4	40	3	30	7	70	0,778
Gemuk	2	20	1	10	3	30	
Jumlah	6	60	4	40	10	100	

Berdasarkan analisis bivariat dengan menggunakan metode uji statistik *chi-square* terdapat hubungan antara risiko ergonomi dengan keluhan MSDs pada pekerja pengelolaan limbah radioaktif padat (ditunjukkan dengan nilai P-value < 0,05).

PEMBAHASAN

Kegiatan pengelolaan limbah radioaktif merupakan salah satu aktivitas kerja yang dilakukan pekerja radiasi di Instalasi Nuklir X teridentifikasi memiliki tingkat risiko ergonomi dari skala menengah sampai sangat tinggi berdasarkan observasi terkait dengan postur janggal pada pekerja. Pada bagian belakang atau punggung dan pinggang, 80% pekerja teridentifikasi memiliki tingkat risiko ergonomi tinggi sampai dengan sangat tinggi. Pada bagian bahu dan lengan, 50% pekerja memiliki tingkat risiko ergonomi tinggi sampai dengan sangat tinggi. Pada bagian tangan dan pergelangan tangan, 20% pekerja memiliki tingkat risiko ergonomi tinggi dan untuk leher 20% pekerja memiliki risiko ergonomi tinggi. Kondisi ini disebabkan karena kegiatan yang dilakukan seperti mengambil plastik limbah dari drum, mengidentifikasi limbah maupun drum, dan sortir limbah, mayoritas pekerja melakukannya dengan postur janggal. Tubuh bagian belakang dari pekerja cenderung membungkuk lebih dari 45°. Postur janggal dapat menekan syaraf dan mengiritasi tendon, selain itu, gerakan membungkuk atau memutar badan dapat meningkatkan beban atau tekanan pada tubuh [19].

Risiko ergonomi yang berkaitan dengan postur janggal pekerja sejalan dengan keluhan ketidaknyamanan atau kesakitan pekerja yang didapatkan menggunakan kuesioner NBM. 90% pekerja memiliki keluhan saat melakukan pekerjaan ini, dimana bagian tubuh yang paling banyak dikeluhkan oleh pekerja ada di bagian leher bagian bawah, bahu, lengan, punggung, pinggang, tangan, dan lutut. Keluhan ini dapat terjadi akibat dari gerakan yang dilakukan pekerja seperti akselerasi ketika membungkuk atau memutar atau saat mengangkat atau

mendorong drum yang membutuhkan kekuatan otot yang berlebih. Penggunaan kekuatan otot yang berlebih dapat menyebabkan nyeri otot yang dengan penimbunan asam laktat berlebih [19]. Selain itu, keluhan yang dirasakan pada lutut pekerja diakibatkan dari pengulangan gerakan yang dilakukan pekerja saat melakukan identifikasi limbah dan sortir limbah padat. Selain postur janggal, kondisi stasiun kerja berkontribusi terhadap terjadinya keluhan ini dimana kegiatan harus dilakukan dengan posisi jongkok dan berdiri secara berulang dapat meningkatkan tekanan pada syaraf.

Berdasarkan total risiko ergonomi dari hasil penilaian menggunakan metode QEC diketahui bahwa 60% pekerja berada di *exposure level* 50-69% dengan rekomendasi tindakan adalah penelitian lebih lanjut dan dilakukan perubahan sedangkan 40% pekerja berada di *exposure level* \geq 70% dengan rekomendasi tindakan adalah penelitian dan perubahan secepatnya. Melihat hasil yang didapat dari penelitian ini, maka peneliti berupaya merekomendasikan langkah pengendalian yang dapat dilakukan untuk perbaikan kondisi kerja saat melakukan kegiatan pengelolaan limbah radioaktif padat.

Pada hasil analisis bivariat dengan metode uji statistik chi-square didapatkan nilai nilai P_{value} sebesar 0,002 (P_{value} yang didapatkan $< \alpha$ (0,005)) yang berarti terdapat hubungan yang signifikan antara risiko ergonomi dengan keluhan MSDs yang dirasakan pekerja pengelolaan limbah radioaktif padat. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, sikap kerja yang tidak ergonomis pada radiographer memiliki hubungan yang signifikan dengan keluhan MSDs yang dirasakan [7]. Hubungan signifikan antara sikap kerja dengan timbulnya salah satu gangguan MSDs juga ditemukan pada pekerja di Industri Batu Bata Press [20],

pekerja pabrik [21] maupun pekerja di sektor informal [22].

Postur kerja yang tidak ergonomis akibat dari postur janggal (*awkward posture*) yang dilakukan secara berulang (*repetitive*) dengan kekuatan tenaga (*force*) merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi timbulnya gangguan MSDs pada pekerja [7]. Postur kerja yang tidak ergonomis ini umumnya terjadi karena keterbatasan pekerja, karakteristik dari tuntutan tugas, alat kerja yang tidak sesuai, dan kondisi stasiun kerja [20].

80% pekerja pada pengelolaan limbah radioaktif padat berjenis kelamin laki laki dikarenakan di Instalasi Nuklir X, 87% adalah pekerja laki-laki. Hasil analisis bivariat antara jenis kelamin dengan keluhan MSDs didapatkan nilai P-value sebesar 0,197 (P_{value} yang didapatkan $> \alpha$ (0,005)) sehingga tidak ada hubungan antara jenis kelamin dan keluhan MSDs. Pekerja laki-laki dan pekerja perempuan memiliki risiko yang sama untuk terjadinya gangguan MSDs. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rahayu, dkk (2020) [23] dan penelitian yang dilakukan oleh Sulisty, dkk (2018). Namun, hasil ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Widianingtyas (2019) yang memaparkan kekuatan otot perempuan dan laki-laki berbeda dengan perbandingan kekuatan otot perempuan 2/3 dari otot laki-laki. Oleh karena itu, daya tahan otot laki-laki akan lebih besar dibanding dengan perempuan sehingga daya tahan otot laki-laki lebih kuat dibandingkan dengan perempuan.

Pekerja yang terlibat dalam kegiatan pengelolaan limbah radioaktif padat 70% berusia > 45 tahun dan memiliki masa kerja > 20 tahun. Namun, berdasarkan hasil analisis bivariat didapatkan nilai P-value sebesar 0,240 (P_{value} yang didapatkan $> \alpha$ (0,005)) pada variabel usia dan masa kerja sehingga

usia dan masa kerja tidak berhubungan signifikan dengan keluhan MSDs yang dirasakan pekerja pada pekerjaan ini. Hal ini dikarenakan kondisi kerja yang terjadi adalah pekerja dengan usia < 35 tahun dan masa kerja < 15 tahun memiliki beban pekerjaan yang lebih besar dibandingkan dengan pekerja dengan usia > 35 tahun dengan masa kerja > 15 tahun. Kondisi ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan gap kompetensi yang terjadi sehingga pekerja yang berusia lebih muda siap dan mampu meneruskan pekerjaan dengan risiko tinggi saat pekerja senior sudah memasuki usia pensiun. Selain itu, pada pekerjaan ini pekerja dengan usia dan masa kerja yang lebih muda juga memiliki tingkat risiko ergonomi yang tinggi sehingga potensi terjadinya keluhan MSDs juga meningkat.

Beberapa peneliti juga memaparkan tidak adanya hubungan antara usia dengan keluhan MSDs yang terjadi [24], [25]. Pada penelitian ini juga dipaparkan beban kerja dan risiko ergonomi yang terjadi pada pekerja dengan usia muda akan mempengaruhi keluhan MSDs pekerja. Namun, hal ini bertolak belakang dengan penelitian lainnya yang menjelaskan bahwa usia memiliki hubungan yang signifikan dengan keluhan MSDs. Berdasarkan teori Bridger, semakin bertambah usia maka akan terjadi proses degenerasi pada tulang seperti kerusakan jaringan, pergantian jaringan parut dan berkurangnya cairan yang dapat mengganggu stabilitas tulang serta menurunnya kekuatan otot [24].

Penelitian yang dilakukan oleh Rahayu (2012) pada pekerja angkat angkut pada industri pemecah batu mendapatkan nilai P-value sebesar 0,214 untuk variabel masa kerja. Penelitian tersebut mengungkapkan bahwa seiring dengan bertambahnya masa kerja, tubuh akan terbiasa melakukan penyesuaian sehingga tubuh akan lebih tahan terhadap

rasa sakit atau nyeri [26]. Selain itu, penelitian lain yang sejalan dengan hasil penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan Sari, dkk (2017) pada pekerja laundry dengan P-value 0,630. Pada penelitian ini masa kerja dibawah usia <5 tahun pun apabila pekerja memiliki risiko ergonomi yang tinggi seperti kekuatan otot berlebih, gerakan berulang, gerakan akselerasi yang tidak sesuai akan menyebabkan keluhan MSDs [27].

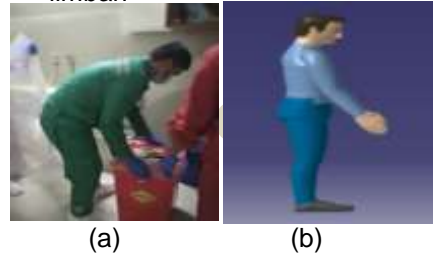
Pada penelitian ini, 70% pekerja pengelolaan limbah radioaktif padat memiliki indeks massa tubuh (IMT) dengan kategori normal dan 30% pekerja ada dikategori gemuk/obesitas. 30% pekerja dengan IMT normal memiliki keluhan MSDs dengan derajat risiko *moderate*, sedangkan pekerja dengan IMT gemuk mengalami keluhan MSDs dengan derajat risiko *moderate* sebanyak 10%. Pada analisis bivariat didapatkan nilai P-value sebesar 0,778 (P-value yang didapatkan $> \alpha$ (0,005)). Berdasarkan hasil ini, IMT tidak memiliki hubungan dengan keluhan MSDs yang dirasakan pekerja. Pada beberapa penelitian lainnya seperti yang dilakukan Sulistyono (2018) dan Hardianto (2020) juga menyimpulkan tidak adanya hubungan IMT dengan keluhan MSDs yang dirasakan pekerja dengan nilai P-value yang didapatkan sebesar 0,684 dan 1,000 [7], [25].

Adapun beberapa rekomendasi pengendalian yang diberikan peneliti sebagai upaya perbaikan untuk meminimalisir risiko ergonomi pada pekerjaan pengelolaan limbah radioaktif pada di Instalasi Nuklir X, yaitu:

1. Manusia/Pekerja

Perbaikan postur kerja terutama saat melakukan pengambilan kantong limbah dari drum limbah, identifikasi limbah, dan saat melakukan sortir limbah padat. Beberapa ilustrasi perbaikan postur kerja, seperti berikut ini:

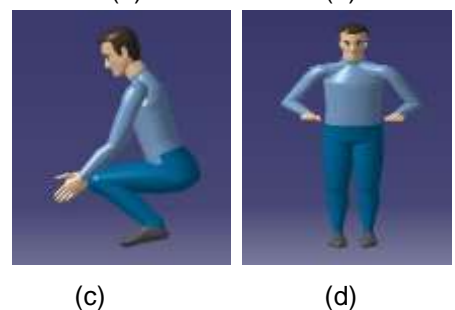
a. Proses pengambilan kantong limbah



- (a) : Postur aktual beberapa pekerja
(b) : Rekomendasi postur

Rekomendasi ini dilakukan untuk mengurangi fleksi dari bagian tubuh belakang, bahu dan lengan pekerja. Apabila berat kantong limbah melebihi > 2 Kg disarankan untuk dilakukan bersama dengan pekerja lain.

b. Proses Identifikasi limbah dan Sortir limbah radioaktif padat



- (a) : Postur aktual beberapa pekerja saat identifikasi limbah

- (b) : Postur aktual beberapa pekerja saat Sortir limbah radioaktif padat
- (c) : Rekomendasi postur sebelum ada Perubahan stasiun kerja
- (d) : Rekomendasi postur setelah ada Perubahan stasiun kerja

Fleksi tubuh bagian belakang, bahu, lengan, tangan, dan leher perlu diminimalisir termasuk gerakan memutar secara berulang (*repetitive*).

2. Perbaikan stasiun kerja
Berdasarkan hasil penilaian tingkat risiko ergonomi pada pekerjaan pengelolaan limbah radioaktif padat, perlunya dilakukan modifikasi stasiun kerja. Penambahan meja diperlukan saat identifikasi limbah pada kantong limbah dan sortir limbah padat untuk meminimalisir fleksi pada lutut pekerja. Pada perancangan desain stasiun kerja tersebut memerlukan data antropometri pekerja pengelolaan limbah radioaktif padat. Selain itu, untuk modifikasi stasiun kerja pada proses sortir limbah padat memerlukan pertimbangan proteksi radiasi untuk menghindari stasiun kerja yang terkontaminasi oleh limbah radioaktif, penerimaan dosis pekerja radiasi, dan bahaya dari debu radioaktif yang berasal dari limbah radioaktif.
3. Penambahan alat bantu kerja
Selain dari faktor manusia dan perbaikan stasiun kerja, diperlukan penambahan alat bantu kerja seperti *handtruck / trolley* untuk membawa kantong limbah yang dikumpulkan dari setiap lantai di gedung reaktor ke tempat penyortiran limbah radioaktif padat. Panjang dan lebar *handtruck / trolley* menyesuaikan dengan luas lift yang ada di area balai operasi.

Kesimpulan

Keluhan MSDs yang diakibatkan dari postur janggal (*awkward posture*) dirasakan oleh hampir seluruh pekerja yang terlibat dalam kegiatan pengelolaan limbah radioaktif padat. Keluhan terbanyak pada daerah pinggang (28,57%), lengan kiri atas (17,86%), leher bawah, bahu kanan dan kiri, punggung, lutut kanan dan kiri (14,29%) dan tangan kanan (10,71%). Berdasarkan tingkat risiko ergonomi, 60% pekerja memerlukan tindakan penelitian lebih lanjut dan dilakukan perubahan, 40% pekerja memerlukan tindakan perubahan secepatnya. Selain itu, tingkat risiko ergonomi memiliki hubungan signifikan dengan terjadinya keluhan MSDs pekerja ($P\text{-value} = 0,002$). Rekomendasi yang diberikan peneliti pada pekerjaan pengelolaan limbah radioaktif padat meliputi perbaikan postur kerja, perbaikan stasiun kerja, dan penambahan alat bantu kerja.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada beasiswa lanjutan BRIN (beasiswa Saintek Pusat Pendidikan dan Pelatihan BRIN) atas dukungan dan dana penelitian serta DPFK-BRIN terutama Sub Koordinator KKPR atas kesediaannya menjadi subjek penelitian sehingga penelitian dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] CDC, "Work-Related Musculoskeletal Disorders & Ergonomics," *U.S. Department of Health & Human Services*. 2016.
- [2] WHO, "Musculoskeletal Conditions," *Oxford Handbook of Trauma and Orthopaedic Nursing*. hal. 223–282,

- 2021, doi: 10.1093/med/9780198831839.003.0006.i dan keselamatan radiasi dalam pemanfaatan tenaga nuklir,” 2013
- [3] F. Dehghani et al., “Ergonomic Interventions for Improving Working Postures Associated with Manual Materials Handling,” *J. Heal. Saf. Work*, vol. 6, no. 400293, hal. 85–94, 2016.
- [4] T. D. Nguyen, C. Bloch, dan J. Krüger, “The Working Posture Controller: Automated Adaptation of the Work Piece Pose to Enable a Natural Working Posture,” *Procedia CIRP*, vol. 44, hal. 14–19, 2016, doi: 10.1016/j.procir.2016.02.172.
- [5] A. Purbasari, Alex, dan B. A. H. Siboro, “Evaluasi Postur Kerja di Stasiun Kerja Crimping Splice Pt . Xxx dengan Metode Quick Exposure Check,” *J. Sigma Tek.*, vol. 3, no. 1, hal. 87–95, 2020.
- [6] T. L. Della, M. F. Farras, dan A. N. Hamid, “Evaluasi Desain Sistem Kerja Terhadap Output REBA Pengangkatan Air Minum Kemasan berdasarkan Prinsip Manual Material Handling,” *vol. 2014, no. Capodaglio 2017*, hal. 2–3, 2019.
- [7] T. H. Sulistiyo dan R. J. Sitorus, “Analisis Faktor Risiko Ergonomi dan Musculoskeletal Disorders pada Radiografer Instalasi Radiologi Rumah Sakit di Kota Palembang,” *J. Kesehat. Kerja*, vol. 5, no. 1, hal. 26–37, 2018.
- [8] A. A. S. Hardima, L. D. Fathimahhayati, dan F. D. Sitania, “Analisis Postur Kerja dan Redesign Peralatan Kerja Untuk Mengurangi Risiko Musculoskeletal Disorders pada Pekerja Pelubangan Plastik Tempe,” *IEJST*, vol. 2, no. 1, hal. 7–26, 2018.
- [9] R. Anggraini, L. Widodo, dan W. Sukania, “Analisis Ergonomi Postur Kerja Operator pada Proses Pembuatan Batako,” *J. Energi Dan Manufaktur*, vol. 9, no. 2, hal. 135–142, 2017.
- [10] P. Pratama, H. Tannady, F. Nurprihatin, H. B. Ariyono, dan S. M. Sari, “Identifikasi Risiko Ergonomi dengan Metode Quick Exposure Check dan Nordic Body Map,” *PASTI*, vol. XI, no. 1, hal. 13–21, 2019.
- [11] E. R. Vieira dan S. Kumar, “Working Postures: Literature Review,” *J. Occup. Rehabil.*, vol. 14, no. 2, hal. 50–62, 2004, doi: 10.1023/B:JOOR.0000018330.46029.05.
- [12] RSG-GAS, “Keselamatan Radiologi Operasional,” 2018.
- [13] BATAN, “Penilaian Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja,” SB 006-1-BATAN : 2019, 2019.
- [14] A. Safitri dan M. Romli, “Penilaian Postur Kerja Pada Proses Pengolahan Limbah Radioaktif di Pusat Teknologi Limbah Radioaktif dengan Metode REBA,” *Pros. Semin. Nas. Teknol. Pengelolaan Limbah*, vol. XV–2017, hal. 37–52, 2017.
- [15] E. B. T. Atmojo, “Analisis Nordic Body Map Terhadap Proses Pekerjaan Penjemuran Kopi Oleh Petani Kopi,” *J. Valtech*, vol. 3, no. 1, hal. 30–33, 2020.
- [16] D. A. Anggraini dan N. C. Bati, “Analisa Postur Kerja dengan Nordic Body Map & Reba pada Teknisi Painting di PT. Jakarta Teknologi Utama Motor Pekanbaru,” *Phot. J. Sain dan Kesehat.*, vol. 7, no. 01, hal. 87–97, 2016, doi: 10.37859/jp.v7i01.563.
- [17] A. Ilman, Yuniar, dan Y. Helianty, “Rancangan Perbaikan Sistem Kerja dengan Metode Quick Exposure Check (QEC) di Bengkel Sepatu X di Cibaduyut,” *J. Online Inst. Teknol. Nas. Oktober*, vol. 1, no. 2, hal. 120–128, 2013.

- [18] G. David, V. Woods, dan P. Buckle, "Further development of the usability and validity of the Quick Exposure Check (QEC)," 2005.
- [19] L. M. Kurniawidjaja dan D. hikmat Ramdhan, *Penyakit Akibat Kerja dan Surveilans*. UI Publishing, 2019.
- [20] I. W. Sali dan I. N. Sujaya, "Hubungan Sikap Pekerja Dan Lama Kerja Terhadap Keluhan Low Back Pain Pada Pekerja," *Kesehat. Lingkungan.*, vol. 9, no. 2, hal. 126–135, 2019.
- [21] M. A. Ramadhan, T. Malaka, dan A. D. Fitri, "Hubungan Risiko Ergonomi dengan Keluhan Musculoskeletal Disorders (MSDs) pada Pekerja Buruh di PT. Xylo Indah Pratama Sumatera Selatan," *Maj. Kedokt. Sriwij.*, vol. 49, no. 1, hal. 18–23, 2019, doi: 10.32539/mks.v49i1.8320.
- [22] M. P. H, Y. Setyaningsih, dan B. Kurniawan, "Beberapa Faktor yang Berpengaruh Terhadap Keluhan Nyeri Punggung Bawah pada Penjual Jamu Gendong," *J. Promosi Kesehat. Indones.*, vol. 4, no. 1, hal. 61–67, 2009, doi: 10.14710/jpki.4.1.61-67.
- [23] P. T. Rahayu, C. Arbitera, dan A. A. Amrullah, "Hubungan Faktor Individu dan Faktor Pekerjaan terhadap Keluhan Musculoskeletal Disorders pada Pegawai," *J. Kesehat.*, vol. 11, no. 3, hal. 449, 2020, doi: 10.26630/jk.v11i3.2221.
- [24] A. Mutiah, Y. Setyaningsih, dan S. Jayanti, "Analisis Tingkat Risiko Musculoskeletal Disorder (MSDs) dengan The Brief Survey dan Karakteristik Individu Terhadap Keluhan MSDs Pembuat Wajan di Desa Cepogo Boyolali," *J. Kesehat. Masy.*, vol. 2, no. April, 2013.
- [25] Hardianto, E. Trisnawati, dan I. Ross, "Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Keluhan Musculoskeletal Disorder (MSDs) pada Karyawan Bank X," no. 111, hal. 12–26, 2020.
- [26] W. A. Rahayu, "Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Keluhan Muskuloskeletal pada Pekerja Angkat Angkut Industri Pemecah Batu di Kecamatan Karangnongko Kabupaten Klaten," *J. Kesehat. Kerja*, vol. 1, no. 2, 2012.
- [27] E. N. Sari, L. Handayani, dan A. Saufi, "Hubungan Antara Umur dan Masa Kerja dengan Keluhan Musculoskeletal Disorders (MSDs) pada Pekerja Laundry," *J. Kedokt. dan Kesehat.*, vol. 13, no. 2, hal. 183, 2017, doi: 10.24853/jkk.13.2.183-194.