

---

## PENGUKURAN DAN EVALUASI POTENSI BAHAYA ERGONOMI DI LABORATORIUM ANALISIS & ASSAY DIVISI CONCENTRATING PT FREEPORT INDONESIA

### MEASUREMENT AND EVALUATION OF POTENTIAL ERGONOMIC HAZARDS IN THE ANALYTICAL & ASSAY LABORATORY OF THE CONCENTRATING DIVISION, PT FREEPORT INDONESIA

Arif Susanto<sup>1\*</sup>, Yopi I Komara<sup>2</sup>, Novie E. Mauliku<sup>3</sup>, Agra M. Khaliwa<sup>4</sup>, Asep D. Abdilah<sup>5</sup>, Ambar D. Syuhada<sup>6</sup>, Edi K. Putro<sup>7</sup>

<sup>1,4,7</sup>Departemen *Safety Health & Environmental*, Divisi Concentrating PT Freeport Indonesia, Tembagapura 99960;

<sup>1,3,5,6</sup>Departemen Keselamatan & Kesehatan Kerja, Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu & Teknologi Kesehatan Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi 40533;

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan Universitas Kebangsaan Republik Indonesia, Bandung 40263;

<sup>2</sup>Departemen *Technical Service*, Divisi Concentrating PT Freeport Indonesia, Tembagapura 99960

---

#### Informasi Artikel

Dikirim Mei 20, 2022  
Direvisi Agust 4, 2022  
Diterima Sept 12, 2022

#### Abstrak

Pekerja laboratorium memiliki risiko bahaya ergonomi berupa gangguan otot rangka akibat kerja atau disingkat GOTRAK. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengukur dan mengevaluasi potensi bahaya ergonomi di laboratorium analisis dan assay Divisi Concentrating PT Freeport Indonesia (PTFI). Metode penelitian menggunakan observasi. Adapun rancangan penelitian *cross sectional* dan teknik sampel yaitu sampel jenuh. Standar yang digunakan dalam pengukuran dan evaluasi potensi bahaya ergonomi adalah SNI 9011:2021, dimana hasil pengukurannya digunakan untuk mengidentifikasi gangguan kesehatan dan perlindungan teknisi laboratorium analisis dan assay tersebut. Hasil survei keluhan GOTRAK menunjukkan bahwa dari 33 teknisi laboratorium terdapat 9 teknisi (27,3%) terdiri dari 4 teknisi *sample preparation*, 3 teknisi *fire assay* dan 2 teknisi *wet assay* yang mengalami tingkat risiko keluhan tinggi. Dari hasil survey GOTRAK yang dilakukan, teknisi laboratorium analisis dan assay memiliki jenis keluhan yang serupa seperti kelelahan fisik, mental dan mengalami rasa nyeri/sakit setelah melakukan pekerjaan. Mayoritas teknisi laboratorium teridentifikasi memiliki tingkat risiko tinggi pada bagian leher, punggung bagian bawah, dan tubuh bagian bawah seperti betis, pinggul, lutut, serta kaki. Mayoritas bahaya ergonomi yang teridentifikasi adalah bahaya postur janggal pada bagian tubuh bawah dan pengangkatan beban secara manual

Kata Kunci: bahaya ergonomi; GOTRAK; teknisi laboratorium analisis dan assay; risiko ergonomi; SNI 9011:2021

---

#### Corresponding Author

Office Building 1, 2<sup>nd</sup>  
Floor, Mile Post 74,  
Tembagapura 99960  
[arif.susanto@universitaskebangsaan.ac.id](mailto:arif.susanto@universitaskebangsaan.ac.id)  
[arifssnt1@gmail.com](mailto:arifssnt1@gmail.com)

#### Abstract

Laboratory workers are susceptible to ergonomic hazards such as work-related musculoskeletal disorders (WMSD). This research aimed to measure and evaluate the potential for ergonomic hazards in the analysis and assay laboratory of the Concentrating Division of PT Freeport Indonesia (PTFI). The observation method was used, as well as the saturated sampling technique and cross-sectional design. Furthermore, SNI 9011:2021 was the standard used for measuring and evaluating potential ergonomic hazards, and the results were used to identify health issues and protect the analysis and assay laboratory technicians. The results of the WMSD complaint survey showed that 9 (27.3%) of the 33 laboratory technicians, which included 4 sample preparation technicians, 3 fire assay technicians, and 2 wet assay technicians, experienced a high level of risk. Based on the WMSD survey, the

---

*analysis and assay laboratory technicians had similar complaints, such as physical and mental fatigue, and pain after working. Most laboratory technicians were at high risk in the neck, lower back, and lower body, including the calves, hips, knees, and feet. Additionally, awkward lower body posture and manual weightlifting were the most common ergonomic hazards.*

*Keywords: analytical & assay laboratory technicians; ergonomic hazard; ergonomic risk; SNI 9011:2021; WMSD.*

---

## **Pendahuluan**

Aktivitas pekerjaan dapat menimbulkan risiko yang diakibatkan dari peralatan, desain dan lingkungan pekerjaan. Salah satu upaya untuk mengurangi, bahkan menghilangkan risiko tersebut adalah melalui pemenuhan persyaratan keselamatan dan kesehatan kerja lingkungan kerja (K3LK). Terutama dalam bidang ergonomi diamanatkan pada Pasal 5 dan 6 Konvensi Organisasi Perburuhan International (ILO), Undang-undang (UU) tentang Persetujuan Konvensi Organisasi Perburuhan Internasional No.120 mengenai Higiene dalam Perniagaan dan Kantor-kantor [1], UU No. 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja [2], dan Peraturan Menteri Ketenagakerjaan (Permenaker) tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja [3].

Tingginya potensi risiko bahaya dalam pekerjaan, serta untuk memenuhi kepentingan perlindungan terhadap konsumen, pelaku usaha, tenaga kerja serta masyarakat lainnya, maka diperlukan penerapan keselamatan, keamanan, kesehatan, dan kelestarian fungsi lingkungan hidup. Hal tersebut sebagaimana ditetapkan berdasarkan Keputusan Kepala Badan Standardisasi Nasional (BSN) pada tanggal 21 Desember 2021 tentang Penetapan Standar Nasional Indonesia (SNI) 9011:2021 yaitu pengukuran dan evaluasi potensi bahaya ergonomi di tempat kerja [4]. SNI 9011:2021 ini merupakan standar yang digunakan untuk mengidentifikasi bahaya ergonomi, menilai tinggi atau rendahnya risiko ergonomi serta pertimbangan dalam mengembangkan dan menerapkan pengendalian yang efektif sesuai dengan ketentuan dalam Permenaker Nomor 5 Tahun 2018 [5].

SNI 9011:2021 ini merupakan metode atau teknik pengukuran ergonomi meliputi persiapan, pelaksanaan pengukuran serta evaluasi hasil pengukuran ergonomi di tempat kerja. Hasil pengukuran dan evaluasi potensi bahaya ergonomi tersebut digunakan untuk mengidentifikasi potensi gangguan kesehatan akibat bahaya ergonomi di tempat kerja yang mencakup ruang lingkup, acuan normatif, istilah dan definisi, metode, peralatan, prinsip, prosedur, interpretasi hasil penilaian, rekomendasi dan pelaporan pengukurannya. Faktor ergonomi merupakan faktor yang dapat mempengaruhi aktivitas tenaga kerja yang disebabkan

oleh ketidaksesuaian antara fasilitas kerja, yaitu meliputi cara atau posisi kerja, alat kerja, dan beban angkat tenaga kerja [3, 5].

Salah satu potensi risiko yang banyak dialami oleh pekerja adalah gangguan otot rangka akibat kerja (GOTRAK), disebut juga dengan *work-related musculoskeletal disorders* (W-MSDs), di mana kasus tersebut berkisar 40% dari total kasus terkait dengan kecelakaan kerja yang diakibatkan oleh pembebanan berlebih secara berulang-ulang [6]. GOTRAK merupakan risiko ergonomi berupa keluhan atau nyeri dikarenakan adanya cedera dan gangguan pada otot, tendon, sendi, syaraf dan jaringan lunak lainnya [5, 6]. Keluhan tersebut meliputi rasa tidak nyaman, keseleo, tegang otot hingga nyeri akibat kerja [7, 8], seperti nyeri pada leher, punggung maupun bahu yang berdampak pada penurunan fungsi kinerja [9]. Selain itu, penelitian sebelumnya yang dilakukan pada pekerja laboratorium menunjukkan bahwa mereka memiliki risiko GOTRAK.

Penelitian pada teknisi laboratorium medis memperlihatkan hasil bagian dari tubuh pekerja yang mengalami GOTRAK yaitu punggung bagian bawah (30,61%), punggung bagian atas dan lutut (20,45%), dan leher (18,36%) [10]. Penelitian yang dilakukan pada profesional laboratorium memperlihatkan prevalensi gejala GOTRAK sebesar 21,2%. Bagian tubuh yang paling merasakan nyeri dan ketidaknyamanan pada leher sebesar 8% dan punggung bagian bawah 6,8%, dan risiko ini berkaitan dengan akumulasi trauma [11].

Penelitian yang dilakukan pada teknisi di laboratorium patologi menunjukkan bahwa masalah GOTRAK sangat erat kaitannya dengan faktor ergonomi di tempat kerja yang tidak cukup baik. Gangguan utama yaitu 87% mengalami rasa nyeri, 41% mengalami kelelahan, dan 40% mengalami rasa kaku. Penelitian terhadap 100 orang teknisi tersebut ditemukan sebanyak 53% mengalami nyeri pinggang, 39% nyeri pada leher, 21% pada pergelangan tangan dan bahu, 14% dan 10% pada tumit dan lutut [12].

Penelitian lain pada 156 tenaga kerja laboratorium dilaporkan insiden nyeri muskuloskeletal dengan 336 laporan nyeri muskuloskeletal yang mempengaruhi sembilan area tubuh. Kaki/pergelangan kaki (21,7%) tercatat tertinggi dalam insiden, diikuti oleh lutut (20,8%) dan punggung atas (10,7%). Sebanyak 16,7% dari tenaga laboratorium tersebut mengunjungi dokter akibat rasa sakit ini. Di antara jenis laboratorium, tenaga kerja yang bekerja di bidang hematologi dan kimia klinis mencatat lebih banyak gejala (sebanyak 26 laporan) di setiap area, diikuti oleh laboratorium parasitologi dan analisis urin di mana hanya total 11 gejala yang dicatat [11, 13].

Pekerja laboratorium dianggap sebagai pekerja yang tidak banyak bergerak dan sering kali *stress* terkait dengan pekerjaan ini yang dapat mempengaruhi sistem muskuloskeletal yang menyebabkan penurunan fungsinya yang sering diabaikan. Teknisi laboratorium analisis dan assay Divisi Concentrating PT Freeport Indonesia (PTFI) memiliki variasi tinggi yang berbeda dan jam kerja selama 10 jam per hari. Selain itu pada riwayat pekerja yang bekerja di tempat tersebut terdapat perubahan postur tubuh yakni bungkuk sebesar 20 derajat.

Berdasarkan penjelasan tersebut, tujuan dari penelitian ini yaitu untuk melakukan pengukuran dan evaluasi potensi bahaya ergonomi di tempat kerja berdasarkan SNI 9011:2021 pada teknisi laboratorium analisis dan assay Divisi Concentrating PTFI, di mana hasil penilaian risiko ergonomi digunakan untuk acuan dalam pengembangan dan penerapan pengendalian yang efektif sesuai dengan ketentuan dalam Permenaker No. 5 Tahun 2018.

### **Metode Penelitian**

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu observasi. Rancangan penelitian menggunakan *cross sectional*. Pelaksanaan penelitian selama bulan Maret sampai Mei 2022. Lokasi penelitian yaitu laboratorium analisis dan assay di Divisi Concentrating PTFI. Populasi dalam penelitian ini yaitu semua teknisi laboratorium tersebut yang berjumlah sebanyak 33 orang, dan terdiri dari tiga deskripsi kerja yaitu *sample preparation*, *fire assay* dan *wet assay*. Teknik sampel yang digunakan yaitu teknik sampel jenuh dan agar dapat dibuat generalisasi dengan kesalahan yang sangat kecil [14].

Metode pengumpulan data untuk pengukuran dan evaluasi potensi bahaya ergonomi di laboratorium analisis dan assay PTFI, meliputi tahapan persiapan, pelaksanaan pengukuran, dan evaluasi hasil pengukuran ergonomi. Standar yang digunakan yaitu SNI 9011:2021 sebagai bahan acuan untuk melakukan identifikasi bahaya ergonomi, penilaian rendah atau tingginya risiko ergonomi, dan pertimbangan dalam pengembangan maupun penerapan pengendalian secara efektif [4]. Adapun hasil pengukuran dan evaluasi ini kemudian digunakan dalam melakukan identifikasi gangguan kesehatan serta perlindungan teknisi akibat bahaya ergonomi di laboratorium analisis dan assay PTFI.

Ruang lingkup penelitian pada penetapan identifikasi keluhan GOTRAK pada teknisi, dan evaluasi yang diperlukan pada tempat kerja di laboratorium analisis dan assay PTFI, serta tingkat risiko ergonomi berdasarkan penentuan tempat kerja tersebut. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas: kuesioner survei keluhan GOTRAK, daftar periksa potensi bahaya faktor ergonomi, alat perekam untuk video beserta tripod, meteran, timbangan

beban dan peralatan tulis. Pada pelaksanaan pengukuran dilakukan sesuai tahapan yaitu perekaman aktivitas pekerjaan teknisi, menentukan ada/tidaknya potensi paparan bahaya dan durasinya dari setiap potensi bahaya yang dialami oleh teknisi, menentukan penilaian penanganan beban manual dan melakukan penjumlahan bobot (skor) [5].

Interpretasi hasil penilaian tersebut kemudian digunakan untuk menentukan tingkat risiko keluhan GOTRAK seperti pada gambar 1 di bawah ini:

Frekuensi	Keparahan			
	Tidak ada masalah (1)	Tidak nyaman (2)	Sakit (3)	Sakit Parah (4)
Tidak pernah (1)	1	2	3	4
Terkadang (2)	2	4	6	8
Sering (3)	3	6	9	12
Selalu (4)	4	8	12	16
Keterangan:	1 – 4	Tingkat risiko rendah		
	6	Tingkat risiko sedang		
	8 – 16	Tingkat risiko tinggi		
Tingkat Keparahan	Tidak ada masalah	Tidak ada keluhan/tidak mengganggu pekerjaan		
	Tidak nyaman	Ada keluhan dan mulai/cenderung mengganggu pekerjaan		
	Sakit	Nyeri yang mengganggu pekerjaan		
	Sakit parah	Sangat nyeri sehingga tidak dapat melakukan pekerjaan		
Tingkat Frekuensi	Tidak pernah	Tingkat risiko rendah		
	Terkadang	Bisa terjadi 1 – 3 kali dalam 1 tahun		
	Sering	Bisa terjadi 1 – 3 kali dalam 1 bulan		
	Selalu	Terjadi hampir setiap hari		

**Gambar 1.** Tingkat Risiko Keluhan GOTRAK  
 Sumber: BSN (2021)

Penilaian dari hasil pengamatan daftar potensial periksa bahaya ergonomi kemudian diinterpretasikan lebih lanjut dengan menetapkan nilai yang diperoleh, yaitu jika  $\leq 2$  berarti kondisi tempat kerja teknisi aman, apabila nilai 3-6 maka perlu dilakukan pengamatan lebih lanjut, dan apabila nilai  $\geq 7$  berarti kondisi tempat kerja teknisi di laboratorium analisis dan assay PTFI tersebut berbahaya.

## Hasil

Hasil survei GOTRAK kepada 33 teknisi laboratorium analisis dan assay PTFI diketahui bahwa terdapat 15 orang memiliki jenis pekerjaan (*job title*) sebagai *sample preparation*, 13 orang sebagai teknisi *fire assay* dan 5 orang sebagai teknisi *wet assay*.

**Tabel 1.** Survei keluhan GOTRAK di Laboratorium Analisis dan Assay PTFI

Survei	Deskripsi Kerja		
	Sample Preparation f (%)	Fire Assay f (%)	Wet Assay f (%)
<b>Jumlah Teknisi</b>	15 (45,46)	13 (39,39)	5 (15,15)
<b>Tangan dominan</b>			
Kanan	14 (93,33)	10 (76,92)	4 (80)
Kiri	1 (6,67)	3 (23,08)	1 (20)
Keduanya	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<b>Lama kerja</b>			
<3 bulan	0 (0)	0 (0)	0 (0)
3-12 bulan	1 (6,67)	2 (15,38)	0 (0)
1-5 tahun	2 (13,33)	0 (0)	1 (20)
5-10 tahun	2 (13,33)	6 (46,15)	2 (40)
>15 tahun	10 (66,67)	5 (38,46)	2 (40)
<b>Kelelahan mental</b>			
Tidak pernah	1 (6,67)	1 (7,69)	0 (0)
Terkadang	11 (73,33)	9 (69,23)	2 (40)
Sering	3 (20)	1 (7,69)	3 (60)
Selalu	0 (0)	2 (15,38)	0 (0)
<b>Kelelahan fisik</b>			
Tidak pernah	0 (0)	1 (7,79)	0 (0)
Terkadang	7 (46,67)	6 (46,15)	0 (0)
Sering	5 (33,33)	6 (46,15)	5 (100)
Selalu	3 (20)	0 (0)	0 (0)
<b>Mengalami rasa nyeri/sakit</b>			
Tidak	4 (26,67)	2 (15,38)	0 (0)
Ya	11 (73,33)	11 (84,62)	5 (100)
<b>Pernah Cedera</b>			
Ya	4 (36,36)	2 (18,18)	1 (20)
Tidak	11 (63,64)	11 (84,62)	4 (80)

Tabel 1 menunjukkan hasil setiap jenis deskripsi pekerjaan dan tangan dominan yang digunakan untuk bekerja dengan persentase teknisi mengalami kelelahan mental, kelelahan fisik, dan teknisi mengalami rasa sakit atau nyeri ataupun ketidaknyamanan. Tabel 1 mendeskripsikan bahwa tangan dominan yang digunakan yaitu tangan kanan untuk melakukan aktivitas pekerjaannya di mana teknisi *sample preparation* sebanyak 93,33%, teknisi *fire assay* 76,92%, dan teknisi *wet assay* 80%.

Deskripsi kerja teknisi laboratorium terdapat pada tabel 1. Lama kerja rerata masing-masing lebih dari 5 tahun, yaitu teknisi *sample preparation* sebanyak 80%, teknisi *fire assay* sebanyak 84,61%, dan teknisi *wet assay* 80%. Kelelahan mental sering dialami oleh teknisi *wet assay* sebanyak 60%, dan kelelahan mental terkadang pun dialami oleh teknisi *sample preparation* dan *fire assay* dengan nilai masing-masing 73,33% dan 69,23%. Kelelahan fisik sering tertinggi dialami semua teknisi *wet assay*, sedangkan pada teknisi *sample preparation* dan *fire assay* yaitu 33,33% dan 46,15%. Demikian halnya rasa sakit atau nyeri pun dialami oleh semua teknisi *wet assay* (100%). Adapun teknisi *sample preparation* yang mengalami rasa sakit atau nyeri sebanyak 73,33%, dan bagi teknisi *fire assay* sebanyak 84,62%.

Sebanyak 36,36% teknisi *sample preparation* pernah mengalami cedera, begitu juga dengan teknisi *fire assay* 18,18% dan teknisi *wet assay* 20%.

Teknisi *sample preparation* yang selalu mengalami rasa sakit/nyeri pada punggung bawah dan pinggul kanan maupun pinggul kiri sebanyak masing-masing 6,7% walaupun tidak merasakan sakit parah. Selain itu, anggota tubuh yang selalu mengalami rasa sakit/nyeri dan merasakan sakit parah yaitu pada lutut kanan dan kiri, maupun pada kaki kanan dan kiri sebanyak masing-masing 6,7%. Pada teknisi *fire assay* sebesar 7,7% yang mengalami selalu merasakan sakit/nyeri pada leher walaupun tidak mengalami sakit parah. 15,4% pada lutut kanan dan kiri sering merasakan sakit/nyeri, 23,1% dirasakan hal yang sama, yaitu sering merasakan sakit/nyeri pada betis kanan dan kiri. Sejumlah 15,4% sering merasakan sakit/nyeri walaupun tidak merasakan sakit parah (0%) pada teknisi *fire assay* pada bahu kanan, berbeda dengan bahu kiri karena sebanyak 7,7% teknisi masih merasakan sakit.

Teknisi *fire assay* yang terkadang merasakan sakit sebanyak 61,5% pada punggung atas dan 38,5% merasakan sakit pada punggung bawah, walaupun pada bagian kedua punggung tersebut masing-masing sebanyak 46,2% hanya mengalami ketidaknyamanan saja. Sejumlah 20% teknisi *wet assay* selalu merasakan sakit/nyeri bagian lutut dan betis baik kanan maupun kiri, meskipun tidak merasakan sakit parah dan hanya masing-masing sebanyak 40% saja yang merasakan tingkat keparahan berupa sakit/nyeri pada betis kanan, dan 20% pada betis kiri. Sebanyak 60% bahu kanan dan 40% bahu kiri sering dirasakan ketidaknyamanan oleh teknisi *wet assay*. Sama halnya sering dirasakan ketidaknyamanan pada punggung atas sejumlah 40% dan punggung bawah sejumlah 60% teknisi. Sebanyak 80% teknisi *wet assay* pun terkadang merasakan ketidaknyamanan pada kaki kanan dan kiri.

**Tabel 2.** Tingkat Risiko Teknisi Laboratorium Analisis dan Assay

Anggota Tubuh	Teknisi Laboratorium																										
	Sample Preparation												Fire Assay						Wet Assay								
	#1			#2			#3			#4			#1		#2		#3		#1		#2						
*	†	I	*	†	I	*	†	I	*	†	I	*	†	I	*	†	I	*	†	I	*	†	I				
Leher	3	2	6	3	3	9	2	2	4	1	1	1	3	3	9	4	2	8	3	2	6	3	3	9	2	2	4
Bahu Kanan	3	3	9	1	1	1	3	2	6	2	1	2	2	2	4	3	2	6	3	2	6	3	2	6	1	1	1
Bahu Kiri	3	3	9	2	3	6	3	2	6	2	1	2	2	2	4	1	1	1	3	2	6	3	2	6	1	1	1
Siku Kanan	1	1	1	1	1	1	2	2	4	1	1	1	2	2	4	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Siku Kiri	1	1	1	1	1	1	2	2	4	1	1	1	2	2	4	2	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Punggung Atas	1	1	1	2	3	6	3	2	6	3	3	9	3	2	6	2	2	4	2	2	4	2	2	4	1	1	1
Punggung Bawah	3	3	9	4	3	12	3	3	9	2	2	4	3	3	9	3	2	6	3	2	6	2	2	4	1	1	1
Lengan Kanan	1	1	1	1	1	1	3	2	6	2	2	4	1	1	1	2	3	6	2	2	4	1	1	1	1	1	1
Lengan Kiri	1	1	1	1	1	1	3	2	6	2	2	4	1	1	1	2	3	6	1	1	1	1	1	1	3	3	9



leher, punggung bawah, tangan, paha kanan, lutut dan betis. Sedangkan, teknisi *wet assay* teridentifikasi memiliki nilai lebih dari 7 pada leher, lengan kiri, lutut, betis, dan kaki kanan.

**Tabel 3.** Skor Hasil Pemeriksaan Potensi Bahaya Faktor Ergonomi

Kategori	Ada Paparan	Skor								
		Sample Preparation				Fire Assay			Wet Assay	
		#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#1	#2
<b>Potensi bahaya pada tubuh bagian atas</b>										
Postur janggal	Ada	2	2	2	2	1	4	1	4	4
Gerakan lengan	Ada	1	1	1	1	2	3	2	2	2
Penggunaan Keyboard	Tidak	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Usaha tangan (repetitif atau statis)	Ada	0	0	0	0	3	1	3	0	0
Tekanan langsung ke bagian tubuh	Ada	0	0	0	0	2	0	2	0	0
Getaran	Tidak	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terdapat faktor membuat ritme kerja tubuh bagian atas atau lengan tidak dapat terkontrol	Tidak	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lingkungan	Tidak	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<b>Potensi bahaya pada punggung dan tubuh bagian bawah</b>										
Postur janggal	Ada	4	4	4	4	2	6	1	6	6
Tekanan langsung ke bagian tubuh	Tidak	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Getaran	Tidak	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aktivitas mendorong atau menarik beban	Tidak	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Terdapat faktor membuat ritme kerja tubuh bagian atas atau lengan tidak dapat terkontrol	Tidak	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Pengangkatan beban secara manual</b>										
Estimasi berat benda diangkat (kg)	Ada	9	9	9	0	0	0	0	0	0
Faktor risiko lainnya (pengangkatan sesekali/sering)	Ada	5	5	5	0	0	0	0	0	0

Potensi bahaya faktor ergonomi pada teknisi laboratorium analisis dan assay PTFI dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini. Observasi dilakukan untuk menentukan faktor bahaya yang terdapat pada pekerjaan teknisi laboratorium analisis dan assay sesuai dengan daftar periksa faktor ergonomi dari faktor-faktor bahaya yang menimbulkan risiko tinggi maupun paling sering terjadi. Hal ini dilakukan dengan mendeteksi potensi bahaya-bahaya faktor ergonomi yang dialami oleh teknisi laboratorium dalam sehari. Setelah itu melakukan pengukuran durasi paparan yaitu berapa lama (durasi) pekerja melakukan masing-masing potensi bahaya yang terdapat pada setiap pekerjaan tersebut.

Pada penentuan durasi paparan terdapat tiga pilihan persentase durasi. Hal ini dikarenakan tidak semua pekerjaan teknisi laboratorium terus menerus melakukan analisis dan assay pada satu *shift* tetapi tersebar di beberapa waktu di *shift* berjalan. Persentase dinyatakan dalam bentuk persentase setelah diperoleh jumlah waktu (baik dalam menit atau jam) durasi paparan. Persentase durasi paparan dinyatakan dalam persamaan berikut:

---

$$\% = \frac{\text{durasi paparan dari bahaya}}{\text{durasi kerja dalam satu shift}} \times 100\%$$

Persentasi paparan pada teknisi laboratorium memiliki *shift* yang lebih panjang dari 8 jam kerja sehingga kelebihan waktu kerjanya tetap dimasukkan kedalam tabel periksa sebagai penambah nilai.

Tabel 3 mendeskripsikan bahwa potensi bahaya ergonomi memiliki nilai lebih dari 7 pada pekerjaan *manual handling* yang dilakukan oleh teknisi *sample preparation*. Hal ini sejalan dengan hasil identifikasi tingkat risiko pada tabel 2 dengan ditemukan adanya tingkat risiko tinggi pada leher, punggung dan tubuh bagian bawah.

Pada tahapan penilaian penanganan beban manual (*manual handling*) terdiri atas tiga tahapan, yaitu: 1) jarak antara kaki teknisi laboratorium dengan kepala tangan sebagai penentuan jarak horizontal antara beban dengan badan; 2) berat dari beban yang diangkat apakah setiap 10 menit atau bahkan lebih sering dengan menggunakan rerata dari semua beban yang diangkat, dan apabila jaraknya lebih lama dari 10 menit digunakan beban terberat; dan 3) mengevaluasi potensi bahaya terkait pengangkatan beban tersebut.

## Pembahasan

Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 7 Tahun 2019 tentang Penyakit Akibat Kerja (PAK) mengklasifikasikan GOTRAK sebagai penyakit berdasarkan sistem target organ. GOTRAK ini meliputi *radial styloid tenosynovitis, tenosynovitis, olecranon bursitis, prepatellar bursitis, epicondylitis, meniscus lesions, carpal tunnels syndrome (CTS)*, dan penyakit otot dan kerangka lainnya [15].

Gambar 2 menjelaskan dua teknisi yang memiliki perbedaan ketinggian bekerja di *sample preparation*. Teknisi *sample preparation* mengalami tingkat risiko tinggi pada punggung bagian bawah. Hal ini dikarenakan pekerjaan teknisi berfokus pada pengangkatan beban *sample* yang memiliki berat 10 kilogram (kg) untuk setiap sampelnya. Selain itu terdapat perbedaan tinggi badan teknisi yang melakukan pekerjaan preparasi *sample* juga menjadi indikator tingkat risiko.



**Gambar 2.** Perbedaan Tinggi Badan Teknisi *Sample Preparation*.

Alat operasi berupa *jaw crusher* yang digunakan dalam pekerjaan tersebut memiliki rata-rata tinggi 140 cm yang mengharuskan teknisi memiliki upaya lebih untuk memasukan *sample* ke *jaw crusher*. Bagi teknisi dengan tinggi badan yang lebih pendek cenderung akan membutuhkan daya lebih yang menjadikan punggung dan anggota tubuh bagian bawah menjadi tumpuan untuk menaruh beban ke *jaw crusher* [16].

Teknik *manual handling* yang baik akan menentukan postur tubuh yang baik, dan mengurangi faktor risiko bahaya ergonomi lainnya. Interpretasi dari hal tersebut dapat dilihat dari teknisi *sample preparation* #2 dan #3 yang memiliki tinggi badan lebih pendek sehingga memiliki skor risiko lebih tinggi untuk tubuh bagian bawah, dibandingkan dengan teknisi *sample preparation* #1 dan #4. Pekerjaan dengan durasi jangka panjang akan mengakibatkan masalah GOTRAK yang berdampak masalah mobilitas, berkurangnya kekuatan fisik, kualitas hidup buruk, dan berkurangnya produktivitas kerja [16].

Seluruh teknisi *fire assay* memiliki tingkat risiko tinggi pada bagian leher. Hal ini diakibatkan oleh mayoritas pekerjaan yang dilakukan teknisi banyak berfokus pada kegiatan *parting material*, seperti penghancuran dan pemipihan material analisis yang membutuhkan ketelitian tinggi. Berdasarkan gambar 3, dapat diidentifikasi bahwa teknisi *fire assay* memiliki sudut elevasi leher sebesar 45 sampai 47°. Teknisi tersebut diharuskan menunduk selama 3 sampai 4 jam, meskipun hal ini dipengaruhi juga dengan variasi jenis tugas yang dilakukan. Perbedaan tinggi badan yang dimiliki oleh teknisi pun menjadi variabel yang harus diperhatikan. Meja yang digunakan untuk penimbangan *sample* memiliki tinggi 93 cm, dengan jarak antara meja dan tiang penyangga bagian atas sebesar 94 cm.

Gambar 3 menjelaskan pekerjaan yang dilakukan oleh teknisi *fire assay*. Pekerjaan yang dilakukan adalah *parting material* yang membutuhkan ketelitian dalam jangka waktu panjang untuk memecahkan material. Meja *hot plate* yang difungsikan sebagai tempat *parting material* memiliki ketinggian 92 cm, dan rata-rata teknisi memiliki selisih 3 sampai 4 inci dengan tinggi siku. Waktu rata-rata teknisi melakukan pekerjaan *parting material* yaitu 1 hingga 2 jam dengan keadaan suhu panas.



**Gambar 3.** Pekerjaan Teknisi *Fire Assay*

Dari hasil wawancara tidak ditemukan keluhan subjektif yang mengkaitkan suhu lingkungan kerja panas dengan kelelahan. Walaupun beberapa penelitian menjelaskan bahwa terdapat hubungan signifikan antara pekerjaan panas dengan kelelahan kerja [17]. Teknisi yang memiliki tinggi badan lebih dari 180 cm diharuskan untuk menunduk selama bekerja. Keluhan leher telah dialami oleh teknisi *fire assay* selama bekerja dengan postur tersebut. Dalam jangka waktu panjang, individu dengan keluhan nyeri leher akan menunjukkan penurunan busur gerak atau *bracing* selama melakukan tugas pekerjaan [18]. Pekerjaan teliti mengharuskan leher melakukan gerakan berulang dan menahan kepala dalam posisi statis [18].

Gambar 4 menjelaskan pekerjaan yang dilakukan teknisi *wet assay*. Pekerjaan menimbang *sample* yang dilakukan teknisi *wet assay* membutuhkan konsistensi dalam jangka waktu 4 jam setiap *shift*-nya. Teknisi *wet assay* memiliki tingkat risiko tinggi pada leher dan tubuh bagian bawah (*khususnya lutut dan betis*). Teknisi melakukan penimbangan lebih dari 200 *sample* dan diperlukan tingkat ketelitian yang tinggi.



**Gambar 4.** Pekerjaan Teknisi *Wet Assay*

Gambar 4 memberikan gambaran bahwa teknisi mengalami elevasi leher sebesar  $30^\circ$ . Tuntutan pekerjaan mengakibatkan postur teknisi *wet assay* menunduk dalam jangka waktu relatif cukup lama. Meja kerja teknisi *wet assay* memiliki tinggi 87 cm dan memiliki selisih ketinggian 7 inci di bawah siku teknisi. Pada posisi kerja berdiri tersebut dapat direkomendasikan bahwa ketinggian meja kerja yang ideal yaitu setinggi 4 hingga 6 inci di bawah tinggi siku [19].

Teknisi yang rutin melakukan pekerjaan angkat beban dengan intensitas tinggi memiliki risiko nyeri pada punggung, dibandingkan dengan pekerja yang melakukan aktivitas menetap [20]. Postur janggal juga menjadi bahaya ergonomi yang ditemukan pada 1 teknisi *fire assay* dan 2 pekerja *sample preparation*. Temuan tersebut disebabkan adanya perbedaan postur tinggi teknisi dengan alat kerja. Penyesuaian dengan implementasi rekayasa teknik berupa modifikasi ukuran meja kerja atau pengendalian administrasi seperti *shift* kerja dapat dilakukan.

Teknisi yang bekerja dengan postur janggal dan gerakan berulang dalam jangka waktu lama dapat mengakibatkan peningkatan kekuatan dan tingkat pengerahan tenaga. Hal ini dapat menyebabkan *stress* pada sendi dan mengurangi aliran darah pada organ. OSHA menjelaskan bahwa manajemen harus menyadari jika teknisi laboratorium berisiko mengalami cedera gerakan berulang pada setiap prosedur yang dilakukan [21]. Cedera pada

---

gerakan berulang ini dapat berkembang dari waktu ke waktu, dan terjadi ketika otot dan persendian tertekan, tendon teriritasi, saraf tegang dan aliran darah tersumbat [22].

### **Kesimpulan**

Dari hasil survey GOTRAK yang dilakukan, teknisi laboratorium analisis dan assay PTFI memiliki jenis keluhan yang serupa. Keluhan tersebut berupa kelelahan fisik, mental dan mengalami rasa nyeri/sakit setelah melakukan pekerjaan. Mayoritas teknisi laboratorium teridentifikasi memiliki tingkat risiko tinggi pada bagian leher, punggung bagian bawah, dan tubuh bagian bawah seperti betis, pinggul, lutut, serta kaki. Mayoritas bahaya ergonomi yang teridentifikasi adalah bahaya postur janggal pada bagian tubuh bawah dan pengangkatan beban secara manual. Manajemen perlu untuk melakukan upaya pengendalian risiko bahaya ergonomi dalam bentuk rekayasa teknik dan administrasi kepada pekerja yang memiliki tingkat risiko tinggi, dan teridentifikasi terpajan bahaya ergonomi di tempat kerja.

### **Saran**

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan kepada manajemen dan teknisi yang bekerja di laboratorium analisis & assay Divisi Concentrating PTFI. Pada teknisi *sample preparation* dibutuhkan upaya pengendalian berupa rekayasa teknik dalam bentuk aplikasi *robotik mekanik* sebagai alternatif pengangkatan dan pengolahan sampel pada pekerjaan *sample preparation*. Hal tersebut didasari dari hasil wawancara kepada manajemen yang menjelaskan bahwa teknisi yang bekerja sampai masa pensiun (purnabakti) dengan pekerjaan tersebut mengalami perubahan postur tubuh. Perubahan postur tubuh tersebut berupa kebungkukan dan mencapai 20 derajat.

Pengendalian jangka pendek yang dapat dilakukan pada teknisi *sample preparation* yaitu berupa pengaturan *shift* kerja dengan menempatkan teknisi dengan tinggi badan yang sesuai dengan alat operasi, khususnya untuk *jaw crusher*. Hal tersebut dilakukan agar tidak perlu ada teknisi *sample preparation* yang membutuhkan upaya lebih untuk mengangkat beban. Pada teknisi *fire assay* diperlukan upaya pengendalian berupa rekayasa teknik maupun administratif untuk mengurangi dampak risiko bahaya ergonomi. Modifikasi untuk meja kerja berupa troli yang digunakan dapat diganti dengan penggunaan *overbed table* atau *adjustable table* karena dapat disesuaikan dengan tinggi badan teknisi.

Penggunaan *safety matras* dapat digunakan sebagai alternatif dalam mengurangi tekanan pada kaki saat bekerja dengan jangka waktu lama. Perubahan *shift* kerja dapat juga

---

diimplementasikan kepada teknisi *fire assay* yang memiliki tingkat risiko tinggi dan berpotensi tinggi terpajan bahaya ergonomi. Adapun untuk teknisi *wet assay*, dibutuhkan upaya pengendalian berupa modifikasi meja kerja menjadi *adjustable table* dan penambahan *safety matras* sebagai upaya untuk mengurangi dampak jangka panjang pada kesehatan teknisi.

### **Ucapan Terima Kasih**

Terima kasih disampaikan kepada seluruh Staff dan Teknisi Laboratorium analisis dan assay PTFI, Departemen Resource Management Divisi Concentrating atas dukungannya sehingga penelitian dapat dilakukan dengan baik. Terima kasih kembali kami tujukan kepada Divisi Learning and Organization Development (LOD) PTFI yang telah memberikan ijin penelitian ini.

### **Daftar Pustaka**

1. Republik Indonesia. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 1969 Tentang Persetujuan Konvensi Organisasi Perburuhan Internasional No. 120 Mengenai Hygiene Dalam Perniagaan Dan Kantor-Kantor. Lembaran Negara RI Tahun 1969 Yang Telah Dicitak Ulang. Sekretariat Negara. Jakarta.
2. Republik Indonesia. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja. Lembaran Negara RI Tahun 1970 Yang Telah Dicitak Ulang. Sekretariat Negara. Jakarta.
3. Kementerian Ketenagakerjaan. 2018. Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Kerja. Berita Negara RI Tahun 2018 Nomor 567. Jakarta.
4. Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2021a. Keputusan Kepala Badan Standarisasi Nasional Nomor 590/KEP/BSN/12/2021 Tentang Penetapan SNI 9011:2021 Pengukuran Dan Evaluasi Potensi Bahaya Ergonomi Di Tempat Kerja. Jakarta.
5. Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2021b. SNI 9011:2021 Pengukuran Dan Evaluasi Potensi Bahaya Ergonomi Di Tempat Kerja. Jakarta.
6. Iridiastadi H, Yessierli. Ergonomi Suatu Pengantar. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya. 2014.
7. Bevan S. Economic Impact of Musculoskeletal Disorders (MSDs) on Work in Europe. Best Practice & Research Clinical Rheumatology, 2015 Jun; 29(3): 356-373.

8. Tarwaka. Ergonomi Industri: Dasar-dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi di Tempat Kerja. Surakarta: Harapan Press.
9. Agrawal PR, Maiya AG, Veena K, Kamath A. Musculoskeletal Disorders among Medical Laboratory Professionals- A Prevalence Study. *Journal of Exercise Science and Physiotherapy*, 2014 Aug 6; 10(2): 77-81.
10. Maulik S, De A, Iqbal R. Work Related Musculoskeletal Disorders among Medical Laboratory Technicians. *Southeast Asian Network of Ergonomics Societies Conference (SEANES)*, 2012 Sep; 13: 1-6.
11. Agrawal PR, Maiya AG, Kamath V, Kamath A. Work Related Musculoskeletal Disorders among Medical Laboratory Professionals: A Narrative Review. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 2014 Nov; 2(4): 1262-1266.
12. Arora AP, Uparkar SM. Ergonomic Risk Assessment in Pathology Laboratory Technicians. *International Journal of Therapies and Rehabilitation Research*, 2015; 4: 15-19.
13. Haile EL, Taye B, Hussen F. Ergonomic Workstations and Work-related Musculoskeletal Disorders in the Clinical Laboratory. *Lab Med*. 2012 Nov; 43: e11-9.
14. Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: CV Alfabeta.
15. Presiden Republik Indonesia. 2019. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2019 Tentang Penyakit Akibat Kerja*. Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia.
16. Chan YW, Huang TH, San YT, Chan WC, Chang CH, Tsai YT. The Risk Classification of Ergonomic Musculoskeletal Disorders in Work-related Repetitive Manual Handling Operations with Deep Learning Approaches. *2020 International Conference on Pervasive Artificial Intelligence (ICPAI)*. 2020 Dec; 268-271.
17. Zulkarnain M, Flora R, Faisya AF, Martini S, Aguscik. Dehydration Index and Fatigue Level of Workers Laboring in Heat-Exposed Environments. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Sriwijaya International Conference of Public Health (SICPH 2019)*. *Advances in Health Sciences Research*. 2020 Jun; 25: 164-168,
18. Labbafinejad Y, Imanizade Z, Danesh H. Ergonomic Risk Factors and Their Association With Lower Back and Neck Pain Among Pharmaceutical Employees in Iran. *Workplace Health & Safety*. 2016 Jul; 64(12): 586-595.

- 
19. Nurtjahyo B, Muslim E, Hidayatno A, Yogamaya N, Zulkarnain Z. Analisis Ketinggian Meja Kerja yang Ideal terhadap Postur Divisi Cutting Industri Garmen dengan Posture Evaluation pada Virtual Environment. *J@TI Undip*. 2012 Feb; (5)2: 97-104.
  20. Nygaard PP, Skovlund SV, Sundstrup E, Andersen LL. Is Low-back Pain a Limiting Factor for Senior Workers with High Physical Work Demands? A Cross-sectional Study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2021 Sep; 21: 622.
  21. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Laboratory Safety Ergonomics for The Prevention of Musculoskeletal Disorders. 2011, OSHA FS-3462 8/2011.
  22. Mukhtad AA, Aminese HA, Mansor MA, Mansour HS, Elmesmary HA. Ergonomic Risk Assessment among Healthcare Laboratory Technicians in Benghazi Medical Centre. *International Journal of Advance Research and Development*. 2018 Mar, 3(3): 318-327