

Analisis Postur Kerja Pada Staff Cost and Estimating PT Adhi Persada Gedung (APG) Dengan Metode *Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaires (CMDQ)* Dan *Rapid Office Strain Assessment (ROSA)*

Nadya Lesmana Putri¹, Darminto Pujotomo S.T., M.T.²

*^{1,2}Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Semarang, 50275, Indonesia*

Abstrak

Penelitian ini membahas postur kerja pekerja staff cost and estimating di PT Adhi Persada Gedung (APG), sebuah anak perusahaan PT Adhi Karya (Persero) Tbk. (ADHI), yang bergerak di bidang jasa konstruksi gedung bertingkat tinggi dan menengah. Pekerja di departemen ini menghabiskan waktu kerja sekitar 8 jam sehari di depan komputer, yang berpotensi menimbulkan Work-Related Musculoskeletal Disorders (WMSDs). Desain tempat kerja yang tidak ergonomis dapat menyebabkan ketidaknyamanan pada otot dan rangka, serta meningkatkan risiko cedera. Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko postur kerja yang buruk menggunakan metode Rapid Office Strain Assessment (ROSA) dan Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire (CMDQ). ROSA digunakan untuk menilai risiko ergonomis di tempat kerja dengan menganalisis elemen-elemen seperti kursi, monitor, keyboard, mouse, dan telepon. Sementara itu, CMDQ adalah kuesioner yang menilai tingkat nyeri muskuloskeletal berdasarkan laporan karyawan, yang telah terbukti valid dan reliabel. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi perbaikan yang tepat untuk meningkatkan postur kerja, fasilitas, dan kebiasaan kerja guna mengurangi risiko WMSDs. Melalui analisis yang dilakukan, diharapkan ditemukan solusi ergonomis yang dapat diterapkan untuk meningkatkan kenyamanan dan produktivitas pekerja, serta mengurangi risiko cedera dan kelelahan. Hasil penelitian ini akan memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan kebijakan dan praktik ergonomi di lingkungan kerja PT Adhi Persada Gedung, serta dapat menjadi referensi bagi perusahaan lain dalam mengelola risiko ergonomis di tempat kerja.

Kata kunci: Postur Kerja, *Office Ergonomics*, WMSDs, CMDQ, ROSA

Abstract

This research discusses the work posture of cost and estimating staff workers at PT Adhi Persada Gedung (APG), a subsidiary of PT Adhi Karya (Persero) Tbk. (ADHI), which operates in the field of high and medium-rise building construction services. Workers in this department spend around 8 hours a day in front of computers, which has the potential to cause Work-Related Musculoskeletal Disorders (WMSDs). Unergonomic workplace designs can cause muscle and skeletal discomfort and increase the risk of injury. This study aims to identify the risk of poor work posture using the Rapid Office Strain Assessment (ROSA) and Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire (CMDQ) methods. ROSA is used to assess ergonomic risks in the workplace by analyzing elements such as chairs, monitors, keyboards, mice and phones. Meanwhile, the CMDQ is a questionnaire that assesses the level of musculoskeletal pain based on employee reports, which has been proven valid and reliable. It

*Penulis Korespondensi.

E-mail: nadyalesmana@students.undip.ac.id

is hoped that this research can provide recommendations for appropriate improvements to improve work posture, facilities and work habits to reduce the risk of WMSDs. Through the analysis carried out, it is hoped that ergonomic solutions can be found that can be implemented to increase worker comfort and productivity, as well as reduce the risk of injury and fatigue. The results of this research will make a significant contribution to the development of ergonomic policies and practices in the work environment of PT Adhi Persada Gedung, and can be a reference for other companies in managing ergonomic risks in the workplace.

Keywords: *Work Posture, Office Ergonomics, WMSDs, CMDQ, ROSA*

1. Pendahuluan

Ergonomi merupakan ilmu yang berkaitan dengan desain tempat kerja, peralatan dan pekerjaan agar sesuai dengan kemampuan dan keterbatasan pekerja. Studi ergonomi menunjukkan bahwa desain tempat kerja yang dan kebiasaan kerja buruk dapat mengganggu produktivitas dan berpotensi menimbulkan berbagai keluhan kesehatan pada pekerja, terutama pada bagian otot dan rangka, atau lebih dikenal dengan istilah Work-Related Musculoskeletal Disorders (WMSDs) (Prmono et al., 2022). Salah satu kegiatan yang menyebabkan timbulnya gangguan muskuloskeletal adalah pekerja pada stasiun kerja komputer yang cenderung berada dalam posisi yang sama sepanjang hari. Tubuh dirancang untuk bergerak dan berdiri dengan dinamis. Namun, kebiasaan duduk dalam waktu yang lama dapat menyebabkan otot meregang dan berkontraksi secara tidak tepat, serta memberikan tekanan yang tidak baik pada tubuh. Sebuah ruang kerja yang didesain dengan tidak baik dapat menyebabkan rasa sakit pada leher dan punggung, yang pada akhirnya akan mengurangi produktivitas dan meningkatkan risiko cedera.

PT Adhi Persada Gedung (APG) merupakan anak perusahaan dari PT Adhi Karya. (Persero) Tbk. (ADHI) yaitu salah satu badan usaha milik negara (BUMN) konstruksi ternama di Indonesia dengan

tujuan utama untuk mendukung bisnis inti perusahaan induk ADHI di bidang konstruksi. Bisnis APG fokus pada penyediaan jasa konstruksi dengan spesialisasi gedung bertingkat tinggi dan menengah, baik untuk pemilik proyek swasta maupun pemerintah. APG memposisikan perannya sebagai mitra (partner) pilihan utama bagi pengembang atau pemilik proyek, khususnya bangunan bertingkat tinggi (high rise building) serta pengembangan pola kerja sama dengan beberapa pemilik proyek pembangunan kawasan untuk gedung perkantoran maupun kawasan hunian dan selain itu APG juga mengerjakan proyek – proyek internal ADHI Group untuk proyek properti, TOD, stasiun LRT Jabodebek dan Hotel di seluruh Indonesia.

Dalam menjalankan proses bisnisnya, PT Adhi Persada Gedung (APG) melibatkan berbagai pihak, termasuk staff cost and estimating yang memiliki tugas dan tanggung jawab untuk memperkirakan biaya proyek konstruksi yang direncanakan dalam hal tenaga kerja, peralatan dan bahan yang dibutuhkan. Pekerjaan tersebut mengharuskan seluruh pekerja staff cost and estimating untuk berada di depan komputer selama jam kerja. Waktu kerja dimulai pada pukul 08.00 hingga pukul 17.00, dengan istirahat selama satu jam diantara periode waktu tersebut, sehingga durasi pekerja duduk di depan layar monitor

*Penulis Korespondensi.

E-mail: nadyalesmana@students.undip.ac.id

kurang lebih 8 jam. Hal tersebut mengakibatkan pekerja sering mengalami pegal pada beberapa bagian tubuh. Postur kerja yang tidak tepat dapat menyebabkan kelelahan dan ketidaknyamanan saat bekerja, serta meningkatkan risiko gangguan muskuloskeletal. Hal tersebut disebabkan oleh penggunaan berbagai perangkat seperti monitor, keyboard, mouse, meja, dan kursi dalam pengelolaan ilmu dan teknologi. Pekerjaan yang dilakukan biasanya bersifat repetitif dan memerlukan kebugaran fisik yang baik. Apabila pekerja bekerja dalam posisi yang tidak ergonomis, hal tersebut dapat menyebabkan cedera dan kelelahan, yang pada akhirnya dapat mengurangi produktivitas dan meningkatkan risiko cedera (Loske, dkk., 2021).

Penelitian ini membahas mengenai postur kerja pada pekerja staff cost and estimating untuk mengetahui bahaya postur kerja karyawan yang berpotensi menimbulkan risiko MSDs berdasarkan faktor kelelahan dan risiko cedera yang telah dipaparkan sebelumnya. Untuk mengukur postur kerja, digunakan metode Rapid Office Strain Assessment (ROSA) dan Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire (CMDQ).

Rapid Office Strain Assessment (ROSA) merupakan alat yang digunakan untuk menilai tempat kerja kantor yang mungkin memerlukan modifikasi guna mengurangi ketidaknyamanan muskuloskeletal pada pekerja menggunakan diagram skoring untuk setiap elemen tempat kerja seperti kursi, layar, keyboard, mouse, dan telepon. Metode ini memiliki tujuan untuk memberikan penilaian tingkat risiko terhadap postur tubuh terkait dengan penggunaan komputer dan menetapkan tingkat tindakan perubahan posisi kerja berdasarkan laporan

dari ketidaknyamanan pekerja (Sonne et.al, 2002).

Terdapat berbagai jenis kuesioner untuk menentukan ketidaknyamanan muskuloskeletal yang dialami oleh pekerja kantor salah satunya adalah Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire (CMDQ) yang merupakan kuesioner paling umum untuk digunakan. Kuesioner Cornell digunakan untuk menilai tingkat nyeri di antara karyawan kantor sebagai respons terhadap istirahat dan modifikasi ergonomis. Ketidaknyamanan muskuloskeletal, khususnya keparahan nyeri di antara karyawan kantor, dapat dikumpulkan dengan menggunakan kuesioner Cornell yang terbukti sebagai alat yang valid dan reliabel (Erdinc et al., 2011). Kedua Metode tersebut akan digunakan dalam laporan penelitian ini untuk menghasilkan rekomendasi perbaikan yang tepat dan optimal dalam bentuk perbaikan postur kerja, fasilitas, serta kebiasaan untuk mengurangi timbulnya risiko ergonomi.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini diawali dengan studi pendahuluan. Pada tahap ini, dilakukan observasi dan wawancara secara non formal kepada para pekerja divisi staff cost and estimating di PT Adhi Persada Gedung. Identifikasi masalah ini dilakukan untuk menentukan permasalahan yang berkaitan dengan keluhan muskuloskeletal yang dirasakan staff cost and estimating PT Adhi Persada Gedung. Hasil identifikasi akan disusun dalam perumusan masalah yang akan diteliti dan tujuan dilakukannya penelitian.

Selanjutnya, peneliti mengidentifikasi masalah dilakukan berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang telah dilakukan sebelumnya. Beberapa masalah yang ditemukan pada staff cost and

estimating PT Adhi Persada Gedung adalah durasi pekerjaan yang dilakukan 8 – 10 jam yang termasuk kedalam frekuensi tinggi dan dilakukan dengan posisi duduk. Selain itu, beberapa pekerja staff cost and estimating merasakan keluhan sakit pada beberapa bagian tubuhnya.

Setelah melakukan identifikasi masalah kemudian dilanjut dengan perumusan masalah untuk menentukan pokok – pokok bahasan yang akan dimuat dalam laporan beserta kesimpulannya. Dari identifikasi masalah tersebut diperoleh perumusan masalah bahwa pekerja di Fungsi Human Resource berada dalam posisi duduk selama 8 – 10 jam untuk menyelesaikan pekerjaannya yang berisiko terhadap penyakit Musculoskeletal Disorders (MSDs). Tujuan dari penelitian ini agar masalah yang dibahas dapat lebih terfokus dan tidak terjadi penyimpangan. Kemudian, tujuan dari penelitian ini dilakukan untuk memudahkan penyelesaian masalah sesuai dengan rumusan permasalahan sehingga usulan perbaikan yang diberikan tepat sesuai kebutuhan. Tahapan ini diadakan agar dapat lebih terarah dalam menganalisis keluhan muskuloskeletal, postur kerja, dan rekomendasi perbaikan yang layak.

Selanjutnya peneliti melakukan studi literatur, dalam tahap ini dilakukannya studi literatur untuk memperdalam teori – teori yang berkaitan terhadap rumusan masalah serta tujuan penelitian yang telah dilakukan dengan mencari berbagai macam referensi dari beragam sumber, seperti jurnal, penelitian terdahulu, bahkan buku untuk mengetahui dasar teori dan ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan permasalahan yang telah ditemukan. Studi literatur yang dilakukan, antara lain ergonomi, office ergonomics, postur kerja, Musculoskeletal Disorders (MSDs), Cornell Musculoskeletal Discomfort

Questionnaires (CMDQ), Rapid Office Strain Assessment (ROSA).

Dalam penelitian ini digunakannya beberapa cara untuk mengumpulkan data, yaitu menggunakan kuesioner dan observasi langsung. Peneliti melakukannya pengumpulan data berupa kuesioner CMDQ kepada responden untuk mengetahui keluhan bagian tubuhnya. Setelah kuesioner diisi, penyusun melakukan validasi kuesioner dengan memeriksa dan memastikan bahwa seluruh pertanyaan telah diisi sesuai ketentuan penggunaan kuesioner CMDQ. Selain itu, penyusun juga melakukan pengamatan secara langsung di ruang staff cost and estimating PT Adhi Persada Gedung agar dapat melihat secara saksama proses kerja yang dilakukan oleh staff cost and estimating. Observasi ini dilakukan pada jam kerja dan dilanjutkan dengan pengambilan dokumentasi postur kerja dalam bentuk foto.

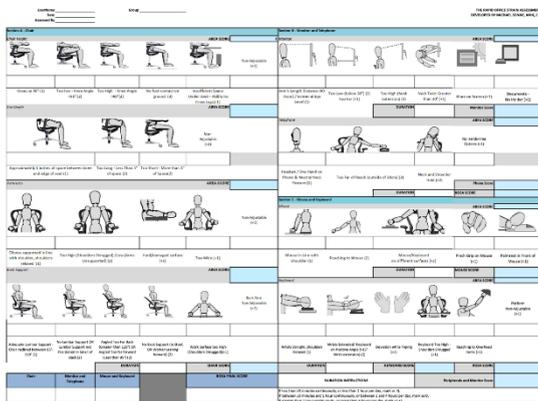
The diagram below shows the approximate position of the body parts referred to in the questionnaire. Please answer by marking the appropriate box.

	During the last work week, how often did you experience ache, pain, discomfort in:					If you experienced ache, pain, discomfort, how uncomfortable was this?			If you experienced ache, pain, discomfort, did this interfere with your ability to work?		
	Never	1-2 times last week	3-4 times last week	Once every day	Several times every day	Slightly uncomfortable	Moderately uncomfortable	Very uncomfortable	Not at all	Slightly interfered	Substantially interfered
Neck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Shoulder (Right)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Shoulder (Left)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Upper Back	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Upper Arm (Right)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Upper Arm (Left)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lower Back	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Forearm (Right)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Forearm (Left)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wrist (Right)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wrist (Left)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hip/Buttocks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Thigh (Right)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Thigh (Left)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Knee (Right)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Knee (Left)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lower Leg (Right)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lower Leg (Left)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Gambar 1. Kuesioner CDMQ

Setelah data diperoleh maka dilanjutkan ke tahap pengolahan data menggunakan dua metode, yaitu CMDQ dan ROSA. Metode CMDQ diterapkan terlebih dahulu untuk menyaring keluhan yang dialami pekerja pada bagian tubuh tertentu. Berdasarkan hasil kuesioner, data tersebut dirapikan dalam bentuk tabel rekapitulasi. Selanjutnya, data kuesioner dianalisis menggunakan rumus pembobotan untuk

faktor frekuensi, ketidaknyamanan, dan gangguan. Kemudian dilanjut dengan menghitung persentase keluhan pada setiap bagian tubuh untuk menentukan bagian yang paling banyak dikeluhkan. Setelah hasil dari metode CMDQ diperoleh, data diolah lebih lanjut dengan metode ROSA, yang bertujuan untuk mengevaluasi postur tubuh pekerja. Pada tahap ini, penulis memberikan skor pada setiap faktor yang terdapat dalam metode ROSA. Pengolahan data ROSA dibantu oleh fitur analisis gambar dalam software Ergofellow, yang membantu mengidentifikasi sudut-sudut postur kerja yang sulit diukur tanpa alat bantu. Proses pengolahan data ROSA selesai dengan memperoleh skor akhir ROSA, sehingga tingkat risiko postur kerja pekerja dapat diklasifikasikan. Setelah data diolah, penulis menganalisis hasil pengolahan data tersebut, termasuk analisis keluhan muskuloskeletal berdasarkan kuesioner CMDQ, analisis skor ROSA, dan analisis hubungan antara hasil CMDQ dan ROSA.



Gambar 2. Penilaian ROSA

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Data Responden

Responden dalam penelitian ini terdiri dari 6 pekerja di staff cost and estimating di PT Adhi Persada Gedung. Berikut merupakan tabel rekapitulasi dari data responden:

Tabel 1. Rekapitulasi Data Responden

Nomor	Nama	Bidang	Jenis Kelamin	Usia	Lama Bekerja
1	Alif	Estimating Staff	Laki-laki	27 Tahun	5 Tahun
2	Nurhadi	Estimating Staff	Laki-laki	51 Tahun	10 Tahun
3	Lutfi	Estimating Staff	Laki-laki	35 Tahun	6 Tahun
4	Purwanto	Estimating Staff	Laki-laki	51 Tahun	30 Tahun
5	Yogiswara	Estimating Staff	Laki-laki	32 Tahun	1 Tahun
6	Asep	Estimating Staff	Laki-laki	28 Tahun	5 Tahun
7	Umar	Estimating Staff	Laki-laki	49 Tahun	24 Tahun

3.2. CMDQ

CMDQ dalam penelitian ini digunakan bukan sebagai metode diagnostik, melainkan sebagai proses screening untuk mengidentifikasi keluhan pada bagian tubuh pekerja. Peneliti membagikan kuesioner CMDQ kepada 7 pekerja di staff cost and estimating. Hasil kuesioner dari semua responden disajikan dalam lampiran. Berikut adalah rekapitulasi kuesioner CMDQ:

Tabel 2. Rekapitulasi Kuesioner CMDQ

Body Part	During the last week, how often did you experience ache, pain, discomfort in:				If you experienced ache, pain, discomfort, how uncomfortable was this?			If you experienced ache, pain, discomfort, did this interfere with your ability to work?			
	Never	1-2 times last week	3-4 times last week	Once every day	Several times every day	Slightly uncomfortable	Moderately uncomfortable	Very uncomfortable	Not at all	Slightly interfered	Substantially interfered
Neck	1	4	1	1	0	3	3	1	5	2	0
Shoulder (R)	4	2	0	0	1	4	2	1	5	2	0
Shoulder (L)	2	4	0	1	0	4	2	1	5	1	1
Upper Back	2	3	1	1	0	4	2	1	5	1	1
Upper Arm (R)	4	2	1	0	0	3	4	0	4	3	0
Upper Arm (L)	4	2	0	1	0	4	3	0	4	3	0
Lower Back	1	4	1	1	0	3	3	1	5	0	2
Forearm (R)	4	2	1	0	0	4	2	1	5	1	1
Forearm (L)	2	4	1	0	0	3	1	1	5	2	0
Wrist (R)	3	1	2	1	0	4	1	2	5	1	1
Wrist (L)	3	2	2	0	0	4	1	2	5	1	1
Hip/Buttocks	3	2	1	1	0	5	0	2	5	2	0
Thigh (R)	4	2	0	1	0	5	0	2	5	2	0
Thigh (L)	5	1	1	0	0	5	0	2	5	1	1
Knee (R)	3	2	1	1	0	5	0	2	5	2	0
Knee (L)	4	2	0	1	0	5	0	2	5	2	0
Lower Leg (R)	4	1	2	0	0	5	0	2	5	2	0
Lower Leg (L)	3	2	2	0	0	5	0	2	5	1	1
Foot (R)	3	3	1	0	0	5	0	2	5	2	0
Foot (L)	3	3	0	1	0	5	0	2	5	1	1

Data yang telah diperoleh sebelumnya dari kuesioner akan selanjutnya diolah untuk mengetahui skor CMDQ beserta bagian tubuh dengan keluhan tertinggi. Hasil kuesioner yang telah direkapitulasi selanjutnya dilakukan pembobotan dengan mengalikan nilai yang didapatkan sesuai dengan kategori di bawah ini:

a. Frequency

- Never = 0
- 1-2 times last week = 1,5
- 3-4 times last week = 3,5
- Every day = 5
- Several times every day = 10

b. Discomfort

- Slightly uncomfortable = 1
- Moderate uncomfortable = 2
- Very uncomfortable = 3

c. *Interfere*

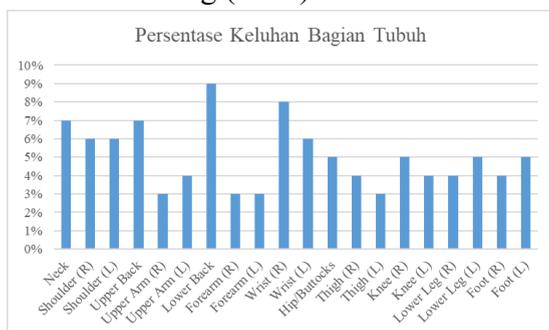
- *Not at all* = 1
- *Slightly interfered* = 2
- *Substantially interfered* = 3

Selanjutnya akan dicari total skor CMDQ dengan cara mengalikan faktor *frequency*, *discomfort*, dan *interfere* yang telah dibobotkan. Pada bagian ini akan ditampilkan juga persentase pada setiap keluhan bagian tubuh untuk mengetahui keluhan terbanyak dari responden. Berikut merupakan skor CMDQ *staff cost and estimating* PT Adhi Persada Gedung:

Tabel 3. Total Skor CMDQ

Body Part	Frequency	Discomfort	Interfere	Total Skor	Persentase
Neck	14,5	12	9	1566	7%
Shoulder (R)	13	11	9	1287	6%
Shoulder (L)	11	11	10	1210	6%
Upper Back	13	11	10	1430	7%
Upper Arm (R)	6,5	11	10	715	3%
Upper Arm (L)	8	10	10	800	4%
Lower Back	14,5	12	11	1914	9%
Forearm (R)	6,5	11	10	715	3%
Forearm (L)	9,5	8	9	684	3%
Wrist (R)	13,5	12	10	1620	8%
Wrist (L)	10	12	10	1200	6%
Hip/Buttocks	11,5	11	9	1138,5	5%
Thigh (R)	8	11	9	792	4%
Thigh (L)	5	11	10	550	3%
Knee (R)	11,5	11	9	1138,5	5%
Knee (L)	8	11	9	792	4%
Lower Leg (R)	8,5	11	9	841,5	4%
Lower Leg (L)	10	11	10	1100	5%
Foot (R)	8	11	9	792	4%
Foot (L)	9,5	11	10	1045	5%
Total				21331	100%

Untuk mempermudah pembacaan data, dilakukan rekapitulasi persentase CMDQ menggunakan *bar chart*. Berikut merupakan analisis *bar chart* persentase CMDQ *staff cost and estimating* PT Adhi Persada Gedung (APG):



Gambar 3. Rekapitulasi Skor CMDQ

Metode *Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire* (CMDQ) pada

penelitian ini digunakan untuk *screening* awal, bukan sebagai media diagnosa. CMDQ digunakan untuk mendapatkan informasi terkait keluhan pada bagian tubuh tertentu yang dialami oleh *Staff Cost and Estimating*. Metode ini dipilih karena CMDQ bukan hanya dapat mengidentifikasi keluhan pada bagian tubuh, melainkan juga mengenali tingkat keparahannya dan pengaruhnya pada performansi kerja. Berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan didapatkan hasil bahwa keluhan tertinggi terdapat pada bagian *lower back, wrist, neck, dan upper back*. Bagian *lower back* mendapatkan persentase 9%, diikuti oleh bagian *wrist* dengan persentase 8%, dan bagian *neck* serta *upper back* dengan persentase masing – masing 7%. Keluhan selanjutnya dialami pada bagian *right shoulder, left shoulder* dan *left wrist* yang masing-masing memperoleh 6%, kemudian *hip/buttocks, right knee, left lower leg* dan *left foot* yang masing-masing memperoleh 5%, lalu *left upper arm, right thigh, left knee right lower leg* dan *right foot* yang masing-masing memperoleh 4%, serta *right upper arm, right forearm, left forearm, dan left thigh*, yang masing-masing memperoleh 3%. Dalam melakukan pekerjaannya, pekerja duduk menghadap komputer selama kurang lebih 8 jam. Hal ini disebabkan para pekerja yang bekerja di *office* memiliki kewajiban untuk *standby* di depan layar. Seorang *staff cost and estimating* bertanggung jawab untuk menghitung dan memperkirakan biaya yang terkait dengan proyek-proyek, baik itu konstruksi, manufaktur, atau industri lainnya. Pekerjaan ini memerlukan analisis yang mendalam dan akurasi tinggi dalam perhitungan biaya. Penggunaan komputer dalam periode waktu yang lama serta postur tubuh yang cenderung statis menyebabkan pekerja mengalami rasa kaku

pada bagian tubuhnya akibat otot yang tegang. Hal tersebut kemudian menyebabkan nyeri, pegal, dan ketidaknyamanan pada bagian-bagian tubuh pekerja. Bagian punggung bawah mendapatkan keluhan paling tinggi karena pekerja menghabiskan waktu dengan duduk pada kursi yang bentuk sandarannya cenderung melengkung dan tidak menahan bagian punggung bawah. Keluhan pada bagian *hip/buttocks* juga berkaitan dengan keluhan sebelumnya. Pekerja yang terlalu sering duduk lama-kelamaan akan merasakan kebas dan sakit di sekitaran panggul/bokong. Keluhan pada bagian leher juga banyak dialami pekerja akibat terlalu lama menghadap layar monitor dengan posisi diam. Selebihnya, keluhan pada bagian-bagian tubuh dialami akibat pekerjaan repetitif dalam durasi lama seperti mengetik, memindahkan file, mengangkat telpon, menulis, dan berbagai aktivitas kantoran lain yang dikerjakan saat duduk.

3.3. ROSA

Pengumpulan data ROSA dilakukan dengan mendokumentasikan postur pekerja melalui foto selama mereka bekerja dalam rentang waktu pukul 08.00 hingga 17.00. Tujuan dari dokumentasi ini adalah untuk menganalisis postur kerja yang sebenarnya dari para pekerja. Setelah melakukan screening menggunakan CMDQ untuk mengidentifikasi keluhan pada bagian tubuh pekerja, tahap berikutnya adalah menganalisis postur kerja dengan metode ROSA untuk *staff cost and estimating*. Dokumentasi postur kerja ini kemudian digunakan untuk mengukur sudut tubuh dengan bantuan *software* Ergofellow, menggunakan tools image analysis untuk mengukur sudut punggung dan kaki.

Setelah data CMDQ diolah sebagai langkah screening, dilanjut dengan analisis postur kerja menggunakan metode ROSA. Penilaian ini dilakukan dengan mengamati dokumentasi postur kerja yang dianalisis menggunakan software Ergofellow melalui tools image analysis, untuk memastikan keakuratan sudut-sudut yang diukur. Penilaian postur kerja dengan metode ROSA terdiri dari tiga bagian: bagian A (Kursi), bagian B (Monitor dan Telepon), dan bagian C (Mouse dan Keyboard). Setelah memperoleh skor untuk bagian B dan bagian C, skor Peripherals and Monitor dapat ditentukan. Analisis ROSA diselesaikan dengan menghitung skor total ROSA menggunakan skor bagian A (Kursi) dan skor Peripherals and Monitor. Metode ROSA juga mempertimbangkan faktor durasi dengan ketentuan berikut:

1. Jika durasi kurang dari 30 menit secara terus-menerus, atau 1 jam per hari, beri skor -1.
2. Jika durasi antara 30 menit sampai 1 jam secara terus-menerus, atau antara 1 sampai 4 jam per hari, beri skor 0.
3. Jika durasi lebih dari 1 jam secara terus-menerus, atau lebih dari 4 jam per hari, beri skor +1.

Berikut merupakan rekapitulasi penilaian ROSA pada *Staff Cost and Estimating* PT Adhi Persada Gedung:

Tabel 4. Rekapitulasi ROSA

No	Identitas	Skor A	Skor B	Skor C	Skor Peripherals and Monitor	Skor ROSA	Tingkat Risiko
1	<i>Staff Cost and Estimating 1</i>	6	3	5	5	6	Berbahaya
2	<i>Staff Cost and Estimating 2</i>	5	2	3	3	5	Tidak Berbahaya
3	<i>Staff Cost and Estimating 3</i>	6	3	5	5	6	Berbahaya
4	<i>Staff Cost and Estimating 4</i>	6	5	5	5	6	Berbahaya
5	<i>Staff Cost and Estimating 5</i>	7	3	3	3	7	Berbahaya
6	<i>Staff Cost and Estimating 6</i>	6	2	5	5	6	Berbahaya
7	<i>Staff Cost and Estimating 7</i>	7	3	4	4	7	Berbahaya

Setelah ditemukan keluhan muskuloskeletal dari hasil kuesioner CMDQ, dilakukan penilaian postur kerja menggunakan metode *Rapid Office Strain Assessment* (ROSA) untuk mengetahui tingkat risiko yang dialami oleh pekerja dan

tindakan lanjutan yang harus diterapkan pada *staff cost and estimating*. Metode ini dipilih karena ROSA mampu mengevaluasi postur kerja dengan menyesuaikan sarana atau fasilitas yang umum ditemui di perkantoran, seperti *monitor, telephone, document holder, headset, mouse, dan keyboard*. Hal ini sesuai dengan permasalahan yang telah diidentifikasi sebelumnya melalui kuesioner CMDQ, yaitu keluhan tubuh pada *officer* dan *admin* Divisi Logistik yang merupakan pekerja kantoran.

Untuk mendapatkan tingkat risiko postur kerja, penyusun perlu mengobservasi dan mendokumentasi *staff cost and estimating*. Kemudian, hasil pengamatan dijustifikasi dengan bantuan *software Ergofellow* agar lebih akurat. Selanjutnya, penyusun memberikan bobot yang tepat dengan melihat kondisi postur kerja *staff cost and estimating* yang nantinya dibandingkan dengan *worksheet* ROSA. Tingkat risiko diperoleh berdasarkan isian *worksheet* ROSA yang kemudian diolah dengan menggunakan perhitungan skor ROSA.

Dari hasil rekapitulasi ROSA diketahui bahwa seluruh pekerja memiliki skor yang cukup tinggi pada bagian A. Skor 6 diperoleh 1 pekerja, skor 4 diperoleh 3 pekerja, dan skor 3 diperoleh 3 pekerja. Tingginya skor ROSA pada bagian A menyatakan bahwa kursi yang digunakan oleh *officer* dan *admin* belum mampu menyediakan kenyamanan yang optimal menurut kebutuhan penggunaannya. Pada penelitian ini, penyebab yang banyak ditemukan adalah tinggi kursi yang tidak sesuai pengguna, panjang dudukan kursi yang terlalu pendek (jarak antara lutut dan tepi tempat duduk kurang dari 3 inci), sandaran punggung yang terlalu jauh (lebih dari 120⁰), tidak adanya sandaran tangan

yang bisa menopang sesuai ketinggian lengan bawah, meja kerja yang terlalu tinggi, dan ruang kaki di bawah meja yang terlalu sempit. Kursi yang digunakan pekerja juga hanya *adjustable* pada bagian ketinggian, sehingga bagian sandaran punggung, sandaran tangan, dan dudukan kursi tidak bisa diatur. Desain alat kerja yang tidak ergonomis ini berdampak pada postur kerja *staff cost and estimating* yang tetap harus bekerja dengan optimal walaupun fasilitasnya belum memadai. Akibatnya, beberapa pekerja harus mencondongkan badan ke depan, mengangkat bahu, menekuk lutut, dan melakukan penyesuaian lain agar bisa menggapai alat kerja lain, seperti menggunakan komputer, telepon, dan mengakses dokumen.

Pada skor ROSA bagian B memiliki nilai yang rendah diperoleh skor 2 oleh seluruh *staff cost and estimating* orang. Hampir seluruh monitor yang digunakan telah sesuai dengan jarak pandang mata, yaitu antara 40 sampai 75 cm. Ketinggian monitor juga bisa dikatakan sudah hampir tepat *staff cost and estimating* memiliki ketinggian monitor yang sesuai dengan level mata. Namun terdapat 2 pekerja lainnya yang layer monitornya masih memiliki ketinggian sedikit di bawah level mata, tetapi sudutnya pun masih kurang dari 30⁰. Hal tersebut terkadang membuat pekerja harus sedikit menunduk atau membungkuk saat bekerja. Dalam hal telepon, seluruh pekerja cenderung memiliki jarak yang dekat untuk mengakses *handphone* atau telepon genggam yang sudah memiliki fitur *hands-free*. Namun masih terdapat beberapa pekerja yang hanya disediakan telepon konservatif yang tidak menyediakan opsi *hands-free*, seperti *bluetooth* atau *wireless cable* serta jaraknya pun masih lebih dari 30

cm. Hal ini menyebabkan pekerja harus sedikit meregangkan lengan, memiringkan badan, atau bahkan berjalan untuk menggapai telepon

Klasifikasi skor yang terakhir, yaitu skor bagian C, Skor 3 diperoleh oleh seluruh *staff cost and estimating*. Dalam klasifikasi penggunaan *mouse*, sebenarnya seluruh pekerja memperoleh skor yang cukup rendah. Penggunaan *mouse* sudah baik, karena posisinya sejajar dengan pundak dan berada pada permukaan yang sama dengan meja. Hanya saja, *mouse* yang digunakan cenderung berukuran kecil sehingga berimbas pada genggamannya yang bersifat agak “mencubit” (*pinch grip*). Seluruh pekerja menggunakan *keyboard* yang terpisah dari layar komputernya. *Keyboard* komputer yang tersedia saat ini kebanyakan memiliki elevasi pada bagian pangkalnya. *Keyboard* dengan *angle* positif inilah yang menyebabkan ekstensi pergelangan tangan pekerja sebesar lebih dari 15°. Kemiringan sudut pada *keyboard* yang tersedia juga tidak *adjustable*. Selain itu, seperti telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, ada beberapa pekerja yang meja kerjanya terlalu tinggi. Hal ini menyebabkan *keyboard* yang diletakkan di atas meja menjadi terlalu tinggi pula. Akibatnya, bahu jadi sedikit terangkat ketika pekerja hendak mengetik.

3.4. Analisis Hubungan ROSA dan CMDQ

Analisis CMDQ dan ROSA saling melengkapi dalam mengidentifikasi dan mengevaluasi masalah ergonomi yang dialami oleh *staff cost and estimating*. CMDQ berhasil mengidentifikasi bagian tubuh yang paling sering mengalami keluhan, yaitu lower back, wrist, neck, dan upper back, dengan persentase masing-masing 9%, 8%, 7%, dan 7%. Keluhan-

keluhan ini terutama disebabkan oleh postur duduk yang tidak ergonomis selama bekerja dengan komputer dalam jangka waktu lama. ROSA kemudian digunakan untuk mengevaluasi lebih dalam postur kerja dan risiko ergonomis yang dihadapi pekerja. Hasil ROSA menunjukkan bahwa kursi yang digunakan pekerja memiliki banyak kekurangan seperti tinggi yang tidak sesuai, panjang dudukan yang terlalu pendek, dan sandaran punggung yang tidak memadai. Hal ini mengakibatkan postur kerja yang buruk seperti mencondongkan badan ke depan dan mengangkat bahu, yang memperparah keluhan musculoskeletal. ROSA juga menemukan bahwa meski monitor dan telepon sudah cukup sesuai dengan standar ergonomi, masih ada beberapa masalah seperti monitor yang terlalu rendah dan penggunaan *mouse* serta *keyboard* yang tidak ergonomis. Dengan demikian, kombinasi hasil CMDQ dan ROSA memberikan gambaran komprehensif tentang masalah ergonomi yang dihadapi dan langkah-langkah yang perlu diambil untuk meningkatkan kenyamanan dan kesehatan pekerja.

3.5. Usulan Perbaikan

Fasilitas kerja merupakan suatu alat yang digunakan oleh pekerja dalam bekerja dan memiliki pengaruh terhadap postur kerja saat melakukan pekerjaan. Berikut merupakan rekomendasi perbaikan berupa fasilitas kerja yaitu, seat pan harus memiliki jarak sekitar 3 inchi antara ujung tempat duduk dan lutut, atau setara dengan pergelangan tangan manusia. Sebelum duduk, pengguna bisa melakukan "*fist test*" terlebih dahulu dengan mengukur jarak antara ujung tempat duduk dan lutut menggunakan pergelangan tangan (maksimum) atau dua jari (minimum).

Selain itu, ujung tempat duduk sebaiknya sedikit melengkung untuk mengurangi tekanan pada kaki.

Kursi yang baik dan ergonomis harus memiliki lebar yang sesuai dengan ukuran dan dimensi fisik pengguna. Oleh karena itu, kursi yang digunakan harus memiliki sandaran tangan yang dapat disesuaikan (*adjustable*) dan mampu berputar agar sesuai dengan posisi tangan pengguna. Tinggi kursi harus disesuaikan dengan ukuran dan dimensi pengguna. Ketinggian kursi harus memungkinkan pengguna untuk duduk dengan nyaman, dengan kaki menapak pada lantai atau pijakan kaki, dan memudahkan penyesuaian ketinggian untuk mengakomodasi variasi postur dan alas kaki yang berbeda. Oleh karena itu, ketinggian kursi harus dapat diatur (*adjustable*), misalnya dengan fitur *adjustable cylinder*. Kursi yang baik dan ergonomis harus memiliki sandaran punggung yang aman dan nyaman saat digunakan oleh pekerja. Ini termasuk ketinggian sandaran yang cukup untuk mendukung punggung, bahu, dan leher, serta lebar yang memadai untuk mendukung punggung pengguna. Selain itu, kursi harus memiliki penyangga lumbar untuk menjaga kelengkungan alami tulang belakang, sehingga perlu dilengkapi dengan fitur seperti ketinggian *backrest* yang *adjustable* dengan sudut 90° - 120° sesuai preferensi pengguna. Untuk mendukung keamanan dan kenyamanan tangan pengguna selama bekerja di kantor dalam waktu yang lama, sandaran tangan harus *adjustable* untuk menopang lengan bawah atau siku pengguna. Sandaran tangan ini tidak boleh membuat pengguna harus mengangkat atau menjatuhkan bahu untuk mengistirahatkan lengan.

Dalam penggunaan monitor, bagian atas area tampilan monitor harus

diposisikan setinggi mata (*eye level*) pengguna untuk mempertahankan postur leher yang netral. Namun, tidak semua pengguna dapat menyesuaikan *eye level* sejajar dengan bagian atas monitor. Oleh karena itu, ketinggian monitor sebaiknya *adjustable* agar dapat disesuaikan dengan *eye level* pekerja. Keyboard harus diposisikan sedikit di bawah tinggi siku dan dekat dengan tubuh untuk mempertahankan postur tubuh yang netral. Oleh karena itu, diperlukan penyesuaian ketinggian kursi atau baki keyboard. Pada umumnya, pekerja menggunakan mouse standar yang mudah ditemui di pasaran. Namun, mouse standar memiliki kelemahan karena tidak mendukung posisi netral tangan, pergelangan, dan siku. Untuk mengatasi masalah tersebut, penggunaan *vertical mouse* direkomendasikan karena memungkinkan postur tangan, pergelangan tangan, dan siku yang netral, serta meminimalkan tekanan pada pergelangan tangan.

Setelah pemenuhan kebutuhan fasilitas, pekerja juga perlu memahami postur kerja yang tepat dalam melaksanakan tugasnya. University of Toronto pernah mengadakan analisis yang mendalam terkait hal ini. Berikut merupakan rekomendasi *computer workstation ergonomics* yang bisa menjadi perbaikan postur kerja ideal bagi *Staff Cost and Estimating* PT Adhi Persada Gedung (APG) berdasarkan panduan University of Toronto, Posisi kepala lurus dengan posisi leher di tengah antara kedua bahu. Layar sejajar dengan level mata (*eye level*). Kondisi bahu rileks, lengan bawah bersandar pada sandaran tangan sejajar dengan lantai, serta meminimalisasi ekstensi pergelangan tangan. Sudut siku dijaga pada 90° - 120° . Punggung sepenuhnya bersandar pada sandaran punggung dengan sudut 90° - 120° ,

menghindari tubuh mencondong ke depan untuk mengurangi tekanan pada leher dan punggung. Posisi paha sejajar dengan lantai dengan sudut lutut dijaga pada 90°-120°. Kaki harus menyentuh lantai atau dibantu oleh pijakan kaki yang stabil.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil kuesioner CMDQ yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa keluhan tertinggi terdapat pada bagian lower back, wrist, neck, dan upper back. Bagian lower back mendapatkan persentase 9%, diikuti oleh bagian wrist dengan persentase 8%, dan bagian neck serta upper back dengan persentase masing – masing 7%. Keluhan selanjutnya dialami pada bagian right shoulder, left shoulder dan left wrist yang masing-masing memperoleh 6%, kemudian hip/buttocks, right knee, left lower leg dan left foot yang masing-masing memperoleh 5%, lalu left upper arm, right thigh, left knee right lower leg dan right foot yang masing-masing memperoleh 4%, serta right upper arm, right forearm, left forearm, dan left thigh, yang masing-masing memperoleh 3%. Berdasarkan hasil rekapitulasi ROSA didapatkan postur kerja dengan tingkat risiko berbahaya dialami oleh mayoritas pekerja *staff cost and estimating*. Menurut penilaian ROSA, *staff cost and estimating 2* memiliki postur kerja yang berada pada ambang batas tidak berbahaya, yaitu skor 5. Hal ini mengimplikasikan fakta bahwa mayoritas pekerja *staff cost and estimating* yang bekerja di *office* memiliki postur kerja dengan tingkat risiko berbahaya. *staff cost and estimating 2* yang masih cenderung aman pun berada pada ambang batas risiko. Dengan hasil ini, perlu dilakukan tindakan lanjutan untuk mengurangi tingkat risiko yang berbahaya. Postur kerja, fasilitas kerja, dan perilaku pekerja harus ditinjau

kembali. Berdasarkan hasil metode CMDQ dan ROSA, rekomendasi perbaikan diberikan sesuai dengan kondisi yang ada di PT Adhi Persda Gedung (APG). Rekomendasi perbaikan yang diberikan berupa usulan perubahan fasilitas, yaitu mengganti kursi kantor dengan kursi yang lebih ergonomis dan memiliki lebih banyak fitur *adjustable*, mengganti meja dengan desain yang lebih memadai. Rekomendasi perbaikan juga diberikan pada postur kerja yang sesuai dengan posisi duduk *staff cost and estimating*. Postur kerja ini didukung dengan beberapa tambahan kebiasaan kerja yang positif, seperti beristirahat sejenak setiap 20 – 30 menit dan melakukan *stretching*.

Daftar Pustaka

- OSHA. (2000). *Ergonomics: The Study of Work*. Washington, D.C: U.S. Departement of Labor.
- Susihono, W., & Prasetyo, W. (2012). Perbaikan Postur Kerja untuk Mengurangi Keluhan Muskulokeletal dengan Pendekatan Metode OWAS. *Spektrum Industri*, 69-81.
- Pramono, T. S. (2022). Penilaian Risiko Ergonomi Pada Lingkungan Kerja Perkantoran Menggunakan Metode Rapid Office Strain Assessment (ROSA). *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (JPAP)*, 10(3), 246-255.
- Gupta, S. (2011). Ergonomic applications to dental practice. *Indian journal of dental research : official publication of Indian Society for Dental Research*, 22(6), 816–822.
- Proctor, R. W., & Zandt, T. V. (2018). *Human Factors in Simple and Complex Systems Third Edition*. Boca Raton: CRC Press, Taylor and Francis Group.
- ILO. (1998). *Encyclopaedia of occupational health and safety, 4th edition*. Geneva: International Labour Office.

- Bridger, R. S. (2003). *Introduction to Ergonomic 2nd Edition*. London: Taylor & Francis.
- ACGIH. (2007). *Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices*. Cincinnati: Kemper Meadow Drive.
- Tarwaka. (2004). *Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta: UNIBA PRESS.
- Kroemer, A. D. (2016). *Office Wrgonomics : Ease and Efficiency at Work, Second Edition*. Boca Raton: Taylor & Francis.
- Watchman, G. R. (1997). *Working Safely with Video Display Terminals*. New York: U.S. Department of Labor.
- Helmi, Z. N. (2013). *Buku Ajar Gangguan Muskuloskeletal*. Jakarta: Salemba Medika.
- Grandjean, E. (1993). *Fitting the Task to the Man, 4th ed.* London: Taylor & Francis.
- Hedge, A., Morimoto, S., & McCrobie, D. (1999). Effects of keyboard tray geometry on upper body posture and comfort. *Ergonomics*, 42.
- American Dental Association. (2014). *Dental Practice Success Vol 1 No 1 Spring 2014*. Publishing Division.
- Pulat, B. M. (1992). *Fundamentals of Industrial Ergonomic*. Oklahoma: AT & T Network System.
- University, C. (n.d.). *Cornell University Ergonomics Web*. Retrieved from ergo.human.cornell.edu.