

**PENGUKURAN BEBAN KERJA MENGGUNAKAN METODE
BOURDON WIERSMA DAN *CARDIOVASCULAR LOAD (CVL)*
PADA PT SENTRAL TEKNIK SENTOSA**

SKRIPSI



Oleh :

MAURA CITRA NISFULLAIL

3333180038

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN**

2023

**PENGUKURAN BEBAN KERJA MENGGUNAKAN METODE
BOURDON WIERSMA DAN *CARDIOVASCULAR LOAD (CVL)*
PADA PT SENTRAL TEKNIK SENTOSA**

**Skripsi ditulis untuk memenuhi sebagian persyaratan dalam
mendapatkan gelar Sarjana Teknik**



Oleh :

MAURA CITRA NISFULLAIL

3333180038

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON-BANTEN**

2023

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertandatangan dibawah ini :

NAMA : MAURA CITRA NISFULLAIL

NIM : 3333180038

JURUSAN : TEKNIK INDUSTRI

JUDUL : PENGUKURAN BEBAN KERJA MENGGUNAKAN METODE
BOURDON WIERSMA DAN *CARDIOVASCULAR LOAD (CVL)*
PADA PT SENTRAL TEKNIK SENTOSA

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian dengan judul tersebut diatas adalah benar karya saya sendiri dengan arahan dari pembimbing I dan pembimbing II, dan tidak ada duplikasi dengan karya orang lain kecuali yang telah disebutkan sumbernya.

Apabila dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penelitian ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Cilegon, 6 November 2023



MAURA CITRA NISFULLAIL

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan Oleh :

NAMA : MAURA CITRA NISFULLAIL

NIM : 3333180038

JURUSAN : TEKNIK INDUSTRI

JUDUL : PENGUKURAN BEBAN KERJA MENGGUNAKAN METODE
BOURDON WIERSMA DAN *CARDIOVASCULAR LOAD (CVL)* PADA
PT SENTRAL TEKNIK SENTOSA

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan Diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Pada hari : Senin

Tanggal : 6 November 2023

DEWAN PENGUJI

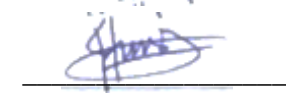
Pembimbing 1 : Dr. Ade Sri Mariawati, S.T., M.T.



Pembimbing 2 : Dr. Shanti Kirana Anggraeni, S.P., M.T.



Penguji 1 : Nustin Merdiana Dewantari, S.T., M.T



Penguji 2 : Dr. Lely Herlina, S.T., M.T.



Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Industri



Ade Irman Saeful Mutaqin S, ST., MT.

NIP. 198206152012121002

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala karena atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis mampu menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengukuran beban kerja menggunakan metode *Bourdon Wiersma* dan *Cardiovascular Load* (CVL) pada PT. Sentral Teknik Sentosa” sebagai persyaratan dalam mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Ungkapan terima kasih penulis ucapkan kepada mamah, papah, dan seluruh keluarga atas do'a dan dukungan yang diberikan dari awal hingga akhir serta untuk teman – teman yang bersedia memberikan dukungan kepada penulis. Penulis juga berterima kasih kepada Dr. Ade Sri Mariawati, S.T., M.T., dan Dr. Shanti Kirana Anggraeni, S.P., M.T. selaku pembimbing skripsi ini, serta Nustin Merdiana Dewantari, S.T., M.T dan Dr. Lely Herlina S.T., M.T. yang sudah memberikan masukan untuk skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya saran atau masukan yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi semua pihak.

Cilegon, 6 November 2023

Maura Citra Nisfullail

ABSTRAK

Maura Citra Nisfullail. . PENGUKURAN BEBAN KERJA MENGGUNAKAN METODE *BOURDON WIERSMA* DAN *CARDIOVASCULAR LOAD (CVL)* PADA PT SENTRAL TEKNIK SENTOSA. Dibimbing oleh Dr. Ade Sri Mariawati, S.T., M.T. dan Dr. Shanti Kirana Anggraeni, S.P., M.T.

PT. Sentral Teknik Sentosa merupakan perusahaan yang bergerak di bidang perbengkelan produksi mur dan baut. Dalam pembuatan mur dan baut, pekerja harus memiliki tingkat kecepatan, ketelitian, dan konstansi yang baik dan memiliki tanggung jawab yang besar demi memberikan hasil terbaik untuk customer. Namun saat melakukan pekerjaannya, pekerja dapat mengalami kesalahan akibat kelelahan kerja. Maka dari itu, peneliti melakukan penelitian untuk mengetahui seberapa besar beban kerja mental dan fisik menggunakan metode *Bourdon Wiersma* dan *Cardiovascular Load (CVL)*. *Bourdon wiersma* adalah suatu metode pengukuran beban kerja secara objektif untuk mengetahui tingkat pembebanan secara mental pada pekerjaan yang memerlukan ketelitian, kecepatan dan konstansi yang tinggi maupun untuk pekerjaan yang bersifat monoton. *Cardiovascular Load (CVL)* adalah perbandingan peningkatan denyut nadi dengan denyut nadi maksimum dan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum yang dinyatakan dalam beban kardiovaskular (% CVL). Hasil yang telah didapat adalah persentase *bourdon wiersma* pada 3 *jobdesk* yaitu rata-rata sebelum bekerja berkategori cukup baik dan setelah bekerja berkategori cukup atau lelah sedang dan rata-rata %CVL yang terbesar ada pada operator sebesar 63%.

Kata kunci : *Beban kerja mental dan fisik, Kelelahan kerja, Bourdon Wiersma, CVL*

ABSTRACT

Maura Citra Nisfullail. PENGUKURAN BEBAN KERJA MENGGUNAKAN METODE *BOURDON WIERSMA* DAN *CARDIOVASCULAR LOAD* (CVL) PADA PT SENTRAL TEKNIK SENTOSA . Guided by Dr. Ade Sri Mariawati, S.T., M.T. and Dr. Shanti Kirana Anggraeni, S.P., M.T.

PT. Sentral Teknik Sentosa is a company engaged in the workshop for the production of nuts and bolts. In making nuts and bolts, workers must have a good level of speed, accuracy, and consistency and have a great responsibility in order to provide the best results for the customer. However, when carrying out their work, workers can experience errors due to work fatigue. Therefore, researchers conducted a study to find out how much mental and physical workload was using the Bourdon Wiersma and cardiovascular load (CVL) methods. Bourdon wiersma is a method of measuring workload objectively to determine the level of mental loading on jobs that require high accuracy, speed and consistency as well as for jobs that are monotonous. Cardiovascular Load (CVL) is a comparison of the increase in heart rate to the maximum heart rate and classification of workload based on the increase in working heart rate compared to the maximum heart rate expressed in cardiovascular load (% CVL). The results that have been obtained are the percentage of Bourdon Wiersma in 3 job desks, namely the average before work is in the quite good category and after work is in the moderate or moderately tired category and the largest average %CVL is for operators at 63%.

Keywords : Work Fatigue, Mental and Physique Work Load, Bourdon Wiersma, CVL

RINGKASAN

Maura Citra Nisfullail. PENGUKURAN BEBAN KERJA MENGGUNAKAN METODE *BOURDON WIERSMA* DAN *CARDIOVASCULAR LOAD (CVL)* PADA PT SENTRAL TEKNIK SENTOSA. Dibimbing Oleh Dr. Ade Sri Mariawati, S.T., M.T. dan Dr. Shanti Kirana Anggraeni, S.P., M.T.

Latar Belakang: Kelelahan merupakan keluhan umum pada masyarakat umum dan pekerja. Kelelahan kerja dapat ditandai oleh menurunnya performa kerja atau semua kondisi yang mempengaruhi semua proses organisme. Pekerja mengalami kelelahan karena proses produksi masih menggunakan tenaga manusia – mesin atau manual sehingga menimbulkan berbagai masalah produksi. Dari beberapa kesalahan yang terjadi akan mempengaruhi beban kerja mental dan fisik. Pengukuran beban kerja fisik dan mental merupakan salah satu faktor yang dibutuhkan oleh perusahaan untuk mengetahui beban kerja dari para pekerja. Salah satu cara untuk mengetahui besarnya beban kerja mental fisik dari para pekerja adalah menggunakan metode *bourdon wiersma* dan %CVL.

Perumusan Masalah: Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi kategori beban kerja mental dan fisik pada pekerja menggunakan metode *Bourdon Wiersma* dan *Cardiovascular Load (CVL)* dan membuat usulan perbaikan yang dilakukan berdasarkan identifikasi yang sudah dilakukan.

Tujuan Penelitian: Tujuan penelitian yang ada didapat pada penelitian ini adalah mengetahui kategori beban kerja mental dan fisik pada pekerja menggunakan metode *Bourdon Wiersma* dan *Cardiovascular Load (CVL)* dan membuat usulan perbaikan berdasarkan identifikasi masalah yang sudah dilakukan.

Metode Penelitian: Penelitian dilakukan dengan pendekatan kuantitatif yang mengutamakan pada penyebab yang mempunyai karakteristik tertentu yang dinamakan variable dan dianalisis menggunakan angka dalam pengolahan data. Data yang diolah untuk mendapatkan hasil kategori beban kerja mental dan fisik yaitu kuesioner *bourdon wiersma* untuk mendapatkan data kecepatan, ketelitian, dan konstansi dan data denyut nadi kerja dan istirahat untuk mendapatkan data persentase CVL.

Hasil Penelitian: Hasil yang didapat dari pengolahan data beban kerja mental dan fisik menggunakan metode *Bourdon Wiersma* dan *Cardiovascular Load (CVL)*

yaitu beban kerja mental berdasarkan metode *bourdon wiersma* pada 3 *jobdesk* yaitu rata-rata sebelum bekerja berkategori cukup baik dan setelah bekerja berkategori cukup atau lelah sedang. Lalu pada beban kerja fisik berdasarkan metode %CVL didapatkan adanya kelelahan pada operator dengan nilai 63% yang berarti diperlukan perbaikan dan pekerja harus dikurangi waktu kerjanya saat itu juga. Setelah mendapatkan hasil, terdapat usulan perbaikan pada beban kerja fisik yang didapatkan adalah menambah jam istirahat. Berdasarkan perhitungan waktu istirahat di atas dapat diketahui bahwa waktu kerja memiliki nilai 8 jam atau 480 menit, konsumsi energi yang didapat dari perhitungan rata-rata konsumsi energi bernilai 4,5 kkal/menit, lalu rekomendasi pengeluaran energi memiliki nilai 4 kkal/menit. Dengan menggunakan variabel tersebut waktu istirahat dapat diketahui memiliki nilai 116 menit atau 1 jam 44 menit dengan pembagian jam istirahat yaitu pada setiap jam kerja akan ada waktu istirahat selama lebih kurang 5 menit dan pada jam 12.00 – 13.00 ada waktu istirahat selama 1 jam.

Kata Kunci: *Beban kerja mental dan fisik, Kelelahan kerja, Bourdon Wiersma, CVL*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
RINGKASAN	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR ARTI LAMBANG, SINGKATAN, DAN ISTILAH	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
1.6 Penelitian Terdahulu	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kelelahan Kerja	9
2.1.1 Jenis Kelelahan Kerja	10
2.1.2 Faktor Penyebab Kelelahan Kerja	11
2.1.3 Dampak Kelelahan Kerja	12
2.2 Beban Kerja Mental	13

2.3	Beban Kerja Fisik.....	14
2.4	<i>Bourdon Wiersma</i>	12
2.4.1	Kecepatan kerja	15
2.4.2	Ketelitian Kerja	16
2.4.3	Konstansi Kerja	17
2.4.4	Hasil Pengukuran <i>Bourdon Wiersma</i>	19
2.5	<i>Cardiovascular Load (CVL)</i>	19
2.6	<i>Fishbone Diagram</i>	21
2.7	Konsumsi Energi	21
2.8	Perhitungan Waktu Kerja	22
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	Rancangan penelitian	23
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian	23
3.3	Alur Pemecahan Masalah	23
3.3.1	<i>Flow Chart</i> Penelitian Umum	24
3.4	Deskripsi Pemecahan Masalah	25
3.4.1	Deskripsi <i>Flowchart</i> Penelitian Umum	25
3.5	Analisa Data	27
BAB 1V HASIL PENELITIAN		
4.1	Pengumpulan Data	29
4.1.1	Gambaran Umum Pengumpulan Data.....	29
4.1.2	Karakteristik Responden	29
4.1.3	Data Operator	30
4.1.4	Data Denyut Nadi	31
4.2	Pengolahan Data.....	32
4.2.1	<i>Bourdon Wiersma</i>	32
4.2.1.1	Perhitungan <i>Bourdon Wiersma</i> Sebelum Bekerja	33
4.2.1.2	Perhitungan <i>Bourdon Wiersma</i> Sesudah Bekerja.....	39
4.2.1.3	Interpretasi Hasil Perhitungan	45

4.2.1.4	Interpretasi Hasil Perhitungan Setiap Pekerjaan	52
4.2.2	<i>Cardiovascular Load (CVL)</i>	55
4.2.2.1	Perhitungan %CVL	60
4.3	<i>Fishbone Diagram</i>	64
4.4	Usulan Perbaikan.....	65
4.4.1	Perhitungan Waktu Istirahat	65
4.4.2	Rata-rata DNK & DNI.....	66
4.4.3	Perhitungan Pengeluaran Energi Istirahat Operator	66
4.4.4	Perhitungan Pengeluaran Energi Kerja Operator	67
4.4.5	Perhitungan Konsumsi Energi Operator	68
4.4.6	Perhitungan Waktu Istirahat	68
BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN		
5.1	Analisa beban Kerja Fisik	70
5.2	Analisa Beban Kerja Mental	72
5.3	Perbandingan Beban Kerja Fisik & Mental.....	74
5.4	Analisa Penyebab Kelelahan Kerja & Usulan Perbaikan.....	74
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		
6.1	Kesimpulan.....	76
6.2	Saran	76
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Penelitian Terdahulu.....	6
Tabel 2. Kategori Penilaian <i>Bourdon Wiersma</i>	18
Tabel 3. Klasifikasi CVL.....	20
Tabel 4. Data Pekerja	31
Tabel 5. Data Denyut Nadi Operator (Senin).....	31
Tabel 6. Data Denyut Nadi Admin (Senin).....	32
Tabel 7. Data Denyut Nadi <i>Owner</i> (Senin)	32
Tabel 8. Data Waktu Sebelum Bekerja Operator Responden 1	33
Tabel 9. Data Kecepatan Sebelum Bekerja Operator Responden 1	34
Tabel 10. Data Konstansi Sebelum Bekerja Operator Responden 1	34
Tabel 11. Data Waktu Sebelum Bekerja Admin Responden 1	35
Tabel 12. Data Kecepatan Sebelum Bekerja Admin Responden 1	36
Tabel 13. Data Konstansi Sebelum Bekerja Admin Responden 1	36
Tabel 14. Data Waktu Sebelum Bekerja <i>Owner</i> Responden 1.....	37
Tabel 15. Data Kecepatan Sebelum Bekerja <i>Owner</i> Responden 1	38
Tabel 16. Data Konstansi Sebelum Bekerja <i>Owner</i> Responden 1	38
Tabel 17. Data Waktu Sesudah Bekerja Operator Responden 1	39
Tabel 18. Data Kecepatan Sesudah bekerja Operator Responden 1	40
Tabel 19. Data Konstansi Sesudah Bekerja Operator Responden 1.....	40
Tabel 20. Data Waktu Setelah bekerja Admin Responden 1	41
Tabel 21. Data Kecepatan Sesudah bekerja Admin Responden 1.....	42
Tabel 22. Data Konstansi Sesudah Bekerja Admin Responden 1	43
Tabel 23. Data Waktu Sesudah bekerja <i>Owner</i> Responden 1	43
Tabel 24. Data Kecepatan Sesudah Bekerja <i>Owner</i> Responden 1	44

Tabel 25. Data Konstansi Sesudah Bekerja <i>Owner</i>	45
Tabel 26. Interpretasi Tingkat Kecepatan	46
Tabel 27. Persentase Tingkat Kelelahan kecepatan.....	46
Tabel 28. Interpretasi Tingkat Ketelitian.....	48
Tabel 29. Persentase Tingkat kelelahan ketelitian	49
Tabel 30. Interpretasi Tingkat Konstansi	50
Tabel 31. Persentase Tingkat Kelelahan Konstansi	51
Tabel 32. Perhitungan Rata-rata DNK & DNI Operator (Senin)	56
Tabel 33. Perhitungan Rata-rata DNK & DNI Admin (Senin)	57
Tabel 34. Perhitungan Rata-rata DNK & DNI <i>Owner</i> (Senin)	57
Tabel 35. Perhitungan Rata-rata DNK Operator Keseluruhan.....	58
Tabel 36. Perhitungan Rata-rata DNK Admin Keseluruhan	58
Tabel 37. Perhitungan Rata-rata DNK <i>Owner</i> Keseluruhan	59
Tabel 38. Perhitungan Rata-rata DNI Operator Keseluruhan	59
Tabel 39. Perhitungan Rata-rata DNI Admin Keseluruhan.....	60
Tabel 40. Perhitungan Rata-rata DNI <i>Owner</i> Keseluruhan.....	60
Tabel 41. Perhitungan %CVL Operator	61
Tabel 42. Perhitungan %CVL Admin	62
Tabel 43. Perhitungan %CVL <i>Owner</i>	63
Tabel 44. Rata-rata DNK & DNI Operator	66
Tabel 45. Pengeluaran Energi Istirahat Operator	66
Tabel 46. Pengeluaran Energi kerja Operator	67
Tabel 47. Perhitungan Konsumsi Energi Operator.....	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. <i>Flowchart</i> Penelitian Umum	24
Gambar 2. Grafik Rentang Usia Responden	30
Gambar 3. Grafik Jabatan Responden	30
Gambar 4. Diagram Kelelahan Kecepatan Sebelum & Sesudah.....	47
Gambar 5. Diagram Kelelahan Ketelitian Sebelum & Sesudah.....	50
Gambar 6. Diagram Kelelahan Konstansi Sebelum & Sesudah.....	52
Gambar 7. Persentase Kelelahan Kecepatan Sebelum & Sesudah Operator....	53
Gambar 8. Persentase Kelelahan Ketelitian Sebelum & Sesudah Operator.....	53
Gambar 9. Persentase kelelahan Konstansi Sebelum & Sesudah Operator	53
Gambar 10. Persentase Kelelahan Kecepatan Sebelum & Sesudah Admin.....	54
Gambar 11. Persentase Kelelahan Ketelitian Sebelum & Sesudah Admin.....	54
Gambar 12. Persentase kelelahan Konstansi Sebelum & Sesudah Admin	54
Gambar 13. Persentase kelelahan kecepatan Sebelum & Sesudah <i>Owner</i>	55
Gambar 14, persentase Kelelahan Ketelitian Sebelum & Sesudah <i>Owner</i>	55
Gambar 15. Persentase kelelahan Konstansi Sebelum & Sesudah <i>Owner</i>	55
Gambar 16. Diagram <i>Fishbone</i>	65

DAFTAR ARTI LAMBANG, SINGKATAN, DAN ISTILAH

Lambang /Singkatan	Nama	Pemakaian Pertama Kali Pada Halaman
CVL	<i>Cardiovascular Load</i>	2
WS	<i>Wighted Score</i>	19
B	Baik	19
CB	Cukup Baik	19
C	Cukup	19
R	Ragu-ragu	19
K	Kurang	19

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai makhluk hidup tentu sudah tidak asing dengan kata aktivitas. Dalam melakukan berbagai aktivitas tentunya dapat menyebabkan kelelahan jika dilakukan secara berlebihan dan menekan emosional. Begitu pula dengan beban kerja Sumber Daya Manusia (SDM) pada suatu organisasi atau institusi. Banyaknya jenis pekerjaan yang dapat dilaksanakan oleh seorang karyawan dalam kurun waktu tertentu menjadi bagian yang cukup penting untuk diperhatikan. Hal tersebut secara tidak langsung dapat mempengaruhi pencapaian eksistensi dari sebuah organisasi atau institusi.

Kelelahan merupakan keluhan umum pada masyarakat umum dan pekerja. Pada pekerja, sekitar 20% memiliki gejala kelelahan kerja (Wiyarso, 2018). Kelelahan kerja dapat ditandai oleh menurunnya performa kerja atau semua kondisi yang mempengaruhi semua proses organisme, termasuk beberapa faktor seperti perasaan kelelahan bekerja (*subjective feeling of fatigue*), motivasi menurun, dan penurunan aktivitas mental dan fisik. Kelelahan kerja dipengaruhi langsung oleh konflik kerja, stres kerja, lingkungan fisik, dan kapasitas kerja.

PT. Sentral Teknik Sentosa merupakan perusahaan yang bergerak di bidang kontraktor, permesinan, dan perbaikan mesin yang berada di Kramatwatu, Serang Banten. Perusahaan ini berdiri sejak 2016 dan terdapat 1 *leader*, 2 admin, dan 8 karyawan yang merangkap posisi operator dan *helper*. Kemudian, untuk jam kerja karyawan perusahaan ini adalah 8 jam, mulai dari jam 8 pagi sampai jam 4 sore, kecuali hari Sabtu hanya sampai jam 12 siang, dan hari Minggu libur.

Perusahaan ini menyediakan layanan perbengkelan produksi mur dan baut yang berukuran M36 x 350mm. Mesin yang terdapat di perusahaan ini diantaranya 2 mesin bor, 3 mesin bubut, 1 mesin las, 1 mesin *milling*, 1 mesin pemotong, 1 gerinda, dan 1

mesin CNC otomatis. Menggunakan model produksi *make to order*, jika ada sisa barang akan dimasukkan ke stok.

Proses produksi pada perusahaan ini masih menggunakan tenaga manusia-mesin atau manual. Dalam proses produksi yang dilakukan secara manual ini, proses yang dilakukan diantaranya adalah pengangkatan bahan baku, pemotongan bahan baku dan pembentukan bahan yang akan memerlukan kebutuhan konsumsi tenaga yang banyak. Selain itu, pekerja melakukan pengecekan kualitas atau *quality control* dengan manual yang memerlukan tingkat kecepatan, ketelitian, dan konstansi yang tinggi. Karena keempat proses tersebut dilakukan secara manual, mengakibatkan para karyawan kelelahan dan hilangnya konsentrasi sehingga menimbulkan berbagai masalah produksi, seperti kesalahan ukuran, kesalahan dalam pembuatan *part* dan selisih barang. Dari beberapa kesalahan yang terjadi akan mempengaruhi beban kerja mental dan fisik dan bisa mempengaruhi terhambatnya kelancaran perusahaan dalam menjalankan bisnis.

Pengukuran beban kerja fisik dan mental merupakan salah satu faktor yang dibutuhkan oleh perusahaan untuk mengetahui beban kerja dari para pekerja, karena pekerja merupakan salah satu faktor penting dalam mempengaruhi mutu perusahaan tersebut. Pekerja dalam perusahaan ini melakukan aktifitas fisik dan mental yang terbilang monoton. Salah satu cara untuk mengetahui besarnya beban kerja mental fisik dari para pekerja adalah menggunakan metode *Bourdon Wiersma* dan *Cardiovascular Load (CVL)*.

Bourdon Wiersma Test merupakan salah satu tes kognitif atau tes objektif dari kelelahan. *Bourdon Wiersma test* adalah suatu alat pengukuran beban kerja secara objektif untuk mengetahui tingkat beban kerja secara mental pada pekerjaan yang memerlukan ketelitian, kecepatan dan konstansi yang tinggi maupun untuk pekerjaan yang bersifat monoton (Tarwaka, 2015).

Cardiovascular Load (CVL) bisa dinilai dengan menggunakan metode pengukuran denyut nadi kerja. Oksimeter adalah salah satu alat yang digunakan untuk mengukur denyut nadi. Terdapat beberapa jenis denyut nadi diantaranya adalah denyut

nadi istirahat yaitu denyut nadi sebelum melakukan pekerjaan, denyut nadi kerja yaitu denyut nadi saat sedang melakukan pekerjaan dan nadi kerja yaitu selisih antara denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja (Aprilliadi, dkk. 2021)

Sebagai salah satu metode dalam mengukur tingkat kelelahan kerja melalui tingkat kecepatan, ketelitian, konstansi dan konsumsi oksigen, metode ini cocok dengan jenis kegiatan yang dilakukan secara berulang-ulang dan dalam jangka waktu yang relatif lama. Oleh karena itu, penulis menggunakan metode ini karena dirasa cocok dengan aktivitas yang dilakukan oleh perusahaan ini. Diharapkan dengan menggunakan metode ini, tingkat kelelahan kerja dapat diukur agar dapat dilakukan evaluasi kerja yang mengakibatkan meningkatnya produktivitas kerja.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kategori beban kerja mental pekerja pada PT. Sental Teknik Sentosa yang diukur dengan menggunakan metode *Bourdon Wiersma*?
2. Bagaimana kategori beban kerja fisik pekerja pada PT. Sental Teknik Sentosa yang diukur dengan menggunakan metode *cardiovascular Load (CVL)*?
3. Bagaimana usulan perbaikan yang dilakukan berdasarkan identifikasi yang sudah dilakukan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengukur beban kerja mental pekerja pada PT. Sentral Teknik Sentosa dengan menggunakan metode *Bourdon Wiersma*.
2. Mengukur beban kerja fisik pekerja pada PT. Sentral Teknik Sentosa dengan menggunakan metode *Cardiovascular Load (CVL)*.
3. Memberikan usulan perbaikan berdasarkan identifikasi masalah menggunakan metode *Cardiovascular Load (CVL)* dan *Bourdon Wiersma* pada PT. Sentral teknik Sentosa.

1.4 Batasan Masalah

Yang menjadi batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di PT. Sentral Teknik Sentosa yang terdiri dari 8 operator, 2 admin, dan 1 *owner*.
2. Penelitian dilakukan pada karyawan PT. Sentral Teknik Sentosa pada bulan September 2022 – Mei 2023.
3. Penelitian ini menggunakan metode *Bourdon Wiersma* dan *Cardiovascular Load (CVL)*.

1.5 Sistematika Penulisan

Berikut merupakan sistematika penulisan yang digunakan dalam penelitian laporan tugas akhir ini:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi uraian latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, sistematika penulisan, serta penelitian terdahulu yang dijadikan referensi dalam penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi teori-teori atau tinjauan pustaka keilmuan terkait dengan penelitian sehingga dapat mendukung proses penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Berisi tentang *flow chart* atau langkah-langkah penelitian umum dan pemecahan masalah yang ditemui pada penelitian sehingga penyelesaian masalah dapat dilakukan secara sistematis.

BAB IV HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian berisi uraian data yang dikumpulkan dalam penelitian dan kemudian diolah menggunakan metode-metode yang telah ditetapkan sehingga didapatkan hasil berupa penyelesaian masalah.

BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN

Berisi uraian analisa dan pembahasan mengenai hasil penelitian yang telah dilakukan. Dikaitkan dengan teori-teori keilmuwan terkait dengan penelitian.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan terdapat saran sebagai perbaikan pada penelitian-penelitian selanjutnya.

1.6 Penelitian Terdahulu

Berikut ini adalah tabel 1 yang menunjukkan penelitian terdahulu yang menjadi acuan dalam penelitian ini:

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

Nama Penelitian	Tahun	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
1.	2021	Analisis Sistem Kerja Untuk Mengurangi kelelahan Pekerja Bagian Produksi Dengan Metode <i>Cardiovascular Load (CVL)</i> dan <i>Bourdon Wiersma</i> di PT. XYZ	<i>Cardiovascular Load (CVL)</i> dan <i>Bourdon Wiersma</i>	Hasil yang diperoleh dari analisis sistem kerja ini adalah shift 1 dan shift 2 memiliki tingkat kelelahan yang berbeda, yaitu shift 1 kategori tinggi dan shift 2 kategori rendah, demikian juga beban mentalnya shift 1 tergolong rendah sedangkan shift 2 tergolong tinggi oleh karena itu shift 1 perlu perbaikan pada beban fisiknya sedangkan shift 2 perlu perbaikan beban mentalnya. Tindakan perbaikan yang dapat dilakukan pada shift 1 adalah menambahkan waktu istirahat dari sebelumnya 45 menit menjadi 60 menit, melakukan sistem rolling pekerja, dan memperbaiki kondisi tempat kerja agar lebih ergonomis. Tindakan perbaikan yang dapat dilakukan pada shift 2 adalah pemberian musik, mengatur shift kerja seperti rolling shift, dan menambahkan waktu istirahat.
2.	2021	Analisis Beban Kerja Operator di Bagian Produksi Dengan Metode <i>Cardiovascular Load (CVL)</i> dan <i>Bourdon Wiersma</i> Untuk Mengurangi kelelahan di CV. XYZ	<i>Cardiovascular Load (CVL)</i> dan <i>Bourdon Wiersma</i>	Tenaga kerja bagian penghancuran plastik dan pencetakan produk di CV. XYZ paling cepat mengalami kelelahan, sehingga saat bekerja sering melakukan kesalahan dan kurang konsentrasi dalam bekerja yang menyebabkan penurunan hasil kerja. Beban kerja pada operator bagian penghancuran plastik memiliki konsumsi oksigen sebesar 0,953 liter/menit dikategorikan Berat, dengan prosentase cardiovascular load sebesar 30,54% dikategorikan diperlukan adanya perbaikan berdasarkan hasil Bourdon Wiersma tingkat kecepatan 10,4 detik kategori Cukup Baik, tingkat ketelitian 12,7 kategori ragu-ragu, tingkat konstansi 5,7 detik kategori cukup. Pada operator bagian pencetakan produk memiliki konsumsi oksigen sebesar 1,083 liter/menit dikategorikan Berat, dengan prosentase cardiovascular load sebesar 35,71 % dikategorikan diperlukan adanya perbaikan berdasarkan hasil Bourdon Wiersma tingkat kecepatan 10,9 detik kategori cukup baik, tingkat ketelitian 17,6 kategori ragu-ragu, tingkat konstansi 7,01 detik kategori ragu-ragu. Perbaikan yang dapat dilakukan pada operator penghancuran plastik dan pencetakan produk adalah menambahkan waktu istirahat, melakukan sistem rolling pekerja, memperbaiki kondisi tempat kerja agar lebih ergonomis, dan mengatur shift kerja.

Nama Penelitian	Tahun	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
3 Helma Hayu Juniar, Rahmaniayah Dwi Astuti, dan Irwan Iftadi	2017	Analisis Sistem Kerja <i>Shift</i> Terhadap Tingkat Kelelahan dan Pengukuran Beban Kerja Fisik Perawat RSUD Karanganyar	<i>Cardiovascular Load (CVL)</i> dan <i>Bourdon Wiersma</i>	RSUD Karanganyar menggunakan sistem shift kerja yang terbagi menjadi tiga yaitu shift pagi, shift siang dan shift malam. Penelitian ini menganalisis tingkat kelelahan umum yang dialami oleh perawat pada shift pagi, shift siang dan shift malam menggunakan metode Bourdon Wiersma dan kuesioner Penilaian Subjektif Self Test dan pengukuran beban kerja fisik menggunakan metode fisiologis kerja. Berdasarkan hasil didapatkan bahwa shift siang merupakan shift yang memiliki tingkat kelelahan paling tinggi berdasarkan 3 parameter yang diukur yaitu kecepatan, ketepatan dan keteguhan dengan metode Bourdon Wiersma Test serta shift pagi dan shift siang sebagai shift yang memiliki beban kerja paling tinggi berdasarkan hasil pengukuran denyut nadi untuk menentukan jumlah konsumsi energi, konsumsi oksigen dan % CVL ke perawat dan kemudian kuesioner.
4 Risma A. Simanjuntak, Titin Isna Oesman, dan Setya Bima Suhariyanto	2019	Evaluasi Beban Kerja Fisik dan Mental Pada Pekerja Bagian Produksi PT. XYZ	<i>Bourdon Wiersma</i> dan <i>Cardiovascular Load (CVL)</i>	Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dan menentukan beban kerja fisik dan mental pekerja bagian pemotongan batu. guna mengklasifikasikan tingkat resiko beban kerja fisik pekerja sehingga perusahaan dapat melakukan tindakan perbaikan dan memberikan rekomendasi kepada perusahaan tentang perbaikan untuk mengurangi beban kerja fisik maupun mental. Metode yang digunakan adalah menggunakan metode Cardiovasculair Load untuk mengukur beban kerja fisik, dan metode Bourdon Wiersma Test untuk mengukur beban kerja mental. Hasil pengukuran beban kerja fisik terberat yaitu pada responden satu (1) dengan prosentase CVL 69%, responden dua (2) 68%, responden empat (4) 75%, responden sepuluh (10) 60%, dan responden (19) 75% menunjukkan perlu dilakukan perbaikan waktu kerja singkat, sedangkan pekerja lainnya diperlukan perbaikan namun masih dalam kategori ringan. Hasil pengukuran beban kerja mental rata-rata kecepatan sebesar 9,6 masuk dalam kategori Baik (B), rata-rata kesalahan 18,2 masuk dalam kategori ragu-ragu, sedangkan rata-rata konstansi sebesar 6,2 masuk dalam kategori Cukup (C).

Nama Penelitian	Tahun	Judul Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
5	2023	Analisis Beban Kerja Fisik Dan Mental Bagian Produksi Dengan Menggunakan Metode Cardiovascular Load (CVL) Dan Bourdon Wiersma Di PT. Romi Violeta	<i>Bourdon wiersma</i> dan <i>cardiovascular load (CVL)</i>	Perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang industri furnitur mengkhukuskan diri pada produk kayu, rotan, dan kaca. Pemesanan produksi terbanyak untuk produk meja, stand atau dresser, dengan total 15.224 pesanan untuk produk lainnya. Berdasarkan hasil observasi langsung di PT. Romi Violeta, di bagian proses produksi, para karyawan sering mengeluhkan beban kerja fisik dan mental yang mereka terima untuk mencapai tujuan produksi, karena jumlah jam kerja yang terbatas, sehingga pesanan produksi meningkat se-tiap bulan, terutama untuk meja, rak, dll produk komoditi. Permasalahan tersebut, objek penelitian adalah menemukan kasus stres fisik dan mental yang tinggi di bagian produksi produk meja, rak atau meja rias dengan kriteria beban kerja tinggi dan memberikan saran perbaikan untuk mengurangi stres fisik dan mental. Berdasarkan analisis hasil didapatkan persentase rata-rata beban kardiovaskuler (CVL) sebesar 43,902%, menunjukkan Evaluasi perlu perbaikan dan hasil tes Bourdon Wiersma kecepatan 12,593 detik skor 7 dan bobot skor (WS) 11,5 termasuk dalam kelompok cukup (C), akurasi 3,26 dan skor 8, skor tertimbang (WS) 12 termasuk dalam kelompok adil (CB), dan konstanta 8,185 detik dengan skor 5,5 dan skor . 8 termasuk dalam kelompok (R) yang dipertanyakan).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kelelahan Kerja

Salah satu faktor risiko terjadinya kesalahan pada saat bekerja adalah kelelahan kerja. Kelelahan bisa terjadi dari yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal diantaranya usia, status anemia, masa kerja, kualitas tidur, dan beban kerja, sedangkan faktor eksternal yaitu shift kerja dan iklim kerja panas (Gaol et al., 2018). Kelelahan adalah proses yang mengakibatkan penurunan kesejahteraan, kapasitas atau kinerja sebagai akibat dari aktivitas kerja. kemudian ditemukan hal seperti; penurunan kecepatan kerja, penurunan konsentrasi kerja, gangguan kesehatan, angka absensi karena sakit meningkat, yang kesemuanya akan bermuara pada rendahnya produktivitas kerja (Dani, 2014)

Faktor penyebab kelelahan di industri sangat bervariasi. Lingkungan kerja dapat mempengaruhi kinerja pekerja, misalnya kebisingan, iklim kerja panas, pencahayaan yang buruk dan vibrasi dapat mengakibatkan ketidaknyamanan dalam bekerja. Apabila bekerja dengan kondisi tidak nyaman lama kelamaan akan menimbulkan kelelahan.⁵ Selain dari faktor fisik lingkungan kerja, Suma'mur memprediksi beberapa faktor utama yang signifikan terhadap kelelahan yang meliputi jenis kelamin, usia, status gizi, beban kerja, ukuran tubuh dari pekerja yang bersangkutan serta waktu yang digunakan dalam bekerja (Gaol et al., 2018)

Faktor utama penyebab timbulnya kelelahan adalah pekerjaan bergilir Secara alamiah, alam telah mengatur periodisasi waktu kerja dan istirahat (Silaban, 1998). Pada siang hari dengan adanya matahari yang menyebabkan keadaan lingkungan menjadi terang membuat manusia mempunyai naluri untuk bekerja dan sebaliknya karena pengaruh gelap malam menimbulkan naluri manusia untuk beristirahat. Masa selama siang hari disebut fase ergotropik, yaitu kinerja manusia berada pada

puncaknya, sementara masa malam hari disebut fase trophotropik, yaitu terjadinya proses istirahat dan pemulihan tenaga (Gaol et al., 2018).

2.1.1 Jenis Kelelahan Kerja

Kelelahan kerja berakibat pada pengurangan kapasitas kerja dan ketahanan tubuh. Berikut ini jenis kelelahan kerja, yaitu:

1. Berdasarkan Proses dalam Otot

Berdasarkan proses dalam otot, kelelahan kerja dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

a. Kelelahan Otot (*Muscular Fatigue*)

Kelelahan otot atau yang biasa disebut dengan muscular fatigue merupakan fenomena berkurangnya kinerja otot setelah terjadinya tekanan melalui fisik untuk suatu waktu disebut kelelahan otot secara fisiologi, dan gejala yang ditunjukkan tidak hanya berupa berkurangnya tekanan fisik, namun juga pada makin rendahnya gerakan. Pada akhirnya kelelahan fisik ini dapat menyebabkan sejumlah hal yang kurang menguntungkan seperti: melemahnya kemampuan tenaga kerja dalam melakukan pekerjaan dan meningkatnya kesalahan dalam melakukan kegiatan kerja, sehingga dapat mempengaruhi produktivitas kerja. Gejala kelelahan otot dapat terlihat pada gejala yang tampak dari luar atau *external signs* (Dewi, 2021)

b. Kelelahan Umum (*General Fatigue*)

Kelelahan umum biasanya ditandai berkurangnya kemauan untuk bekerja yang disebabkan oleh karena monoton, intensitas dan lamanya kerja fisik, keadaan di rumah, kondisi mental, status kesehatan dan keadaan gizi (Widyananti, 2010).

2. Berdasarkan Waktu Terjadinya

Berdasarkan waktu terjadinya, kelelahan kerja dibagi menjadi dua jenis, yaitu:

a. Kelelahan Akut

Kelelahan akut biasanya disebabkan oleh kerja suatu organ atau seluruh tubuh secara berlebihan.

b. Kelelahan Kronis

Akibat kelelahan kerja dapat berdampak pada fisik maupun psikologis. Perasaan lelah tidak hanya dirasakan pada saat setelah bekerja, tetapi juga saat sedang bekerja, bahkan kadang-kadang sebelum bekerja. Kelelahan yang terjadi secara terus menerus berakibat pada kelelahan kronis (Mualim & Yusmidiarti, 2020)

3. Berdasarkan Faktor Penyebab

Berdasarkan faktor penyebabnya, kelelahan kerja dibagi menjadi empat jenis, yaitu (Syamsuri, 2008)

a. Kelelahan Fisik

Kelelahan fisik disebabkan oleh kelemahan pada otot. Suplai darah yang mencukupi dan aliran darah yang lancar ke otot sangat penting dikarenakan menentukan kemampuan proses metabolisme dan memungkinkan kontraksi otot tetap berjalan.

b. Kelelahan Psikologi

Kelelahan psikologi berkaitan dengan depresi, gugup, dan kondisi psikososial yang lain. Kelelahan jenis ini diperburuk dengan adanya stress.

c. Kelelahan Mental

Kelelahan mental disebabkan karena faktor psikis. Pekerja memiliki persoalan kejiwaan yang belum terselesaikan dan menyebabkan stress psikis.

d. Kelelahan Keterampilan

Kelelahan ini disebabkan oleh adanya tugas-tugas yang memerlukan ketelitian dan pemecahan persoalan yang cukup sulit.

2.1.2 Faktor Penyebab Kelelahan kerja

faktor penyebab terjadinya kelelahan di industri sangat bervariasi, dan untuk memelihara/ mempertahankan kesehatan dan efisiensi, proses penyegaran harus

dilakukan di luar tekanan (*cancel out the stress*). Penyegaran terjadi terutama selama waktu tidur malam, tetapi periode istirahat dan waktu-waktu berhenti kerja juga dapat memberikan penyegaran (Suwandi, 2022).

Faktor yang mempengaruhi kelelahan kerja yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Yang termasuk faktor internal kelelahan kerja antara lain : faktor somatis atau faktor fisik, gizi, jenis kelamin, usia, pengetahuan dan gaya hidup. Sedangkan yang termasuk faktor eksternal adalah keadaan fisik lingkungan kerja anatar lain : kebisingan, suhu, pencahayaan, faktor kimia, faktor biologis, faktor ergonomi, kategori pekerjaan, sifat pekerjaan, disiplin atau peraturan perusahaan, upah, hubungan social dan posisi kerja atau kedudukan (Syafar & Fiatno, 2018).

Terdapat lima kelompok penyebab keleahan kerja, yaitu :

1. Keadaan monoton.
2. Beban dan lamanya pekerjaan baik fisik maupun mental.
3. Keadaan lingkungan kerja, seperti cuaca kerja, penerangan dan kebisingan di tempat kerja.
4. Keadaan kejiwaan seperti tanggung jawab, kekhawatiran atau konflik.
5. Penyakit, perasaan sakit dan keadaan gizi.

2.1.3 Dampak Kelelahan Kerja

Kelelahan memiliki peran ganda dalam etiologi kecelakaan kerja, kelelahan dapat menurunkan kemampuan untuk memproses informasi tentang situasi berbahaya dan dapat menurunkan kemampuan untuk menanggapi situasi berbahaya. Kelelahan diklasifikasikan sebagai faktor yang berhubungan dengan tugas-tugas pekerjaan dan menyiratkan bahwa intensitas dan durasi kerja dapat menyebabkan kelelahan. Kelelahan dapat menurunkan kemampuan pekerja dalam memproses informasi visual dan informasi penting yang relevan untuk menghindari kecelakaan. kelelahan mempengaruhi kinerja individu dan kemampuannya untuk berfungsi pada pekerjaan (Etikariena, 2014). Hingga saat ini tidak diketahui apakah kelelahan adalah mediator antara faktor kerja yang berhubungan dengan terjadinya kecelakaan kerja, atau apakah

kelelahan merupakan faktor risiko terjadinya kecelakaan kerja (Janssen, N, Kant, IJ, Swaen, GMH, Janssen, PPM, and Schroer, 2003)

2.2 Beban Kerja Mental

Menurut J.R Henry, dalam bukunya “*Human Mental Workload*”, beban kerja mental adalah: "Beban kerja yang merupakan selisih antara tuntutan beban kerja dari suatu tugas dengan kapasitas maksimum beban mental seseorang dalam kondisi termotivasi". Beban kerja mental yang berlebihan akan mengakibatkan adanya stres kerja. Menurut Lazarus, mengatakan bahwa stres kerja adalah kejadian–kejadian disekitar kerja yang merupakan bahaya atau ancaman seperti rasa takut, cemas, rasa bersalah, marah sedih, putus asa, bosan, dan timbulnya stres kerja disebabkan beban kerja yang diterima melampaui batas–batas kemampuan pekerja yang berlangsung dalam waktu yang relatif lama pada situasi dan kondisi tertentu. Stoner mengatakan bahwa pekerjaan yang berbeda bagi setiap pekerja akan menimbulkan tingkat stres kerja yang berbeda pula. Stres kerja berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung terhadap aspek–aspek pekerjaan terutamaterhadap motif berprestasi yang kelak akan berhubungan dengan proses kerja (Stoner, 1986)

Secara fisiologis, aktivitas mental terlihat sebagai suatu jenis pekerjaan yang ringan sehingga kebutuhan kalori untuk aktivitas mental juga lebih rendah. Padahal secara moral dan tanggung jawab, aktivitas mental jelas lebih berat dibandingkan dengan aktivitas fisik, karena lebih melibatkan kerja otak dari pada kerja otot (Handika et al., 2020).

Ada beberapa gejala yang merupakan dampak dari kelebihan beban mental berlebih, yaitu:

1. Gejala fisik Sakit kepala, sakit perut, mudah terkejut, gangguan pola tidur lesu, kaku leher belakang sampai punggung, napsu makan menurun dan lain-lain.

2. Gejala mental Mudah lupa, sulit konsentrasi, cemas, was-was, mudah marah, mudah tersinggung, gelisah, dan putus asa.
3. Gejala sosial atau perilaku Banyak merokok, minum alkohol, menarik diri, dan menghindar.

3.3 Beban Kerja Fisik

beban kerja fisik adalah beban kerja yang memerlukan energi fisik otot manusia sebagai sumber tenaganya dan konsumsi energi merupakan faktor utama yang dijadikan tolak ukur penentu berat atau ringannya suatu pekerjaan. Kerja fisik akan mengakibatkan perubahan fungsi pada alat-alat tubuh, yang dapat dideteksi melalui konsumsi oksigen, denyut jantung, peredaran udara dalam paru-paru, temperatur tubuh, konsentrasi asam laktat dalam darah, komposisi kimia dalam darah dan air seni, serta tingkat penguapan (Handika et al., 2020)

Kerja fisik dapat dikonotasikan dengan kerja berat atau kerja kasar karena kegiatan tersebut memerlukan usaha fisik manusia selama periode kerja berlangsung. Konsumsi energi pada kerja fisik merupakan faktor utama yang dijadikan tolak ukur penentu berat atau ringan suatu pekerjaan. Kerja fisik akan mengakibatkan pengeluaran energi yang berhubungan dengan konsumsi energi. Konsumsi energi pada saat kerja ditentukan dengan cara tidak langsung yaitu dengan pengukuran kecepatan denyut jantung atau konsumsi oksigen. Pengukuran beban kerja fisik merupakan pengukuran beban kerja yang dilakukan secara obyektif dimana sumber data yang diolah merupakan data-data kuantitatif (Tarwaka, 2015). Kepastian energi yang dihasilkan oleh seseorang dipengaruhi oleh faktor usia. Kapasitas maksimum seorang pekerja ada pada usia antara 20-30 tahun (100%) (Simanjuntak, dkk. 2019).

2.4 Bourdon Wiersma

Tes *Bourdon Wiersma* adalah suatu metode pengukuran beban kerja secara obyektif untuk mengetahui tingkat pembebanan secara mental pada pekerjaan yang memerlukan ketelitian, kecepatan dan konstansi yang tinggi maupun untuk pekerjaan yang bersifat monoton (Simanjuntak, dkk. 2019). Pengukuran beban kerja mental

dengan Tes *Bourdon Wiersma* dilakukan dengan tiga tahap yaitu mengukur kecepatan, ketelitian, dan konstansi.

Pada metode ini, konsentrasi merupakan salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk menguji ketelitian dan kecepatan menyelesaikan pekerjaan. *Bourdon Wiersma Test*, merupakan salah satu alat yang dapat digunakan untuk menguji kecepatan, ketelitian dan konstansi. Hasil tes akan menunjukkan bahwa semakin lelah seseorang maka tingkat kecepatan, ketelitian dan konstansi akan semakin rendah atau sebaliknya. Namun demikian, *Bourdon Wiersma test* lebih tepat untuk mengukur kelelahan akibat aktivitas atau pekerjaan yang lebih bersifat mental.

Ada cara untuk mengisi kuesioner *bourdon wiersma test* yang akan dilakukan oleh responden adalah dengan cara mencoret gambar yang hanya terdapat 5 titik. Perlu diketahui pada setiap responden bahwa:

1. Harus dilakukan berurutan dari kiri ke kanan dari baris 1 sampai baris terakhir.
2. Responden disarankan untuk mengerjakan dengan teliti dan cepat serta mencoret gambar yang hanya terdapat 4 titik pada setiap baris.

Perhitungan interpretasi kuantitatif atau rumus perhitungan tes *Bourdon Wiersma* terdiri dari tiga tahap, yaitu:

2.4.1 Kecepatan Kerja

Kecepatan kerja kemampuan untuk mengulang aktivitas yang sama dan terus menerus didalam waktu yang sesingkat-singkatnya. Setiap pekerjaan yang dilakukan oleh karyawan memiliki standar waktu yang telah ditentukan. Jika pekerjaan yang dilakukan oleh karyawan dapat diselesaikan didalam waktu yang ditentukan, maka visi dan misi organisasi akan terwujud (Nala, 2011). faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan kerja meliputi dua hal, yaitu :

- a. Faktor Internal, yaitu faktor yang berasal dari dalam seperti usia. Semakin bertambahnya usia pekerja, maka kapasitas fisik seperti kecepatan, kelenturan, kekuatan, penglihatan dan sistem koordinasinya akan semakin menurun.

b. Faktor Eksternal, yaitu faktor yang berasal dari luar seperti suhu dan durasi kerja. Temperatur yang nyaman orang Indonesia adalah 22°-28° C. Bila temperatur di ruang kerja jauh di atas atau di bawah dari suhu normal tersebut, maka akan mengganggu kinerja pekerja yang berada di dalam ruangan tersebut. Kemudian, durasi kerja adalah lamanya pajanan resiko yang akan berpengaruh terhadap kelelahan. Kelelahan akan menimbulkan penurunan kinerja, kenyamanan dan konsentrasi kerja.

Cara pengukuran tingkat kecepatan kerja yaitu dengan cara waktu rata rata 25 baris kelompok titik – titik yang dihitung mulai dari baris ke-3 sampai dengan baris ke-27 menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Kecepatan waktu rata-rata (Mean)} = \sum fx/n$$

Keterangan:

fx = Jumlah frekuensi kecepatan

n = Jumlah frekuensi

2.4.2 Ketelitian Kerja

Ketelitian merupakan salah satu modal utama setiap pekerjaan. Ketelitian memungkinkan pekerjaan seseorang lebih cermat, rapi, dan akurat. Dunia kerja memerlukan seseorang dengan ketelitian yang tinggi agar tetap dapat bekerja dalam tekanan dengan konsisten dan stabil (Kasidin, 2021). Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi ketelitian kerja meliputi dua hal, yaitu:

a. Faktor Internal, yaitu faktor yang berasal dari dalam seperti usia, jenis kelamin dan asupan makanan. Orang yang usianya lebih tua memiliki tingkat ketelitian yang lebih rendah jika dibandingkan dengan orang yang berusia lebih muda. Kemudian, perbedaan jenis kelamin dapat mempengaruhi tingkat produktivitas seseorang, dalam keadaan tertentu tingkat produktivitas perempuan lebih tinggi dibanding lakilaki, misalnya pada pekerjaan yang membutuhkan ketelitian dan kesabaran (Amron, 2009). Asupan makanan juga dapat mempengaruhi tingkat ketelitian seseorang, untuk meningkatkan tingkat ketelitian, pekerja harus memperhatikan asupan makan salah satunya

yaitu glukosa. Glukosa dapat meningkatkan *serotonin* yang dapat meningkatkan *mood* seseorang, Ketika *mood* seseorang meningkat, maka ketelitian akan meningkat.

- b. Faktor Eksternal, yaitu faktor yang berasal dari luar seperti kebisingan dan pencahayaan. Lingkungan yang kurang mendukung seperti adanya kebisingan yang berlangsung terus-menerus akan menurunkan tingkat ketelitian dan kewaspadaan. Kemudian pada pencahayaan yang baik di tempat kerja adalah penerangan yang memungkinkan tenaga kerja untuk melihat objek yang ingin dikerjakannya dengan mudah, jelas dan tanpa upaya yang berlebihan dari indera penglihatannya sehingga mereka dapat melakukan pekerjaannya dengan cepat, teliti dan aman.

Untuk mengetahui tingkat ketelitian kerja dengan menggunakan tes Bourdon Wiersma dilakukan dengan menghitung jumlah kelompok titik – titik 22 empat yang dilompati atau yang dicoret bukan kelompok titik – titik empat dan diinterpretasikan sesuai standar.

2.4.3 Konstansi Kerja

Konstansi berarti tidak ada perubahan atau terus menerus sama. Dengan asumsi bahwa semakin kecil perbedaan maka konstansi pekerjaan semakin tinggi atau sebaiknya (Mariawati et al., 2022). Indikator konstansi kerja meliputi minimnya tingkat kesalahan dalam bekerja, kesalahan konsep, kesalahan prinsip dan kesalahan operasi. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi konstansi kerja meliputi dua hal, yaitu:

- a. Faktor Internal, yaitu faktor yang berasal dari dalam seperti status gizi. Status gizi berpengaruh terhadap tingkat kecepatan, ketepatan dan keakuratan pekerjaan. Jika pekerjaan dilakukan dengan cepat, tepat dan akurat maka keadaan darurat yang terjadi bisa segera diatasi dengan baik.
- b. Faktor Eksternal, yaitu faktor yang berasal dari luar seperti masa kerja dan temperatur (suhu). Masa kerja adalah jenjang waktu yang dilakukan sejak seseorang bekerja di instansi terkait. Adapun pembagian lamanya masa kerja menurut World Health Organization (WHO) yaitu < 5 tahun, 5-10 tahun dan

> 10 tahun. Kemudian, temperatur atau suhu yang terlalu dingin akan menyebabkan gairah kerja menurun dan sebaliknya jika suhu terlalu panas akan mengakibatkan tubuh cepat lelah dan cenderung melakukan kesalahan dalam bekerja.

Cara mengukur tingkat konstansi pekerja yaitu dengan membandingkan antara jumlah kuadrat dari deviasi dan waktu rata – rata menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Konstansi Kerja} = \sum fx^2 / \text{Mean}$$

Keterangan:

Fx^2 = Jumlah frekuensi konstansi

$Mean$ = Jumlah rata-rata konstansi

Tingkat ketelitian, kecepatan, dan konstansi kerja dapat disebabkan karena adanya faktor kesalahan manusia (human errors). Seperti halnya dalam pemenuhan target produksi yang tinggi maka dibutuhkan waktu kerja yang lama sedangkan dampak dari waktu kerja yang lama akan menyebabkan penurunan konsentrasi.

Setelah didapatkan hasil penilaian kecepatan, ketelitian, dan konsentrasi dari *bourdon wiersma test*, maka hasilnya dapat diinterpretasikan sesuai standar (Tarwaka, 2014). Berikut adalah table standar penelitian dan kategori untuk parameter kecepatan, ketelitian, dan konstansi *bourdon wiersma test* (Tarwaka, 2015).

Tabel 2. Kategori penilaian *bourdon wiersma* (Joko, dkk. 2012)

Kecepatan	Ketelitian	Konstansi	Nilai	WS	Golongan
-	-	-	-	15-20	-
0-9,6"	1	0-1,9	9	14	B
9,7-10,4"	2	2,0-2,6	8,5	13	CB
10,5-11,1"	3	2,7-3,2	8	12	CB
-	-	-	-	-	-
11,2-11,8"	4-5	3,3-3,8	7,5	11	C
11,9-12,6"	6-7	3,9-4,5	7	-	C
12,7-13,5"	8-9	4,6-5,4	6,5	10	C
13,6-14,6"	10-12	5,5-6,7	6	9	C
-	-	-	-	-	-
14,7-16,0"	13-16	6,8-8,6	5,5	8	R
16,1-17,8"	17-22	8,7-11,3	5	-	R
17,9-20,0"	23-31	11,4-15,0	4,5	7	R
20,1-22,6"	32-43	15,1-20,1	4	-	K
22,7-25,4"	44-58	20,2-25,9	3,5	6	K
25,5-up"	59-up	26,0-up	3	-	K
-	-	-	0-2	0-5	K

Keterangan

WS = *Weight Score*

B = Baik

R = Ragu-ragu

CB = Cukup Baik

K = Kurang

C = Cukup

2.4.4 Hasil Pengukuran *Bourdon Wiersma*

Hasil dari tiga tahapan tes Bourdon Wiersma tersebut dapat menunjukkan angka kumulatif satuan detik kecepatan, ketelitian dan konstansi kerja, sehingga dapat terlihat perbandingan rasio antar jumlah kuadrat dari deviasi dan waktu rata-rata. Semakin kecil perbedaan antara jumlah kuadrat dari deviasi dan waktu rata-rata, maka semakin konstan hasil kerja seseorang. Begitupun sebaliknya, semakin besar perbedaan antara jumlah kuadrat dari deviasi dan waktu rata-rata, maka semakin tidak konstan hasil kerjanya. Ketika golongan kecepatan, ketelitian dan konstansi kerja tersebut dapat diketahui, maka dapat diinterpretasikan sebelum kelelahan yang terjadi.

2.5 *Cardiovascular Load (CVL)*

Terdapat dua metode dalam penilaian beban kerja fisiologis yaitu secara langsung dan tidak langsung. Penilaian beban kerja fisik dengan *cardiovascular load (CVL)* merupakan contoh pengukuran tidak langsung dimana menggunakan denyut nadi sebagai medianya (Astuti et al., 2021). Metode tersebut dapat ditulis dengan rumus:

$$\text{Denyut Nadi(nadi/menit)} = \frac{10 \text{ denyut}}{\text{waktu perhitungan}} \times 60$$

Indikator perhitungan dalam menghitung denyut nadi dan mengestimasi indeks beban kerja fisik terdiri dari beberapa perhitungan diantaranya:

1. Denyut nadi istirahat adalah denyut nadi sebelum pekerjaan dimulai atau dalam keadaan istirahat.
2. Denyut nadi kerja adalah denyut nadi selama bekerja.
3. Nadi kerja adalah selisih antara jumlah denyut nadi dan denyut nadi istirahat.

Hasil pengukuran denyut nadi tersebut dinamakan denyut nadi kerja. Perhitungan nilai CVL atau kardiovaskular (*cardiovascular load* = % CVL) yang dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\%CVL = \frac{100 \times \text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat}}{\text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut nadi Istirahat}}$$

Perhitungan denyut Nadi Maksimum didapatkan dengan cara:

1. Laki- laki -> Denyut Nadi Maksimum = 220 - umur
2. Perempuan -> Denyut Nadi Maksimum = 200 – umur

Dari hasil perhitungan % CVL tersebut kemudian dibandingkan dengan klasifikasi yang telah ditetapkan sebagai berikut:

Tabel 3. Klasifikasi CVL

%CVL	Klasifikasi CVL
<30%	Tidak terjadi kelelahan
30 s.d 60%	Diperlukan perbaikan
60 s.d 80%	Kerja dalam waktu singkat
80 s.d 100%	Diperlukan tindakan segera
>100%	Tidak diperbolehkan melakukan aktivitas

Berdasarkan tabel klasifikasi CVL diatas, dapat diartikan bahwa jika nilai %CVL dibawah 30% artinya tidak terjadi kelelahan dan tidak perlu ada perbaikan, jika nilai %CVL 30-60% artinya perlu perbaikan tapi tidak mendesak dan pekerja masih boleh kerja normal, jika %CVL 60-80% artinya perlu perbaikan tapi waktu kerja pekerja harus dikurangi saat itu juga, jika %CVL 80-100% artinya perlu perbaikan segera mungkin walau cuma sementara, dan jika %CVL >100% artinya pekerja benar-benar tidak boleh lanjut bekerja.

2.6 *Fishbone Diagram*

Fishbone diagram merupakan suatu alat visual untuk mengidentifikasi secara grafik menggambarkan secara detail semua penyebab yang berhubungan dengan suatu permasalahan. Penyebab permasalahan digambarkan pada sirip dan durinya. Kategori penyebab permasalahan yang sering digunakan sebagai start awal meliputi *materials* (bahan baku), *machines and equipment* (mesin dan peralatan), *manpower* (sumber daya

manusia), *methods* (metode), *Mother Nature/environment* (lingkungan), dan *measurement* (pengukuran). Keenam penyebab munculnya masalah ini sering disingkat dengan 6M. Penyebab lain dari masalah selain 6M tersebut dapat dipilih jika diperlukan (Kuswardana, 2017).

2.7 Konsumsi Energi

Konsumsi energi (*energy consumption*) merupakan penyebab utama dan indikator dalam mengetahui tingkatan ringan atau beratnya suatu kerja fisik (Oktaviani et al., 2021). Energi dapat keluar karena dengan adanya proses metabolisme yang terjadi didalam tubuh tepatnya pada otot yang dibantu oleh cardiovascular dan juga oleh sistem pernapasan tubuh (Basri & Suseno, 2023). Konsumsi energi untuk suatu kegiatan kerja tertentu dalam bentuk matematik sebagai berikut (Latar, 2009):

$$KE = Et - Ei$$

Dimana :

KE = Konsumsi energi untuk suatu kegiatan tertentu (kkal/menit)

Et = Pengeluaran energi pada saat kerja tertentu (kkal/menit)

Ei = Pengeluaran energi pada saat istirahat (kkal/menit)

Konsumsi *energy expenditure* adalah pengeluaran energi total individu yang berasal dari tiga komponen yaitu metabolisme basal, efek konsumsi makanan dan aktivitas fisik. Metabolisme basal adalah penggunaan energi pada saat istirahat. Metabolisme basal menyumbang 10 - 20% terhadap pengeluaran energy tubuh (Qamariyah & Nindya, 2018). Persamaan untuk menghitung *energy expenditure* sebagai berikut :

$$Y = 1,80411 - 0,0229038X + 4,71733 \cdot 10^{-4}X^2$$

Dimana:

Y = *energy expenditure* (Kkal/menit)

X = kecepatan denyut jantung/menit

2.8 Perhitungan Waktu Kerja

Pengukuran Waktu kerja (Time Study) pada dasarnya merupakan suatu usaha untuk menentukan lamanya waktu kerja yang diperlukan oleh seorang operator untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang spesifik pada tingkat kecepatan kerja yang normal dalam lingkungan kerja yang terbaik pada saat itu. Tujuan pengukuran waktu kerja adalah untuk mendapatkan waktu standar yang harus dicapai pekerja dalam menyelesaikan suatu pekerjaan. Waktu standar dapat digunakan untuk menentukan insentif, perencanaan pengalokasian jumlah tenaga kerja, menghitung output, penjadwalan produksi, dan sebagainya (Purbasari & Reginaldi, 2020).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang diterapkan pada penelitian ini menggunakan 2 metode.

Metode pertama adalah metode *Bourdon Wiersma*, dimana kecepatan, ketelitian, dan konstansi setiap pekerja akan diukur untuk melihat tingkat beban kerja mental. Metode kedua adalah metode *Cardiovascular Load (CVL)*, yang mengukur denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat setiap pekerja untuk melihat tingkat beban kerja fisik. Kedua jenis metode penelitian tersebut dilakukan dengan menggunakan model penelitian kuantitatif. Model penelitian kuantitatif memusatkan perhatian pada gejala-gejala yang mempunyai karakteristik tertentu dalam kehidupan manusia yang biasa dinamakan variabel. Pendekatan kuantitatif hakekat hubungan antar variabel dianalisis dengan menggunakan angka dalam pengolahan data serta hasil dari penelitian tersebut. Hasil pengukuran yang telah didapat dari 2 metode tersebut akan dimasukkan ke *Fishbone diagram*.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan di PT. Sentral Teknik Sentosa. Berikut ini merupakan keterangan mengenai lokasi perusahaan dan waktu penelitian:

Nama perusahaan : PT. Sentral Teknik Sentosa

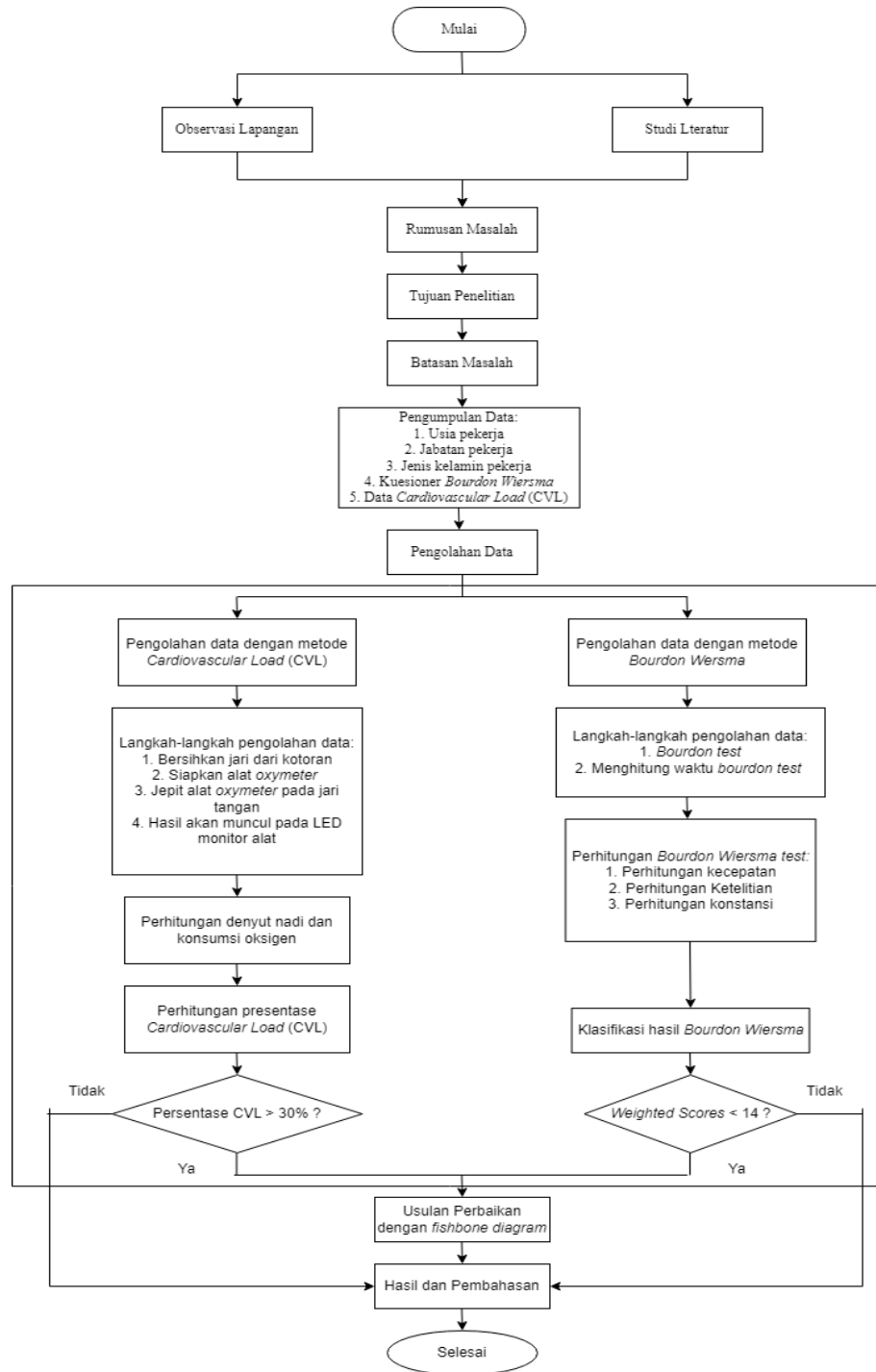
Alamat perusahaan : Jl. Raya Tasikardi No.17 Pelamunan Kramatwatu,
Serang

Waktu Penelitian : Agustus 2022 – Mei 2023

3.3 Alur Pemecahan Masalah

Berikut merupakan alur pemecahan masalah yang dilakukan dan dibuat dalam *flow chart*, dimana terdapat *flow chart* penelitian umum.

3.3.1 Flow Chart Penelitian Umum



Gambar 1. Flow Chart Penelitian Umum

3.4 Deskripsi Pemecahan Masalah

Deskripsi dari pemecahan masalah memiliki tujuan untuk mendeskripsikan alur pemecahan masalah secara lebih detail dari *flow chart* yang telah dibuat.

3.4.1 Deskripsi *Flow Chart* Penelitian Umum

Berikut ini adalah deskripsi dari *flow chart* penelitian umum:

1. Mulai

Pada bagian ini, penelitian dimulai dengan mempersiapkan yang diperlukan untuk observasi. Penelitian dimulai dengan menyiapkan alat dan data yang digunakan untuk pengambilan data pada PT. Sentral Teknik Sentosa.

2. Observasi lapangan

Hal ini dilakukan untuk mengetahui kondisi lapangan agar dapat ditemukannya latar belakang permasalahan yang menjadi bahan acuan dilakukannya penelitian. Observasi penelitian ini dilakukan dengan mengambil data menggunakan *bourdon wiersma test* dan alat oxymeter pada seluruh karyawan PT. Sentral Teknik Sentosa.

3. Studi literatur

Setelah permasalahan teridentifikasi, kemudian mencari beberapa penguatan analisis dengan mengumpulkan literatur yang memiliki kaitan secara signifikan sehingga diharapkan penelitian ini dapat lebih tereksplorasi dengan berdasarkan pada kajian ilmiah yang kuat.

4. Rumusan masalah

Perumusan masalah berdasarkan kondisi lapangan dan latar belakang yang sudah dibuat. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: seberapa besar beban kerja mental yang dialami oleh karyawan PT. Sentral Teknik Sentosa.

5. Tujuan penelitian

Menentukan tujuan diadakanya penelitian berdasarkan rumusan masalah. Tujuan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut: Mengetahui beban

kerja mental dan fisik yang dialami oleh karyawan PT. Sentral Teknik Sentosa.

6. Batasan masalah

Membuat batasan masalah pada penelitian agar penelitian lebih terfokus dan penelitian tidak melebar. Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut: Penelitian dilakukan di PT. Sentral Teknik Sentosa dan penelitian ini dilakukan pada karyawan PT. Sentral Teknik Sentosa.

7. Pengumpulan data

Melakukan pengumpulan data-data yang menunjang pengolahan data pada penelitian untuk menjawab rumusan masalah serta mencapai tujuan penelitian. Pengumpulan data dilakukan di PT. Sentral Teknik Sentosa selama 1 minggu. Data akan dilakukan pada 11 pekerja dengan mengisi kuesioner *bourdon wiersma* dan pengambilan konsumsi oksigen setiap pekerja untuk mengukur beban kerja mental dan fisik. Berikut ini adalah data yang dikumpulkan dengan cara wawancara kepada para pekerja yang ada di PT. Sentral Teknik Sentosa, yaitu dengan menanyakan tentang usia pekerja, jabatan pekerja, jenis kelamin pekerja, dan menyebarkan kuesioner *bourdon wiersma* dan mengambil data *cardiovascular load (CVL)*. Cara untuk mengisi kuesioner *bourdon wiersma* adalah dengan menandai gambar yang hanya ada empat titik, lalu menghitung waktu pengerjaan kuesioner per baris. Lalu data *cardiovascular load (CVL)* didapatkan dengan cara mengukur denyut nadi para pekerja yang di wawancara.

8. Pengolahan data

Pada pengolahan data, peneliti akan melakukan pengambilan data pada responden. Berikut ini adalah metode yang digunakan untuk pengolahan data:

a. *Bourdon wiersma*

Langkah-langkah untuk mengolah data *bourdon wiersma* adalah mengisi kuesioner *bourdon* dengan menandai gambar yang hanya ada

empat titik, lalu menghitung waktu pengerjaan kuesioner per baris, setelah data didapat akan dilakukan perhitungan kecepatan, ketelitian, dan konstansi, lalu melakukan klasifikasi *bourdon wiersma*.

b. *Cardiovascular load (CVL)*

langkah-langkah untuk mengolah data *cardiovascular load (CVL)* adalah mengambil sampel konsumsi oksigen pada pekerja, lalu menghitung denyut nadi, setelah data didapat akan dihitung persentase CVL.

9. Usulan Perbaikan

Usulan perbaikan dilakukan jika ada hasil yang tidak memenuhi standar. Usulan perbaikan akan menggunakan diagram *fishbone*. Diagram *fishbone* adalah suatu alat visual untuk mengidentifikasi secara grafik menggambarkan secara detail semua penyebab yang berhubungan dengan suatu permasalahan yang berisikan kategori penyebab permasalahan yang sering digunakan sebagai start awal meliputi *materials* (bahan baku), *machines and equipment* (mesin dan peralatan), *manpower* (sumber daya manusia), *methods* (metode), *Mother Nature/environment* (lingkungan), dan *measurement* (pengukuran).

10. Hasil dan pembahasan

Pada tahap ini, akan dilakukan analisa terhadap data yang telah diambil dari responden dan akan dijelaskan agar menjadi sebuah informasi yang mudah dipahami.

11. Selesai

Penelitian dan pengambilan data sudah selesai dilakukan.

3.5 Analisa Data

Analisa data adalah sebuah proses untuk mengelompokkan, melihat keterkaitan, membuat perbandingan, persamaan dan perbedaan atas data yang telah siap untuk dipelajari, dan membuat model data dengan maksud untuk menemukan

informasi yang bermanfaat sehingga dapat memberikan petunjuk untuk mengambil keputusan terhadap permasalahan atau pertanyaan penelitian yang dibuat.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

4.1 Pengumpulan Data

Data-data yang dikumpulkan dalam penelitian ini merupakan data-data yang berkaitan dengan tingkat beban kerja mental dan fisik pada karyawan PT. Sentral Teknik Sentosa. Pengumpulan data menggunakan teknik pengukuran *bourdon wiersma test* dan CVL.

4.1.1 Gambaran Umum Pengumpulan Data

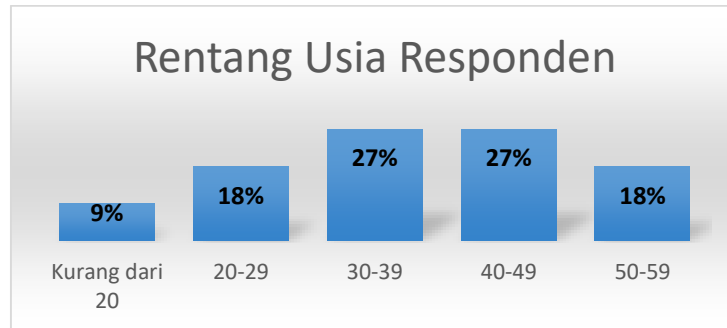
Pengumpulan data ini dilakukan di *workshop* PT. Sentral Teknik Sentosa. Pengumpulan data dilakukan sendiri oleh peneliti dengan memberikan 2 jenis tes yaitu *Bourdon Wiersma* dan *Cardiovascular Load (CVL)* kepada beberapa karyawan yang menjadi sampel dalam penelitian ini. Tes *Bourdon Wiersma* adalah suatu metode pengukuran beban kerja secara objektif untuk mengetahui tingkat pembebanan secara mental pada pekerjaan yang memerlukan ketelitian, kecepatan dan konstansi yang tinggi maupun untuk pekerjaan yang bersifat monoton (Tarwaka, 2015). Pengukuran beban kerja mental dengan Tes Bourdon Wiersma dilakukan dengan tiga tahap yaitu mengukur kecepatan, ketelitian, dan konstansi (Risma, dkk. 2019).

Cardiovascular Load (CVL) digunakan mengetahui beban kerja fisik melalui pengukuran denyut nadi.. Denyut nadi seseorang dipengaruhi oleh berbagai factor di antaranya adalah kondisi normal maupun tidak normal dan aktivitas fisik yang dapat dilihat setelah pemeriksaan denyut nadi (Lubis dan Siregar, 2017). Kepekaan denyut nadi terhadap perubahan pembebanan yang diterima tubuh cukup tinggi. Denyut nadi akan segera berubah seirama dengan perubahan pembebanan. Perhitungan berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dibandingkan dengan denyut nadi maksimum.

4.1.2 Karakteristik Responden

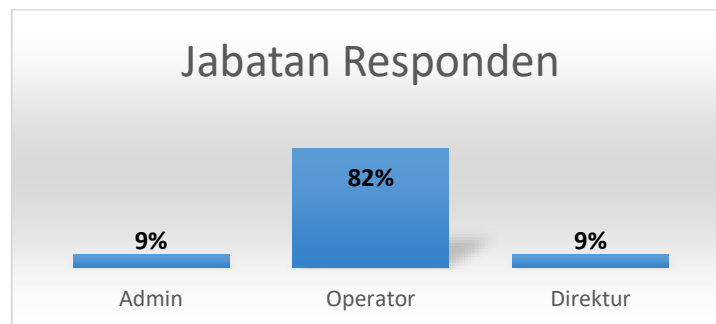
Sampel dalam penelitian ini ditentukan sebanyak 11 karyawan PT. Sentral Teknik Sentosa yang bekerja pada bagian tertentu dan rentang usia yang beragam.

Keseluruh sampel yang dipilih berjenis kelamin laki-laki. Karakteristik lainnya dapat dilihat pada grafik sebagai berikut.



Gambar 2. Grafik Rentang Usia Responden

Pada grafik diatas terlihat bahwa responden paling banyak adalah karyawan yang berusia antara 30-39 tahun dan 40-49 tahun masing-masing 27% dari 11 responden yang ditetapkan. Ada satu responden yang usianya dibawah 20 tahun dan ada 2 responden yang usia diatas 50 tahun.



Gambar 3. Grafik Jabatan Responden

Pada grafik jabatan responden terlihat bahwa paling banyak bekerja pada bagian operator sebanyak 82% dan sisanya masing-masing bekerja pada bagian admin dan direktur. Kesebelas responden ini diberikan tes yang sama untuk melihat beban kerja yang dimiliki.

4.1.3 Data Operator

Seluruh operator yang dijadikan responden serta subjek penelitian dalam penelitian kali ini memiliki umur yang berbeda-beda, berikut adalah data responden yang berisi umur dari setiap operator.

Tabel 4. Data Pekerja

Pekerja	Umur (Tahun)	Pekerja	Umur (Tahun)
1	54	7	32
2	42	8	18
3	41	9	20
4	58	10	27
5	38	11	35
6	47		

Tabel 4 memperlihatkan umur dari setiap pekerja dengan umur tertua yaitu 58 tahun dan termuda 18 tahun. Data umur tersebut akan mempengaruhi hasil dan analisa yang didapat dari beban kerja psikologis maupun fisiologis.

4.1.4 Data Denyut Nadi

Pengambilan data denyut nadi dibagi menjadi dua yaitu denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat. Denyut nadi kerja diambil 1 kali selama operator bekerja (8 jam) dan denyut nadi istirahat diambil 5 kali setiap menit sebelum pekerja mulai bekerja. Pengambilan denyut nadi dilakukan selama 5 hari mulai dari Senin sampai Jumat. Berikut adalah hasil data denyut nadi pekerja yang didapat pada hari senin.

a. Operator

Berikut ini adalah data denyut nadi dari 8 operator.

Tabel 5. Data Denyut Nadi Operator (Senin)

Responden	Denyut Nadi Kerja (Jam)								Denyut Nadi Istirahat (Menit Ke-)				
	8	9	10	11	13	14	15	16	1	2	3	4	5
1	140	133	136	140	150	146	145	145	90	87	87	83	82
2	132	138	130	132	137	136	130	137	89	89	86	84	80
3	139	136	137	130	137	131	137	138	90	89	87	83	81
4	143	147	143	149	141	144	146	140	89	88	82	80	80
5	134	130	134	134	134	136	140	130	84	83	82	82	80
6	135	132	137	138	132	133	140	134	90	87	84	84	83
7	144	130	143	143	148	148	141	150	84	84	83	82	81
8	135	143	148	131	132	133	150	136	90	87	86	85	80

Tabel diatas berisi data DNK & DNI dari 8 operator yang diambil sebanyak 8 kali untuk DNK dan 5 kali untuk DNI pada hari Senin.

b. Admin

Berikut ini adalah data denyut nadi dari 8 operator.

Tabel 6. Data Denyut Nadi Admin (Senin)

Responden	Denyut Nadi Kerja (Jam)								Denyut Nadi Istirahat (Menit Ke-)				
	8	9	10	11	13	14	15	16	1	2	3	4	5
1	140	149	149	135	146	132	150	132	86	86	86	83	82
2	143	146	137	145	134	134	150	140	90	86	83	82	82

Tabel diatas berisi data DNK & DNI dari 2 admin yang diambil sebanyak 8 kali untuk DNK dan 5 kali untuk DNI pada hari Senin.

c. Owner

Berikut ini adalah data denyut nadi dari *owner*.

Tabel 7. Data Denyut Nadi Owner (Senin)

Responden	Denyut Nadi Kerja (Jam)								Denyut Nadi Istirahat (Menit Ke-)				
	8	9	10	11	13	14	15	16	1	2	3	4	5
1	133	132	149	147	136	149	150	132	90	88	88	87	81

Tabel diatas berisi data DNK & DNI dari *owner* yang diambil sebanyak 8 kali untuk DNK dan 5 kali untuk DNI pada hari Senin.

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan setelah keseluruhan tes terlaksanakan dan data-data sudah lengkap sesuai dengan kebutuhan. Hasil pengolahan data dipaparkan sebagai berikut.

4.2.1 Bourdon Wiersma

Hasil dari tes *bourdon wiersma* terdiri dari tiga aspek yaitu kecepatan kerja, ketelitian dan konstansi kerja. data *bourdon wiersma* diperoleh dari kuesioner yang berisikan 30 baris gambar, lalu responden diminta untuk mencoret gambar yang hanya terdapat 4 titik saja. Berikut perhitungan *bourdon wiersma* sebelum dan sesudah bekerja dari tiap responden:

4.2.1.1 Perhitungan *Bourdon wiersma* Sebelum bekerja

Berikut merupakan tabel data yang didapatkan dari pengisian kuesioner *bourdon wiersma* sebelum bekerja dari operator, admin, dan *owner*.

a. Operator

Berikut merupakan tabel data waktu yang didapatkan dari pengisian kuesioner *bourdon wiersma* sebelum bekerja pada operator responden 1.

Tabel 8. Data waktu sebelum bekerja operator responden 1

Baris Ke-	Waktu Per Baris (detik)	Waktu Kumulatif (menit)	Baris Ke-	Waktu Per Baris (detik)	Waktu Kumulatif (menit)
1	4"	4"	16	6"	1'52"
2	5"	9"	17	8'	2'
3	7"	16"	18	7"	2'7"
4	5"	21"	19	8"	2'15"
5	9"	30"	20	6"	2'21"
6	7"	37"	21	8"	2'29"
7	8"	45"	22	7"	2'36"
8	5"	50"	23	9"	2'45"
9	9"	59"	24	6"	2'51"
10	8"	1'7"	25	9"	3"
11	6"	1'13"	26	7"	3'7"
12	9"	1'22"	27	9"	3'16"
13	7"	1'29"	28	9"	3'25"
14	8"	1'37"	29	7"	3'32"
15	9"	1'46"	30	9"	3'41"

Tabel 8 diatas merupakan hasil dari pengambilan data waktu yang dibutuhkan responden 1 dalam mengerjakan kuesioner *Bourdon Wiersma*. waktu per-baris merupakan waktu yang dibutuhkan responden dalam mengerjakan kuesioner per baris. Waktu kumulatif merupakan waktu yang didapatkan dari penjumlahan waktu per baris. Berikut perhitungan nilai kecepatan, ketelitian, dan konstansi pada *bourdon wiersma* :

a. Kecepatan

Berikut merupakan tabel perhitungan kecepatan sebelum bekerja pada operator responden 1

Tabel 9. Data kecepatan sebelum bekerja operator responden 1

Waktu (t)	Frekuensi (f)	t x f
5	2	10
6	4	24
7	6	42
8	6	48
9	7	63
Jumlah (n)	25	187

$$\bar{X} = \frac{\sum t.f}{f} = \frac{187}{25} = 7,48''$$

Waktu merupakan waktu pengisian kuesioner yang didapatkan dari baris ke 3 sampai baris 27. Frekuensi merupakan banyaknya data yang sering keluar. Hasil kecepatan didapatkan dari jumlah waktu dikali dengan frekuensi lalu dibagi dengan jumlah frekuensi dan didapatkan hasil kecepatan yaitu 7,48 detik.

- b. Ketelitian merupakan jumlah kesalahan kerja atau banyaknya salah mencoret. Banyaknya kesalahan pengerjaan adalah 3.
- c. Konstansi

Berikut ini merupakan tabel perhitungan konstansi pada operator responden 1 sebelum bekerja.

Tabel 10. Data konstansi sebelum bekerja operator responden 1

Waktu (t)	Frekuensi (f)	T	T ²	f x T ²
5	2	-2,48	6,15	12,30
6	4	-1,48	2,19	8,76
7	6	-0,48	0,23	1,38
8	6	0,52	0,27	1,62
9	7	1,52	2,31	16,17
Jumlah (n)	25			40,24

$$\frac{\sum f.T^2}{\bar{X}} = \frac{40,24}{7,48} = 5,38''$$

Tabel 10 diatas merupakan hasil dari perhitungan konstansi. Waktu merupakan waktu pengisian kuesioner yang didapatkan dari baris ke 3 sampai baris 27. Frekuensi merupakan banyaknya data yang sering keluar. Hasil konstansi yang didapat adalah 5.38 detik.

Berdasarkan tabel perhitungan kecepatan, ketelitian, dan konstansi pada responden yang telah didapat, didapatkan skor kecepatan 7,48 detik, pada ketelitian didapatkan banyaknya kesalahan pengerjaan adalah 3, dan konstansi 5,38 detik.

b. Admin

Berikut merupakan tabel data waktu yang didapatkan dari pengisian kuesioner *bourdon wiersma* sebelum bekerja pada admin responden 1.

Tabel 11. Data waktu sebelum bekerja admin responden 1

Baris Ke-	Waktu Per Baris (menit)	Waktu Kumulatif (detik)	Baris Ke-	Waktu Per Baris (menit)	Waktu Kumulatif (detik)
1	4"	4"	16	7"	1'38"
2	5"	9"	17	6"	1'44"
3	5"	14"	18	6"	1'50"
4	5"	19"	19	6"	1'56"
5	7"	26"	20	6"	2'2"
6	6"	32"	21	6"	2'8"
7	6"	38"	22	7"	2'15"
8	7"	45"	23	6"	2'21"
9	6"	51"	24	6"	2'27"
10	6"	57"	25	6"	2'33"
11	7"	1'4"	26	6"	2'29"
12	7"	1'11"	27	6"	2'45"
13	7"	1'18"	28	6"	2'51"
14	7"	1'25"	29	6"	2'57"
15	6"	1'31"	30	6"	3'3"

Tabel 11 diatas merupakan hasil dari pengambilan data waktu yang dibutuhkan admin responden 1 dalam mengerjakan kuesioner *Bourdon Wiersma*. waktu per-baris merupakan waktu yang dibutuhkan responden dalam mengerjakan kuesioner per baris. Waktu kumulatif merupakan waktu

yang didapatkan dari penjumlahan waktu per baris. Berikut perhitungan nilai kecepatan, ketelitian, dan konstansi pada *bourdon wiersma* :

a. Kecepatan

Tabel 12. Data Kecepatan Sebelum Bekerja Admin Responden 1

Waktu (t)	Frekuensi (f)	t x f
5	2	10
6	15	90
7	8	56
Jumlah (n)	30	156

$$\bar{X} = \frac{\sum t \cdot f}{f} = \frac{156}{25} = 6,24''$$

Waktu merupakan waktu pengisian kuesioner yang didapatkan dari baris ke 3 sampai baris 27. Frekuensi merupakan banyaknya data yang sering keluar. Hasil kecepatan didapatkan dari jumlah waktu dikali dengan frekuensi lalu dibagi dengan jumlah frekuensi dan didapatkan hasil kecepatan yaitu 6,24 detik.

b. Ketelitian merupakan jumlah kesalahan kerja atau banyaknya salah mencoret. banyaknya kesalahan pengerjaan adalah 2.

c. Konstansi

Berikut ini merupakan tabel perhitungan konstansi pada admin responden 1 sebelum bekerja.

Tabel 13. Data Konstansi sebelum bekerja admin responden 1

Waktu (t)	Frekuensi (f)	T	T ²	f x (T ²)
5	2	-1.24	1.54	3.08
6	15	-0.24	0.06	0.86
7	8	0.76	0.58	4.62
Jumlah (n)	25	-2.27	6.28	8.56

$$\frac{\sum f \cdot T^2}{\bar{X}} = \frac{8.56}{6.24} = 1.37''$$

Tabel 13 diatas merupakan hasil dari perhitungan konstansi. Waktu merupakan waktu pengisian kuesioner yang didapatkan dari baris ke 3 sampai baris 27.

Frekuensi merupakan banyaknya data yang sering keluar. Hasil konstansi yang didapat adalah 1.37 detik.

Berdasarkan tabel perhitungan kecepatan, ketelitian, dan konstansi pada responden yang telah didapat, didapatkan skor kecepatan 6.24 detik, pada ketelitian didapatkan banyaknya kesalahan pengerjaan adalah 2, dan konstansi 1.37 detik.

c. *Owner*

Berikut merupakan tabel data waktu yang didapatkan dari pengisian kuesioner *bourdon wiersma* sebelum bekerja pada *owner*.

Tabel 14. Data waktu sebelum bekerja *owner* responden 1

Baris Ke-	Waktu Kumulatif (menit)	Waktu Per Baris (detik)	Baris Ke-	Waktu Kumulatif (menit)	Waktu Per Baris (detik)
1	3"	3"	16	1'8"	4"
2	6"	3"	17	1'12"	4"
3	9"	3"	18	1'18"	6"
4	12"	3"	19	1'22"	4"
5	16"	4"	20	1'27"	5"
6	20"	4"	21	1'32"	5"
7	24"	4"	22	1'37"	5"
8	28"	4"	23	1'43"	6"
9	32"	4"	24	1'49"	6"
10	38"	6"	25	1'54"	5"
11	43"	5"	26	2"	6"
12	48"	5"	27	2'6"	6"
13	53"	5"	28	2'12"	6"
14	58"	5"	29	2'18"	6"
15	1'4"	6"	30	2'24"	6"

Tabel 14 diatas merupakan hasil dari pengambilan data waktu yang dibutuhkan responden 1 dalam mengerjakan kuesioner *Bourdon Wiersma*. waktu per-baris merupakan waktu yang dibutuhkan responden dalam mengerjakan kuesioner per baris. Waktu kumulatif merupakan waktu yang didapatkan dari penjumlahan waktu per baris. Berikut perhitungan nilai kecepatan, ketelitian, dan konstansi pada *bourdon wiersma* :

a. Kecepatan

Berikut merupakan tabel perhitungan kecepatan sebelum bekerja pada *owner*

Tabel 15. Data Kecepatan Sebelum Bekerja *Owner* Responden 1

Waktu (t)	Frekuensi (f)	t x f
3	2	6
4	8	32
5	8	40
6	7	42
Jumlah (n)	25	120

$$\bar{X} = \frac{\sum t.f}{f} = \frac{120}{25} = 4''$$

Waktu merupakan waktu pengisian kuesioner yang didapatkan dari baris ke 3 sampai baris 27. Frekuensi merupakan banyaknya data yang sering keluar. Hasil kecepatan didapatkan dari jumlah waktu dikali dengan frekuensi lalu dibagi dengan jumlah frekuensi dan didapatkan hasil kecepatan yaitu 4 detik.

b. Ketelitian merupakan jumlah kesalahan kerja atau banyaknya salah mencoret. Banyaknya kesalahan pengerjaan adalah 3.

c. Konstansi

Berikut ini merupakan tabel perhitungan konstansi pada *owner*

Tabel 16. Data konstansi sebelum bekerja *owner* responden 1

Frekuensi (f)	T	T ²	f x (T ²)
2	-1	1	2
8	0	0	0
8	1	1	8
7	2	4	28
25			38

$$\frac{\sum f.T^2}{\bar{X}} = \frac{38}{4} = 9,5''$$

Tabel 16 diatas merupakan hasil dari perhitungan konstansi. Waktu merupakan waktu pengisian kuesioner yang didapatkan dari baris ke 3 sampai baris 27. Frekuensi

merupakan banyaknya data yang sering keluar. Hasil konstansi yang didapat adalah 9.5 detik.

Berdasarkan tabel perhitungan kecepatan, ketelitian, dan konstansi pada responden yang telah didapat, didapatkan skor kecepatan 4 detik, pada ketelitian didapatkan banyaknya kesalahan pengerjaan adalah 3, dan konstansi 9.5 detik.

4.2.1.2 Perhitungan *bourdon wiersma* sesudah bekerja

Berikut merupakan tabel data yang didapatkan dari pengisian kuesioner *bourdon wiersma* setelah bekerja dari operator, admin, dan *owner*.

a. Operator

Berikut merupakan tabel data waktu yang didapatkan dari pengisian kuesioner *bourdon wiersma* sesudah bekerja pada operator responden 1.

Tabel 17. Data waktu sesudah bekerja operator responden 1

Baris Ke-	waktu per baris (detik)	waktu kumulatif (menit)	Baris Ke-	waktu per baris (detik)	waktu kumulatif (menit)
1	8"	8"	16	6"	1'35"
2	8"	16"	17	6"	1'41"
3	8"	24"	18	5"	1'46"
4	6"	30"	19	8"	1'54"
5	7"	37"	20	6"	2'
6	5"	32"	21	6"	2'6"
7	5"	37"	22	9"	2'15"
8	7"	42"	23	8"	2'23"
9	6"	49"	24	5"	2'28"
10	6"	55"	25	7"	2'35"
11	7"	1'2"	26	7"	2'42"
12	5"	1'7"	27	7"	2'49"
13	7"	1'14"	28	6"	2'55"
14	8"	1'22"	29	5"	3"
15	7"	1'29"	30	5"	3'5"

Tabel diatas merupakan hasil dari pengambilan data waktu yang dibutuhkan responden 1 dalam mengerjakan kuesioner *Bourdon Wiersma*. waktu per-baris merupakan waktu yang dibutuhkan responden dalam mengerjakan kuesioner per baris. Waktu kumulatif merupakan waktu yang

didapatkan dari penjumlahan waktu per baris. Berikut perhitungan nilai kecepatan, ketelitian, dan konstansi pada *bourdon wiersma* :

a. Kecepatan

Berikut merupakan tabel perhitungan kecepatan sesudah bekerja pada operator responden 1

Tabel 18. Data kecepatan sesudah bekerja operator responden 1

Waktu (t)	Frekuensi (f)	t x f
5	5	25
6	7	42
7	8	56
8	4	32
9	1	9
Jumlah (n)	25	164

$$\bar{X} = \frac{\sum t.f}{f} = \frac{164}{25} = 6,56''$$

Waktu merupakan waktu pengisian kuesioner yang didapatkan dari baris ke 3 sampai baris 27. Frekuensi merupakan banyaknya data yang sering keluar. Hasil kecepatan didapatkan dari jumlah waktu dikali dengan frekuensi lalu dibagi dengan jumlah frekuensi dan didapatkan hasil kecepatan yaitu 6,56 detik.

b. Ketelitian merupakan jumlah kesalahan kerja atau banyaknya salah mencoret. Banyaknya kesalahan pengerjaan adalah 7.

c. Konstansi

Berikut ini merupakan tabel perhitungan konstansi pada operator responden 1 sebelum bekerja.

Tabel 19. Data konstansi setelah bekerja responden 1

Waktu (t)	Frekuensi (f)	T	T ²	$\frac{f}{T^2}$
5	5	-1,56	2,43	12,17
6	7	-0,56	0,31	2,20
7	8	0,44	0,19	1,55

Waktu (t)	Frekuensi (f)	T	T ²	f x T ²
8	4	1,44	2,07	8,30
9	1	2,44	5,95	5,10
Jumlah (n)	25			30,16

$$\frac{\sum f.T^2}{\bar{x}} = \frac{30,16}{6,56} = 4,60''$$

Tabel diatas merupakan hasil dari perhitungan konstansi. Waktu merupakan waktu pengisian kuesioner yang didapatkan dari baris ke 3 sampai baris 27. Frekuensi merupakan banyaknya data yang sering keluar. Hasil konstansi yang didapat adalah 4,60 detik.

b. Admin

Berikut merupakan tabel data waktu yang didapatkan dari pengisian kuesioner *bourdon wiersma* sesudah bekerja pada admin responden 1.

Tabel 20. Data Waktu Setelah Bekerja Admin Responden 1

Baris Ke-	Waktu Per Baris (detik)	Waktu Kumulatif (menit)	Baris Ke-	Waktu Per Baris (detik)	Waktu Kumulatif (menit)
1	5	5''	16	8	1'56''
2	6	11''	17	7	2'3''
3	7	18''	18	9	2'12''
4	6	24''	19	6	2'18''
5	5	29''	20	5	2'23''
6	5	34''	21	7	2'30''
7	7	41''	22	6	2'36''
8	6	47''	23	5	2'41''
9	5	52''	24	7	2'48''
10	7	59''	25	9	2'57''
11	9	1'8''	26	5	3'2''
12	9	1'17''	27	7	3'9''
13	10	1'27''	28	6	3'15''
14	10	1'37''	29	5	3'20''
15	11	1'48''	30	7	3'27''

Tabel diatas merupakan hasil dari pengambilan data waktu yang dibutuhkan responden 1 dalam mengerjakan kuesioner *Bourdon Wiersma*. waktu per-baris merupakan waktu yang dibutuhkan responden dalam mengerjakan kuesioner per baris. Waktu kumulatif merupakan waktu yang didapatkan dari penjumlahan waktu per baris. Berikut perhitungan nilai kecepatan, ketelitian, dan konstansi pada *bourdon wiersma* :

a. Kecepatan

Tabel 21. Data Kecepatan Sesudah Bekerja Admin Responden 1

Waktu (t)	Frekuensi (f)	t x f
5	6	30
6	4	24
7	7	49
8	1	8
9	4	36
10	2	20
11	1	11
Jumlah (n)	25	178

$$\bar{X} = \frac{\sum t.f}{f} = \frac{178}{25} = 7.12''$$

Waktu merupakan waktu pengisian kuesioner yang didapatkan dari baris ke 3 sampai baris 27. Frekuensi merupakan banyaknya data yang sering keluar. Hasil kecepatan didapatkan dari jumlah waktu dikali dengan frekuensi lalu dibagi dengan jumlah frekuensi dan didapatkan hasil kecepatan yaitu 7.12 detik.

b. Ketelitian merupakan jumlah kesalahan kerja atau banyaknya salah mencoret.banyaknya kesalahan pengerjaan adalah 9.

c. Konstansi

Berikut ini merupakan tabel perhitungan konstansi pada *owner* sesuai bekerja.

Tabel 22. Data Konstansi sesudah bekerja admin responden 1

Waktu (t)	Frekuensi (f)	T	T ²	f x (T ²)
5	6	-2.12	4.49	26.97
6	4	-1.12	1.25	5.02
7	7	-0.12	0.01	0.10
8	1	0.88	0.77	0.77
9	4	1.88	3.53	14.14
10	2	2.88	8.29	16.59
11	1	3.88	15.1	15.05
Jumlah (n)	25	6.16	33.42	78.64

$$\frac{\sum f \cdot T^2}{\bar{X}} = \frac{78.64}{7.12} = 11.04''$$

Tabel diatas merupakan hasil dari perhitungan konstansi. Waktu merupakan waktu pengisian kuesioner yang didapatkan dari baris ke 3 sampai baris 27. Frekuensi merupakan banyaknya data yang sering keluar. Hasil konstansi yang didapat adalah 11.04 detik.

Berdasarkan tabel perhitungan kecepatan, ketelitian, dan konstansi pada responden yang telah didapat, didapatkan skor kecepatan 7.12 detik, pada ketelitian didapatkan banyaknya kesalahan pengerjaan adalah 9, dan konstansi 11.04 detik.

c. *Owner*

Berikut merupakan tabel data waktu yang didapatkan dari pengisian kuesioner *bourdon wiersma* sesudah bekerja pada *owner*.

Tabel 23. Data waktu sesudah bekerja owner responden 1

Baris Ke-	Waktu Per Baris (detik)	Waktu kumulatif (menit)	Baris Ke-	Waktu Per Baris (detik)	Waktu kumulatif (menit)
1	10	10''	9	9	1'15''
2	10	20''	10	7	1'22''
3	11	31''	11	6	1'28''
4	8	39''	12	5	1'33''
5	7	46''	13	7	1'40''
6	9	55''	14	9	1'49''
7	6	1'1''	15	5	1'54''
8	5	1'6''	16	7	2'1''

Baris Ke-	Waktu Per Baris (detik)	Waktu kumulatif (menit)	Baris Ke-	Waktu Per Baris (detik)	Waktu kumulatif (menit)
17	6	2'7"	24	9	2'53"
18	5	2'12"	25	9	3'2"
19	7	2'19"	26	10	3'12"
20	7	2'26"	27	8	3'20"
21	6	2'32"	28	9	3'29"
22	5	2'37"	29	6	3'35"
23	7	2'44"	30	7	3'42"

Tabel diatas merupakan hasil dari pengambilan data waktu yang dibutuhkan responden 1 dalam mengerjakan kuesioner *Bourdon Wiersma*. waktu per-baris merupakan waktu yang dibutuhkan responden dalam mengerjakan kuesioner per baris. Waktu kumulatif merupakan waktu yang didapatkan dari penjumlahan waktu per baris. Berikut perhitungan nilai kecepatan, ketelitian, dan konstansi pada *bourdon wiersma* :

a. Kecepatan

Berikut merupakan tabel perhitungan kecepatan sebelum bekerja pada *owner*

Tabel 24. Data Kecepatan Sesudah Bekerja Owner

Waktu (t)	Frekuensi (f)	t x f
5	5	25
6	4	24
7	7	49
8	2	16
9	5	45
10	1	10
11	1	11
Jumlah (n)	25	180

$$\bar{X} = \frac{\sum t.f}{f} = \frac{180}{25} = 7.2"$$

Waktu merupakan waktu pengisian kuesioner yang didapatkan dari baris ke 3 sampai baris 27. Frekuensi merupakan banyaknya data yang sering keluar. Hasil

kecepatan didapatkan dari jumlah waktu dikali dengan frekuensi lalu dibagi dengan jumlah frekuensi dan didapatkan hasil kecepatan yaitu 7.2 detik.

- b. Ketelitian merupakan jumlah kesalahan kerja atau banyaknya salah mencoret. Banyaknya kesalahan pengerjaan adalah 7.
- c. Konstansi

Berikut ini merupakan tabel perhitungan konstansi pada *owner*

Tabel 25. Data konstansi sebelum bekerja *owner*

waktu	Frekuensi	T	T ²	f x T ²
5	5	-2,2	4,84	24,2
6	4	-1,2	1,44	5,76
7	7	-0,2	0,04	0,28
8	2	0,8	0,64	1,28
9	5	1,8	3,24	16,2
10	1	2,8	7,84	7,84
11	1	3,8	14,44	14,44
jumlah	25	5,6	32,48	70

$$\frac{\sum f \cdot T^2}{\bar{X}} = \frac{70}{7.2} = 9.72''$$

Tabel diatas merupakan hasil dari perhitungan konstansi. Waktu merupakan waktu pengisian kuesioner yang didapatkan dari baris ke 3 sampai baris 27. Frekuensi merupakan banyaknya data yang sering keluar. Hasil konstansi yang didapat adalah 9.72 detik.

Berdasarkan tabel perhitungan kecepatan, ketelitian, dan konstansi pada responden yang telah didapat, didapatkan skor kecepatan 7.2 detik, pada ketelitian didapatkan banyaknya kesalahan pengerjaan adalah 7, dan konstansi 9.72 detik.

4.2.1.3 Interpretasi Hasil Perhitungan

Berikut adalah tabel interpretasi hasil perhitungan yang sudah didapat dari 8 operator, 2 admin, dan 1 *owner*.

1. Tingkat Kecepatan
 - a. Interpretasi Tingkat Kecepatan

Berikut adalah tabel interpretasi hasil perhitungan tingkat kecepatan sebelum bekerja yang sudah didapat dari 8 operator, 2 admin, dan 1 *owner*:

Tabel 26. Interpretasi Tingkat Kecepatan

No	R	Sebelum			Sesudah				
		Hasil	Nilai	WS	Tingkat Kelelahan	Hasil	Nilai	WS	Tingkat Kelelahan
1	R1	7,48	9	14	Baik	6,56	9	14	Baik
2	R2	10,40	8.5	13	Cukup Baik	7,04	9	14	Baik
3	R3	11,36	7.5	11	Cukup	7,52	9	14	Baik
4	R4	7,84	9	14	Baik	9,24	9	14	Baik
5	R5	11,72	7.5	11	Cukup	11,72	7.5	11	Cukup
6	R6	10,92	8	12	Cukup Baik	8,44	9	14	Baik
7	R7	12,44	7.5	11	Cukup	8,08	9	14	Baik
8	R8	8,48	9	14	Baik	7,72	9	14	Baik
9	R9	6,24	9	14	Baik	7,92	9	14	Baik
10	R10	9,20	9	14	Baik	7,92	9	14	Baik
11	R11	4,00	9	14	Baik	7,28	9	14	Baik

Keterangan :

WS	= <i>Wiegthed Score</i>	R9-R10	= Admin
R1-R8	= Operator	R11	= <i>Owner</i>

Berdasarkan tabel 14 pada R1, skor kecepatan didapat dari halaman 30. Kemudian untuk nilai, WS (*weighted score*), dan kategori didapat dari tabel 2 halaman 17. Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa interpretasi tingkat beban kerja mental sebelum bekerja adalah sebagai berikut pada tingkat kecepatan, untuk kategori kelelahan kecepatan baik atau normal didapatkan pada R1, R4, R8 – R11, untuk kategori cukup baik atau ada lelah didapatkan pada R2 & R6, sementara untuk kategori cukup atau lelah ringan didapatkan pada R3, R5, & R7. Sementara interpretasi tingkat beban kerja mental sesudah bekerja pada tingkat kecepatan, untuk kategori kelelahan kecepatan baik atau normal didapatkan pada seluruh responden kecuali R5.

b. Persentase Tingksat Kecepatan

Dibawah merupakan hasil *persentase* dari tingkat kecepatan sebelum dan sesudah bekerja

Tabel 27. Presentase Tingkat Kelelahan Kecepatan

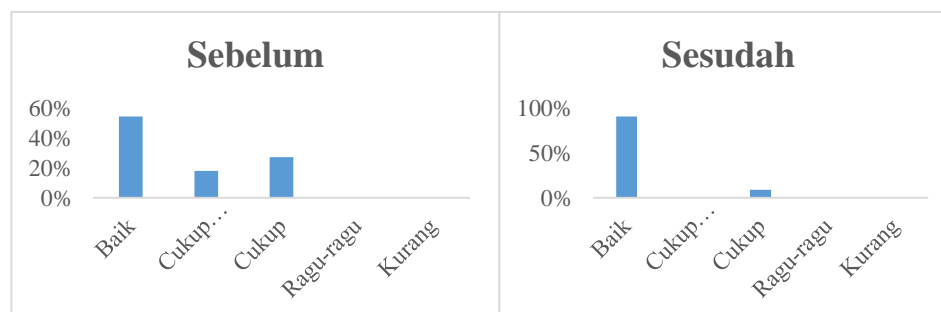
No	Sebelum	Sesudah
----	---------	---------

	Tingkat Kelelahan	Jumlah (Orang)	Persentase	Jumlah (Orang)	Persentase
1	Baik	6	55%	10	91%
2	Cukup Baik	2	18%	0	0%
3	Cukup	3	27%	1	9%
4	Ragu-ragu	0	0%	0	0%
5	Kurang	0	0%	0	0%
	Total	11		11	

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{persentase} &= \frac{\text{frekuensi}}{\text{jumlah data}} \times 100\% \\ &= \frac{6}{11} \times 100\% = 55\% \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel diatas, sebelum bekerja pekerja yang mengalami tingkat kelelahan pada kategori baik atau normal adalah sebanyak 6 orang dengan *persentase* 55%, kategori cukup baik atau ada lelah sebanyak 2 orang dengan *persentase* 18%, cukup atau lelah ringan adalah sebanyak 3 orang dengan *persentase* 27%. Adapun sesudah bekerja pekerja yang mengalami tingkat kelelahan pada kategori baik atau normal adalah sebanyak 10 orang dengan *persentase* 91%, kategori cukup atau lelah ringan adalah sebanyak 1 orang dengan *persentase* 9%, Maka, berdasarkan tingkat kecepatan yang memiliki *persentase* tertinggi, pekerja memiliki tingkat kelelahan baik atau normal sebelum bekerja dan sesudah bekerja. Adapun diagram yang akan menampilkan *persentase* sebelum dan sesudah bekerja dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. Diagram Kelelahan Kecepatan Sebelum & Sesudah

Berasarkan gambar diatas, dapat dilihat bahwa perbedaan tidak begitu signifikan, kelelahan kecepatan sebelum dan sesudah bekerja, yang mana keadaan sebelum dan sesudah bekerja mayoritas kelelahan secara baik dan normal

2. Tingkat Ketelitian

a. Interpretasi Tingkat Ketelitian

Berikut adalah tabel interpretasi hasil perhitungan tingkat ketelitian sebelum bekerja yang sudah didapat dari 8 operator, 2 admin, dan 1 *owner*:

Tabel 28. Interpretasi Tingkat Ketelitian

No	R	Sebelum				Sesudah			
		Hasil	Nilai	WS	Tingkat Kelelahan	Hasil	Nilai	WS	Tingkat Kelelahan
1	R1	3,00	8	12	Cukup Baik	7,00	7.5	11	Cukup
2	R2	3,00	8	12	Cukup Baik	7,00	7.5	11	Cukup
3	R3	3,00	8	12	Cukup Baik	6,00	7.5	11	Cukup
4	R4	5,00	7.5	11	Cukup	8,00	7.5	11	Cukup
5	R5	5,00	7.5	11	Cukup	6,00	7.5	11	Cukup
6	R6	3,00	8	12	Cukup Baik	6,00	7.5	11	Cukup
7	R7	4,00	7.5	11	Cukup	5,00	7.5	11	Cukup
8	R8	5,00	7.5	11	Cukup	6,00	7.5	11	Cukup
9	R9	2,00	8.5	13	Cukup Baik	9,00	7.5	11	Cukup
10	R10	3,00	8	12	Cukup Baik	7,00	7.5	11	Cukup
11	R11	2,00	8.5	13	Cukup Baik	7,00	7.5	11	Cukup

Keterangan :

WS	= <i>Wiegthed Score</i>	R1-R8	= Operator
R9-R10	= Admin	R11	= <i>Owner</i>

Berdasarkan tabel 16 pada R1, skor ketelitian dari halaman 30. Kemudian untuk nilai, WS (*weighted score*), dan kategori didapat dari tabel 2 halaman 17. Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa interpretasi tingkat beban kerja mental sebelum bekerja adalah sebagai berikut pada tingkat ketelitian, untuk kategori kelelahan ketelitian cukup baik atau ada lelah didapatkan pada R1 – R3, R6, & R9 – R11, sementara untuk kategori cukup atau lelah ringan didapatkan pada R4, R5, R7, & R8. Sementara interpretasi tingkat beban kerja mental sesudah bekerja pada tingkat ketelitian, untuk kategori kelelahan ketelitian cukup atau lelah ringan didapatkan pada seluruh responden.

b. Persentase Tingkat Ketelitian

Dibawah merupakan hasil *persentase* dari tingkat ketelitian sebelum dan sesudah bekerja

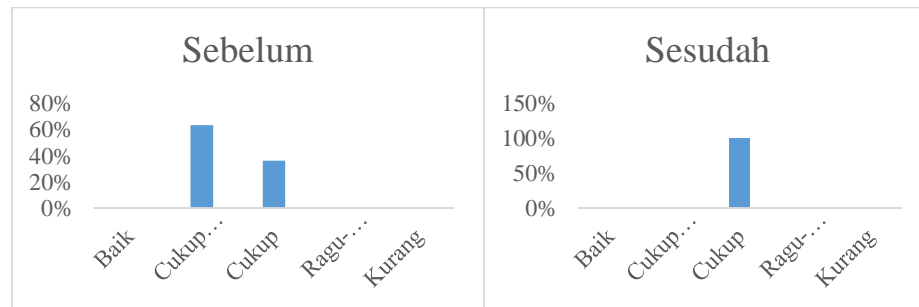
Tabel 29. *Persentase Tingkat Kelelahan Ketelitian*

No	Tingkat Kelelahan	Sebelum		Sesudah	
		Jumlah (Orang)	Persentase	Jumlah (Orang)	Persentase
1	Baik	0	0%	0	0%
2	Cukup Baik	7	64%	0	0%
3	Cukup	4	36%	11	100%
4	Ragu-ragu	0	0%	0	0%
5	Kurang	0	0%	0	0%
Total		11		11	

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{persentase} &= \frac{\text{frekuensi}}{\text{jumlah data}} \times 100\% \\ &= \frac{7}{11} \times 100\% = 64\% \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel diatas, sebelum bekerja pekerja yang mengalami tingkat kelelahan ketelitian pada kategori kategori cukup baik atau ada lelah sebanyak 7 orang dengan *persentase* 64%, cukup atau lelah ringan adalah sebanyak 4 orang dengan *persentase* 36%. Adapun sesudah bekerja pekerja yang mengalami tingkat kelelahan ketelitian kategori cukup atau lelah ringan adalah sebanyak 11 orang dengan *persentase* 100%, Maka, berdasarkan tingkat kecepatan yang memiliki *persentase* tertinggi, pekerja memiliki tingkat kelelahan cukup baik atau ada lelah sebelum bekerja dan sesudah bekerja mengalami peningkatan pada kondisi cukup atau lelah ringan. Adapun diagram yang akan menampilkan *persentase* sebelum dan sesudah bekerja dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. Diagram Kelelahan Ketelitian Sebelum & Sesudah

Berasarkan gambar diatas, dapat dilihat bahwa perbedaan perbedaan cukup signifikan, kelelahan ketelitian sebelum dan sesudah bekerja, yang mana keadaan sebelum merasa cukup baik atau ada lelah namun sesudah bekerja semua mengalami kelelahan cukup atau lelah ringan

3. Tingkat Konstansi

a. Interpretasi Tingkat Konstansi

Berikut adalah tabel interpretasi hasil perhitungan tingkat konstansi sebelum bekerja yang sudah didapat dari 8 operator, 2 admin, dan 1 *owner*:

Tabel 30. Interpretasi Tingkat Konstansi

No	R	Sebelum			Tingkat Kelelahan	Sesudah			Tingkat Kelelahan
		Hasil	Nilai	WS		Hasil	Nilai	WS	
1	R1	5,38	7.5	11	Cukup	4,60	7.5	11	Cukup
2	R2	2,50	8.5	13	Cukup Baik	6,67	7.5	11	Cukup
3	R3	4,56	7.5	11	Cukup	6,15	7.5	11	Cukup
4	R4	2,98	8	12	Cukup Baik	13,01	7.5	11	Cukup
5	R5	2,65	8.5	13	Cukup Baik	8,55	7.5	11	Cukup
6	R6	2,18	8.5	13	Cukup Baik	7,41	7.5	11	Cukup
7	R7	1,94	9	14	Baik	7,13	7.5	11	Cukup
8	R8	6,40	7.5	11	Cukup	5,03	7.5	11	Cukup
9	R9	1,37	9	14	Baik	5,03	7.5	11	Cukup
10	R10	2,61	8.5	13	Cukup Baik	10,58	7.5	11	Cukup
11	R11	9,50	7.5	11	Cukup	9,72	7.5	11	Cukup

Keterangan :

WS = *Wiegthed Score*

R9-R10 = Admin

R1-R8 = Operator

R11 = *Owner*

Berdasarkan tabel 18 pada R1, skor konstansi dari halaman 31. Kemudian untuk nilai, WS (*weighted score*), dan kategori didapat dari tabel 2 halaman 17. Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa interpretasi tingkat beban kerja mental sebelum bekerja adalah sebagai berikut pada tingkat konstansi, untuk kategori kelelahan konstansi baik atau normal ada pada R7 & R9, untuk kategori cukup baik atau ada lelah didapatkan pada R2, R4, R5, R6, R10, sementara untuk kategori cukup atau lelah ringan didapatkan pada R1, R3, R8, R11. Sementara interpretasi tingkat beban kerja mental sesudah bekerja pada tingkat ketelitian, untuk kategori kelelahan ketelitian cukup atau lelah ringan didapatkan pada seluruh responden.

c. Persentase Tingkat Konstansi

Dibawah merupakan hasil *persentase* dari tingkat konstansi sebelum dan sesudah bekerja

Tabel 31. Presentase Tingkat Kelelahan Konstansi

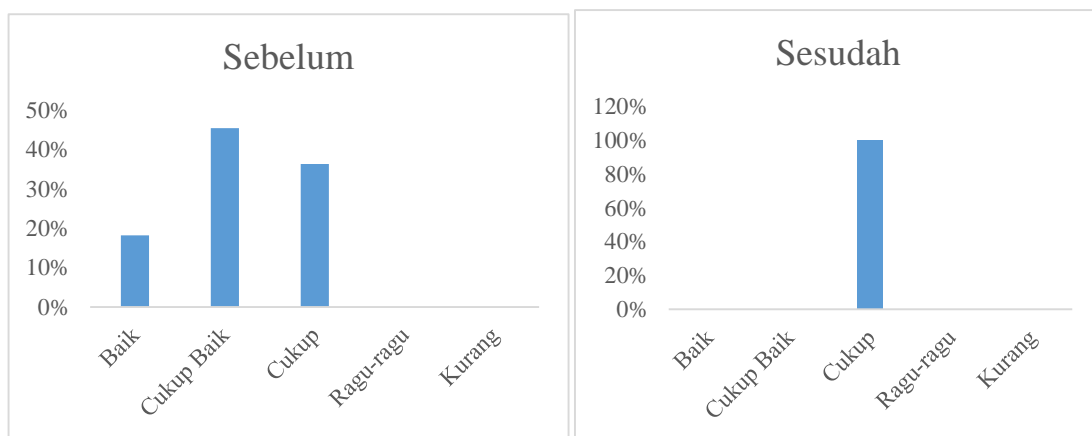
No	Tingkat Kelelahan	Sebelum		Sesudah	
		Jumlah (Orang)	Persentase	Jumlah (Orang)	Persentase
1	Baik	2	18%	0	0%
2	Cukup Baik	5	45%	0	0%
3	Cukup	4	36%	11	100%
4	Ragu-ragu	0	0%	0	0%
5	Kurang	0	0%	0	0%
Total		11		11	

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{persentase} &= \frac{\text{frekuensi}}{\text{jumlah data}} \times 100\% \\ &= \frac{5}{11} \times 100\% = 45\% \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel diatas, sebelum bekerja pekerja yang mengalami tingkat kelelahan ketelitian pada kategori kategori cukup baik atau ada lelah sebanyak 2 orang dengan *persentase* 18%, cukup baik atau ada lelah sebanyak 5 prang dengan *persentase* 45%, dan kategori cukup atau lelah ringan adalah sebanyak 4 orang dengan *persentase*

36%. Adapun sesudah bekerja pekerja yang mengalami tingkat kelelahan ketelitian kategori cukup atau lelah ringan adalah sebanyak 11 orang dengan *persentase* 100%, Maka, berdasarkan tingkat kecepatan yang memiliki *persentase* tertinggi, pekerja memiliki tingkat kelelahan cukup baik atau ada lelah sebelum bekerja dan sesudah bekerja mengalami peningkatan pada kondisi cukup atau lelah ringan. Adapun diagram yang akan menampilkan *persentase* sebelum dan sesudah bekerja dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



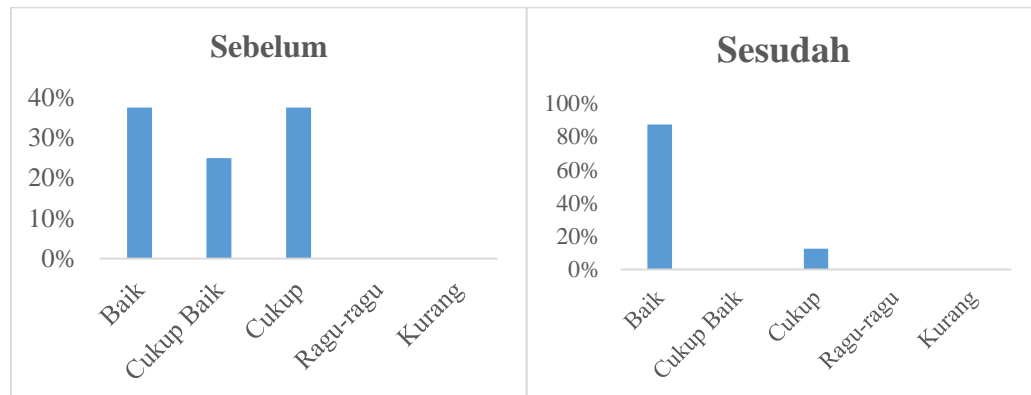
Gambar 6. Diagram Kelelahan Konstansi Sebelum & Sesudah

Berasarkan gambar diatas, dapat dilihat bahwa perbedaan perbedaan cukup signifikan, kelelahan konstansi sebelum dan sesudah bekerja, yang mana keadaan sebelum merasa cukup baik atau ada lelah namun sesudah bekerja semua mengalami kelelahan cukup atau lelah ringan

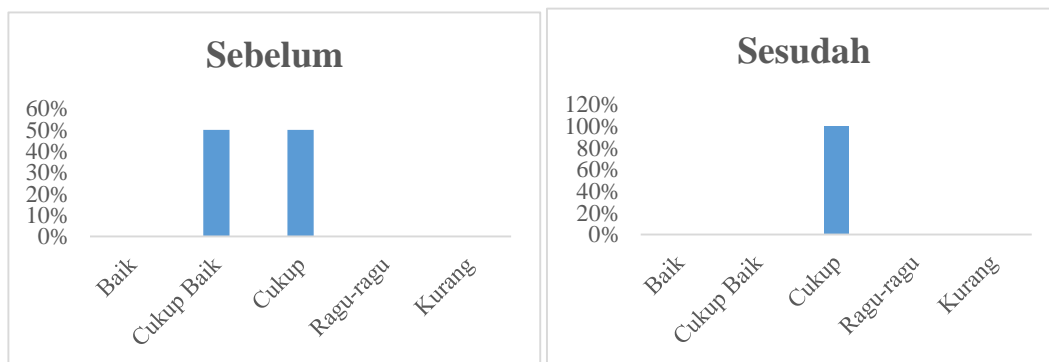
4.2.1.4 Interpretasi Hasil Perhitungan Setiap Pekerjaan

1. Operator

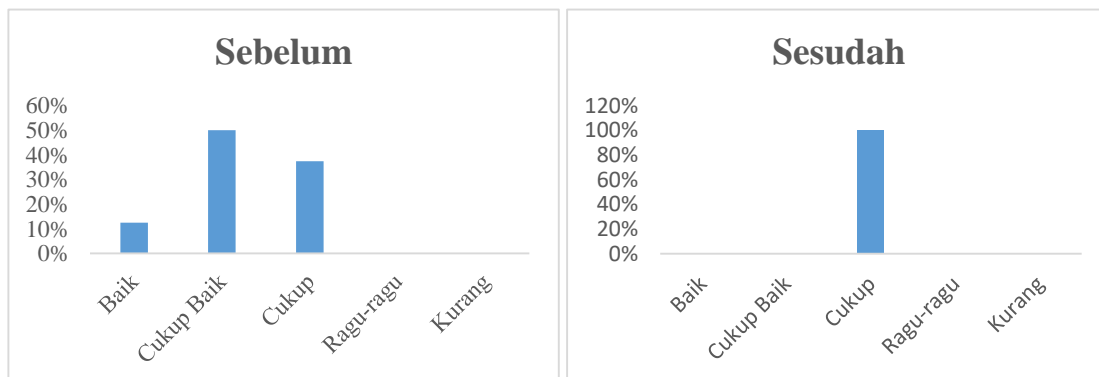
Berikut adalah tabel interpretasi hasil perhitungan tingkat kecepatan, ketelitian dan konstansi sebelum bekerja yang sudah didapat dari 8 operator, data nilai *weight score* dapat dilihat pada tabel 14.



Gambar 7. Persentase Kelelahan Kecepatan Sebelum & Sesudah Bekerja Operator



Gambar 8. Persentase Kelelahan Ketelitian Sebelum & Sesudah Bekerja Operator



Gambar 9. Persentase Kelelahan Konstansi Sebelum & Sesudah Bekerja Operator

Berdasarkan data diatas dapat dilihat bahwa operator mengalami beragam kategori kelelahan kcepatan, ketelitian, dan konstansi pada saat sebelum bekerja, namun sesudah bekerja operator lebih banyak mengalami kelelahan cukup atau Lelah sedang.

2. Admin

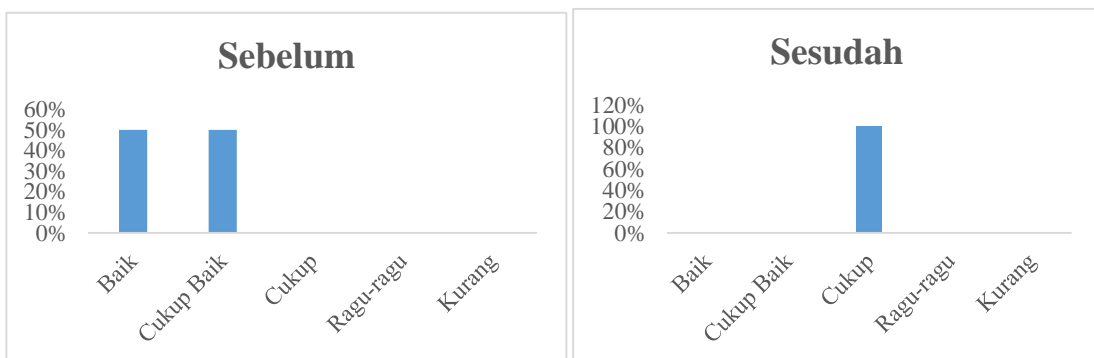
Berikut adalah tabel interpretasi hasil perhitungan tingkat kecepatan, ketelitian dan konstansi sebelum bekerja yang sudah didapat dari 2 admin, data nilai *weight score* dapat dilihat pada tabel 14.



Gambar 10. Persentase Kelelahan Kecepatan Sebelum & Sesudah Bekerja Admin



Gambar 11. Persentase Kelelahan Ketelitian Sebelum & Sesudah Bekerja Admin

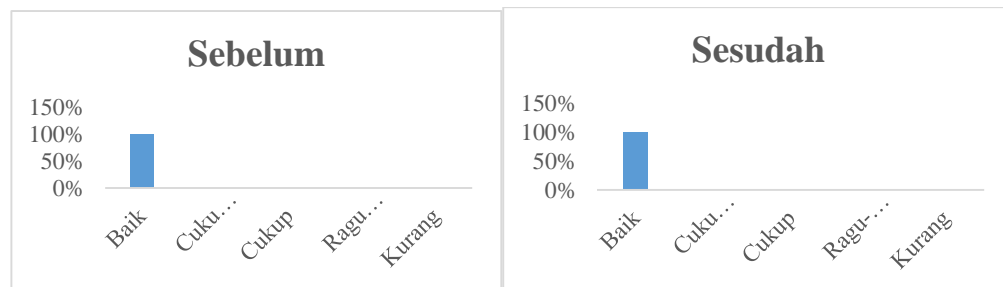


Gambar 12. Persentase Kelelahan Konstansi Sebelum & Sesudah Bekerja Admin

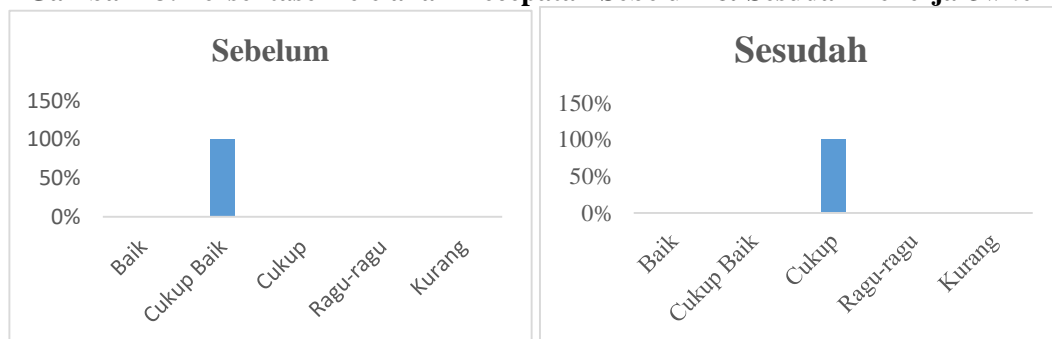
Berdasarkan data diatas dapat dilihat bahwa admin mengalami baik sampai cukup baik kategori kelelahan kcepatan, ketelitian, dan konstansi pada saat sebelum bekerja, namun sesudah bekerja admin lebih banyak mengalami kelelahan cukup atau Lelah sedang.

3. Owner

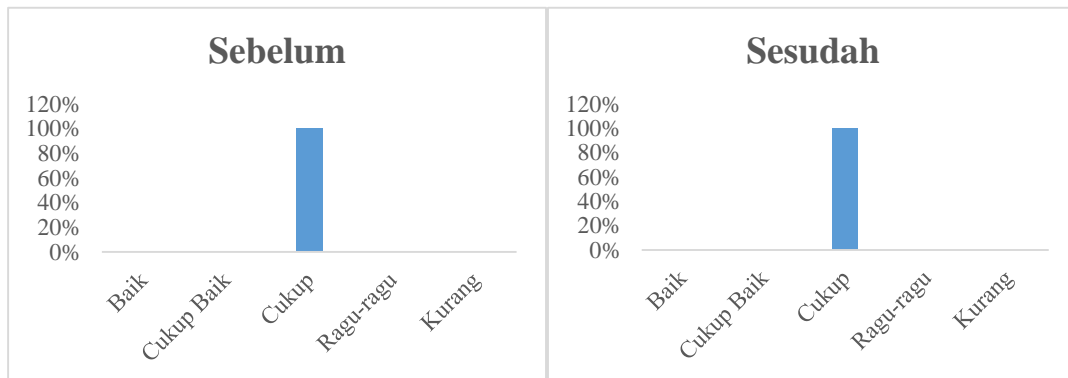
Berikut adalah tabel interpretasi hasil perhitungan tingkat kecepatan, ketelitian dan konstansi sebelum bekerja yang sudah didapat dari 1 owner, data nilai *weight score* dapat dilihat pada tabel 14.



Gambar 13. Persentase Kelelahan Kecepatan Sebelum & Sesudah Bekerja Owner



Gambar 14. Persentase Kelelahan Ketelitian Sebelum & Sesudah Bekerja Owner



Gambar 15. Persentase Kelelahan Konstansi Sebelum & Sesudah Bekerja Owner

Berdasarkan data diatas dapat dilihat bahwa admin mengalami baik sampai cukup baik kategori kelelahan kcepatan, ketelitian, dan konstansi pada saat sebelum bekerja, namun sesudah bekerja owner lebih banyak mengalami kelelahan cukup atau

Lelah sedang.

4.2.2 *Cardiovascular Load (CVL)*

Perhitungan CVL digunakan untuk mengetahui dan menentukan klasifikasi beban kerja fisik berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang akan dibandingkan dengan denyut nadi maksimum. Denyut nadi yang diukur terdiri dari 8 operator, 2 admin, dan 1 *owner*.

a. Rata-Rata Denyut Nadi Operator

Berikut adalah rata-rata dari Denyut Nadi Kerja (DNI) dan Denyut Nadi Istirahat (DNK) dari operator berdasarkan data yang diambil pada hari Senin.

Tabel 32. Perhitungan Rata-Rata DNK & DNI Operator (Senin)

Operator	Denyut Nadi Kerja (Jam)									Denyut Nadi Istirahat (Menit Ke-					
	8	9	10	11	13	14	15	16	Rata-Rata	1	2	3	4	5	Rata-Rata
1	137	133	136	140	136	140	145	145	139	90	87	87	83	82	85,8
2	142	140	145	149	137	136	139	145	141,7	89	89	86	84	80	85,6
3	142	140	144	143	141	141	143	142	142	90	89	87	83	81	86
4	145	147	144	149	142	144	146	146	145,4	89	88	82	80	80	83,8
5	141	146	144	140	141	146	146	148	144	84	83	82	82	80	82,2
6	145	145	138	138	142	146	140	143	142,2	90	87	84	84	83	85,6
7	144	130	143	143	148	148	141	150	143,4	84	84	83	82	81	82,8
8	135	143	148	131	132	133	150	136	138,5	90	87	86	85	80	85,6

Contoh Perhitungan

1. Rata-Rata DNK Operator 1 (Senin)

$$= (137 + 133 + 136 + 140 + 136 + 140 + 145 + 145)/8$$

$$= 139$$

2. Rata-Rata DNI Operator 1 (Senin)

$$= (90 + 87 + 87 + 83 + 82)$$

$$= 85,8$$

b. Rata-Rata Denyut Nadi Admin

Berikut adalah rata-rata dari Denyut Nadi Kerja (DNI) dan Denyut Nadi Istirahat (DNK) dari admin berdasarkan data yang diambil pada hari Senin.

Tabel 33. Perhitungan Rata-Rata DNK & DNI Admin (Senin)

Operator	Denyut Nadi Kerja (Jam)								Denyut Nadi Istirahat (Menit Ke-						
	8	9	10	11	13	14	15	16	Rata-Rata	1	2	3	4	5	Rata-Rata
1	140	149	149	135	146	132	150	132	141,7	86	86	86	83	82	84,6
2	143	146	137	145	134	134	150	140	141,2	90	86	83	82	82	84,6

Contoh Perhitungan

3. Rata-Rata DNK admin 1 (Senin)

$$= (140 + 149 + 149 + 135 + 146 + 132 + 150 + 132)/8$$

$$= 141,7 \text{ detik}$$
4. Rata-Rata DNI admin 1 (Senin)

$$= (86 + 86 + 86 + 83 + 82)$$

$$= 84,2 \text{ detik}$$

c. Rata-Rata Denyut Nadi *Owner*

Berikut adalah rata-rata dari Denyut Nadi Kerja (DNI) dan Denyut Nadi Istirahat (DNK) dari *owner* berdasarkan data yang diambil pada hari Senin.

Tabel 20 . Perhitungan Rata-Rata DNK & DNI *owner* (Senin)

Responden	Denyut Nadi Kerja (Jam)								Denyut Nadi Istirahat (Menit Ke-						
	8	9	10	11	13	14	15	16	Rata-Rata	1	2	3	4	5	Rata-Rata
1	133	132	133	132	136	133	134	132	133,2	82	85	85	87	81	84

Contoh Perhitungan

5. Rata-Rata DNK *owner* (Senin)

$$= (133 + 132 + 133 + 132 + 136 + 133 + 134 + 132)/8$$

$$= 133,2 \text{ detik}$$
6. Rata-Rata *owner* (Senin)

$$= (82 + 85 + 85 + 87 + 81)$$

= 84 detik

Setelah semua rata-rata DNK dan DNI pada setiap hari dihitung, selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata DNK dan DNI secara keseluruhan. Berikut adalah hasil perhitungan tersebut.

a. Rata-Rata Denyut Nadi Kerja (DNK) Operator Keseluruhan

Berikut adalah tabel perhitungan rata-rata Denyut Nad Kerja (DNK) operator keseluruhan

Tabel 35. Perhitungan Rata-Rata DNK Operator Keseluruhan

Operator	Rata-Rata Denyut Nadi Kerja					Rata-Rata DNK
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	
1	139	142,3	143	148	146	143,7
2	141,7	140,2	145,6	144	147	143,7
3	142	145,4	143,9	143,5	144,3	143,9
4	145,4	146	144,9	145,3	145,5	145,5
5	144	142,7	142,7	145,3	144	143,8
6	142,3	140,8	143,8	143,4	144,7	143
7	143,4	141,7	138,3	138,8	138,3	140,1
8	138,5	142,8	141,2	138	143,5	140,8

Contoh Perhitungan

$$1. \text{ Rata-Rata DNK Keseluruhan Operator 1} = (139 + 142,3 + 143 + 148 + 146)/5 \\ = 143,7$$

b. Admin

Berikut adalah tabel perhitungan rata-rata Denyut Nad Kerja (DNK) admin keseluruhan

Tabel 36. Perhitungan Rata-Rata DNK Admin Keseluruhan

Admin	Rata-Rata Denyut Nadi Kerja					Rata-Rata DNK
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	
1	141,7	136,5	141,3	137	139,3	139,2
2	141,2	135,5	141	134,4	141,5	138,8

Contoh Perhitungan

$$1. \text{ Rata-Rata DNK Keseluruhan Admin 1} = (141,7 + 136,5 + 141,3 + 137 + 139,3)/5$$

$$= 139,2$$

c. *Owner*

Berikut adalah tabel perhitungan rata-rata Denyut Nad Kerja (DNK) *owner* keseluruhan

Tabel 37. Perhitungan Rata-Rata DNK *Owner* Keseluruhan

Operator	Rata-Rata Denyut Nadi Kerja					Rata-Rata DNK
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	
11	133,2	133,8	133,4	134,5	133,3	133,7

Contoh Perhitungan

$$1. \text{ Rata-Rata DNK Keseluruhan } Owner = (133,2 + 133,8 + 133,4 + 134,5 + 133,3)/5$$

$$= 133,7$$

Tabel dan contoh perhitungan di atas memperlihatkan nilai rata-rata denyut nadi kerja dari setiap *jobdesk* berdasarkan rata-rata denyut nadi kerja pada setiap hari yang sebelumnya sudah dihitung. Data rata-rata denyut nadi kerja keseluruhan tersebut akan digunakan dalam perhitungan nilai %CVL dari setiap operator.

Selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata denyut nadi istirahat operator keseluruhan. Berikut adalah hasil perhitungan tersebut.

Tabel 38. Perhitungan Rata-Rata DNI Operator Keseluruhan

Operator	Rata-Rata Denyut Nadi Istirahat					Rata-Rata DNI
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	
1	85,8	84	85,6	84,2	83,4	84,6
2	85,6	85	86,2	85,4	84,2	85,3
3	86	86,2	86	84,4	83,6	85,3
4	83,8	86	86,2	88	84,4	85,7
5	82,2	84,8	83,4	84,6	84,8	84
6	85,6	85,8	86,2	86,4	83,8	85,6

7	82,8	85,2	85,4	86	84,6	84,8
8	85,6	84,6	85,2	86,8	84	85,3

Contoh Perhitungan

1. Rata-Rata DNI Keseluruhan Operator 1
 $= (85,8 + 84 + 85,6 + 84,2 + 83,4)/5$
 $= 84,6$

Tabel 39. Perhitungan Rata-Rata DNI Admin Keseluruhan

Admin	Rata-Rata Denyut Nadi Istirahat					Rata-Rata DNI
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	
1	84,6	84,8	84,6	85,4	82,8	84,5
2	84,6	84,4	87,4	85	85,8	85,5

Contoh Perhitungan

2. Rata-Rata DNI Keseluruhan Admin 1
 $= (84,6 + 84,8 + 84,6 + 85,4 + 82,8)/5$
 $= 84,5$

Tabel 40. Perhitungan Rata-Rata DNI Owner Keseluruhan

Owner	Rata-Rata Denyut Nadi Istirahat					Rata-Rata DNI
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	
1	84	83,4	81,2	82,4	82	82,6

Contoh Perhitungan

3. Rata-Rata DNI Keseluruhan Owner
 $= (84 + 83,4 + 81,2 + 82,4 + 82)/5$
 $= 82,6$

Tabel dan contoh perhitungan di atas memperlihatkan nilai rata-rata denyut nadi istirahat dari setiap operator berdasarkan rata-rata denyut nadi istirahat pada setiap hari yang sebelumnya sudah dihitung. Data rata-rata denyut nadi istirahat keseluruhan tersebut akan digunakan dalam perhitungan nilai %CVL dari setiap operator.

4.2.2.1 Perhitungan %CVL

Perhitungan %CVL memerlukan data denyut nadi kerja, denyut nadi istirahat, serta denyut nadi maksimal dari setiap operator. Setelah seluruh data terkumpul maka dilakukan perhitungan %CVL. Berikut adalah hasil perhitungan %CVL tiap *jobdesk* yang didapat.

a. Operator

Tabel 41. Perhitungan %CVL Operator

Operator	Rata-Rata DNK	Rata-Rata DNI	DNMaks	%CVL	Rata-Rata %CVL
1	143,7	84,6	166	73%	
2	143,7	85,3	178	63%	
3	143,9	85,3	179	63%	
4	145,5	85,7	162	78%	
5	143,8	84	182	61%	63%
6	143	85,6	173	66%	
7	140,1	84,8	188	54%	
8	140,8	85,3	202	48%	

Contoh Perhitungan

1. DNMaks Operator 1

$$= 220 - \text{Usia}$$

$$= 220 - 54$$

$$= 166$$

2. %CVL Operator 1

$$= \frac{(\text{Rata-Rata DNK} - \text{Rata-Rata DNI})}{(\text{DNMaks} - \text{Rata-Rata DNI})} \times 100\%$$

$$= \frac{(143,7 - 84,6)}{(166 - 84,6)} \times 100\%$$

$$= 0,73 \times 100\%$$

$$= 73\%$$

3. Rata-Rata %CVL

$$= \frac{\sum \%CVL}{\text{Jumlah Responden}}$$

$$= \frac{(73\% + 63\% + 63\% + 78\% + 61\% + 66\% + 54\% + 48\%)}{8}$$

$$= 63\%$$

Tabel 41 dan contoh perhitungan di atas memperlihatkan perhitungan denyut nadi maksimal operator yang didapat dari $220 - \text{usia operator}$ yang merupakan laki-laki. Lalu terdapat juga perhitungan %CVL yang didapat dari perbandingan antara selisih denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat serta selisih denyut nadi maksimal dan denyut nadi istirahat. Berdasarkan hasil perhitungan %CVL dari 8 operator, terdapat 2 operator yaitu operator 7 dengan nilai 54% dan operator 8 dengan nilai 48% perlu direncanakan perbaikan tapi tidak mendesak dan pekerja masih boleh kerja normal dan 6 operator dengan nilai 61%-78% perlu perbaikan tapi waktu kerja pekerja harus dikurangi saat itu juga. Setelah %CVL dari masing-masing operator didapat selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata %CVL dari seluruh operator untuk mengetahui kondisi beban kerja fisik yang dialami pekerja dan tindakan yang harus dilakukan. Hasil akhir %CVL memiliki nilai 63% yang berarti perlu perbaikan tapi waktu kerja pekerja harus dikurangi saat itu juga.

b. Admin

Tabel 42. Perhitungan %CVL Admin

Admin	Rata-Rata DNK	Rata-Rata DNI	DNMaks	%CVL	Rata-Rata %CVL
1	139,2	84,5	200	47%	48%
2	138,8	85,5	193	50%	

Contoh Perhitungan

1. DNMaks Admin 1

$$= 220 - \text{Usia}$$

$$= 220 - 20$$

$$= 200$$

2. %CVL Admin 1

$$= \frac{(\text{Rata-Rata DNK} - \text{Rata-Rata DNI})}{(\text{DNMaks} - \text{Rata-Rata DNI})} \times 100\%$$

$$= \frac{(140 - 84,6)}{(166 - 84,6)} \times 100\%$$

$$= 0,68 \times 100\%$$

$$= 47\%$$

3. Rata-Rata %CVL

$$= \frac{\sum \%CVL}{\text{Jumlah Responden}}$$

$$= \frac{(47\% + 50\%)}{2}$$

$$= 48\%$$

Tabel dan contoh perhitungan di atas memperlihatkan perhitungan denyut nadi maksimal operator yang didapat dari 220 – usia operator yang merupakan laki-laki. Lalu terdapat juga perhitungan %CVL yang didapat dari perbandingan antara selisih denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat serta selisih denyut nadi maksimal dan denyut nadi istirahat. Berdasarkan hasil perhitungan %CVL dari 2 admin dengan nilai 47% dan 50%, perlu direncanakan perbaikan tapi tidak mendesak dan pekerja masih boleh kerja normal. Setelah %CVL dari masing-masing operator didapat selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata %CVL dari seluruh admin untuk mengetahui kondisi beban kerja fisik yang dialami pekerja dan tindakan yang harus dilakukan. Hasil akhir %CVL memiliki nilai 48% yang berarti perlu direncanakan perbaikan tapi tidak mendesak dan pekerja masih boleh kerja normal.

c. *Owner*

Tabel 43. Perhitungan %CVL *Owner*

<i>Owner</i>	Rata-Rata DNK	Rata-Rata DNI	DNMaks	%CVL	Rata-Rata %CVL
11	133,7	82,6	185	50%	50%

Contoh Perhitungan

1. DNMaxs *owner*

$$= 220 - \text{Usia}$$

$$= 220 - 35$$

$$= 185$$

2. %CVL Operator 1

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(\text{Rata-Rata DNK} - \text{Rata-Rata DNI})}{(\text{DNMaks} - \text{Rata-Rata DNI})} \times 100\% \\
 &= \frac{(133,7 - 85,2)}{(185 - 85,2)} \times 100\% \\
 &= 0,50 \times 100\% \\
 &= 50\%
 \end{aligned}$$

3. Rata-Rata %CVL

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\sum \%CVL}{\text{Jumlah Responden}} \\
 &= \frac{50\%}{1} \\
 &= 50\%
 \end{aligned}$$

Tabel dan contoh perhitungan di atas memperlihatkan perhitungan denyut nadi maksimal *owner* yang didapat dari 220 – usia operator yang merupakan laki-laki. Lalu terdapat juga perhitungan %CVL yang didapat dari perbandingan antara selisih denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat serta selisih denyut nadi maksimal dan denyut nadi istirahat. Berdasarkan hasil perhitungan %CVL dari *owner* dengan nilai 50%, perlu direncanakan perbaikan tapi tidak mendesak dan pekerja masih boleh kerja normal. Setelah %CVL dari *owner* didapat selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata %CVL untuk mengetahui kondisi beban kerja fisik yang dialami pekerja dan tindakan yang harus dilakukan. Hasil akhir %CVL memiliki nilai 50% yang berarti perlu direncanakan perbaikan tapi tidak mendesak dan pekerja masih boleh kerja normal.

Setelah %CVL dari masing-masing seluruh pekerja didapat selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata %CVL untuk mengetahui kondisi beban kerja fisik yang dialami pekerja dan tindakan yang harus dilakukan. Hasil akhir %CVL tertinggi yaitu pada operator memiliki nilai 63% yang berarti perlu perbaikan tapi waktu kerja pekerja harus dikurangi saat itu juga.

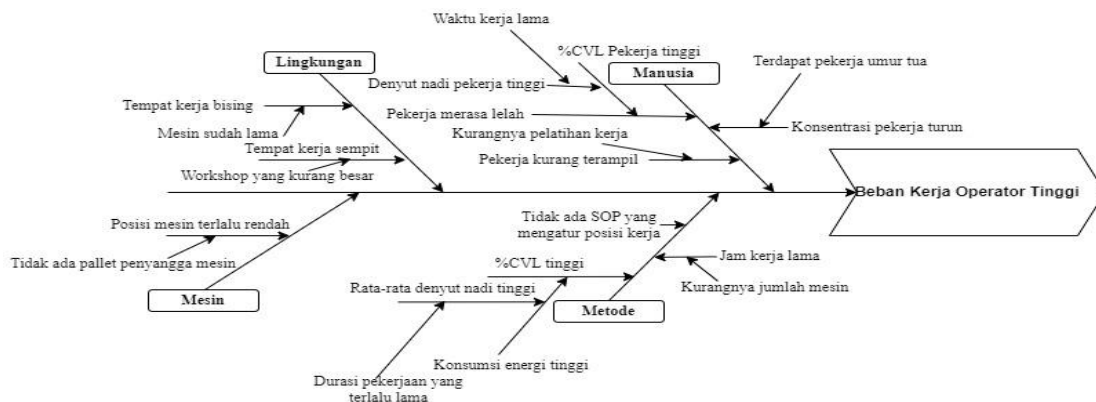
4.3 Perbandingan Beban Kerja Fisik dan Mental

Perbandingan Beban Kerja Fisik & Mental Pengukuran beban kerja fisik yang didapat melalui perhitungan %CVL para operator PT. Sentral Teknik Sentosa memiliki

hasil akhir yang menyatakan bahwa perlu adanya perbaikan dikarenakan nilai rata-rata %CVL pada operator bernilai 63%. Sedangkan pada pengukuran beban kerja mental berdasarkan metode bourdon wiersma pada 3 jobdesk yaitu rata-rata sebelum bekerja berkategori cukup baik dan setelah bekerja berkategori cukup atau lelah sedang yang berarti adanya kelelahan tetapi belum membutuhkan perbaikan dalam waktu dekat. Maka dari itu, pengukuran beban kerja fisik serta beban kerja mental sama-sama memiliki hasil yang menunjukkan bahwa operator memiliki beban kerja yang melebihi batas wajar. Beban kerja fisik yang besar dapat diakibatkan oleh aktivitas fisik manual yang dilakukan secara berulang dalam jangka waktu yang lama (Putri, 2020). Hasil yang serupa dapat disebabkan karena kondisi fisik serta mental dari manusia saling berpengaruh satu sama lain maka dari itu ketika beban kerja fisik yang diterima cukup besar, maka dapat mempengaruhi beban kerja mental yang diterima dan sebaliknya sehingga hasil yang didapatkan searah.

4.4 Fishbone diagram

Beban kerja yang dirasakan oleh para operator dapat diketahui memiliki nilai yang tidak kecil. Maka dari itu perlu dilakukan perbaikan untuk mengurangi beban kerja tersebut. Sebelum perbaikan kerja dilakukan, analisa penyebab beban kerja operator dilakukan dengan menggunakan *Fishbone Diagram*. Berikut adalah hasil analisa tersebut.



Gambar 16. Diagram *Fishbone*

Gambar di atas memperlihatkan hasil analisa penyebab beban kerja operator yang tinggi dilihat dari beberapa faktor, yaitu manusia, lingkungan, mesin, dan metode. Faktor yang pertama adalah faktor manusia yang terdapat 3 penyebab, yaitu waktu kerja lama yang membuat denyut nadi pekerja tinggi dan %CVL pekerja menjadi tinggi yang mengakibatkan pekerja merasa lelah, kurangnya pelatihan kerja yang mengakibatkan pekerja kurang terampil, dan terdapat pekerja umur tua yang mengakibatkan konsentrasi menjadi turun. Faktor kedua adalah metode yang terdapat 3 penyebab, yaitu tidak ada SOP yang mengatur posisi kerja, durasi pekerjaan yang terlalu lama membuat rata-rata denyut nadi tinggi dan konsumsi energi tinggi yang mengakibatkan %CVL tinggi, dan kurangnya jumlah mesin mengakibatkan jam kerja lama. Faktor yang ketiga adalah lingkungan yang terdapat 2 penyebab, yaitu mesin sudah lama mengakibatkan mesin bising dan *workshop* yang kecil mengakibatkan tempat kerja yang sempit. Faktor keempat adalah mesin dimana penyebabnya adalah tidak ada *pallet* penyangga mengakibatkan posisi mesin terlalu rendah. Dari semua penyebab yang ada, didapat hasil dari perhitungan %CVL operator dengan nilai 63% yang memerlukan penambahan waktu istirahat.

4.5 Usulan Perbaikan

Usulan perbaikan bertujuan untuk memperbaiki kondisi saat ini untuk menjadi lebih baik. Untuk memperbaiki hal ini rekomendasi usulan yang diberikan adalah penambahan waktu kerja.

4.5.1 Perhitungan Waktu Istirahat

Waktu istirahat yang dibutuhkan untuk para operator dapat ditentukan dengan cara menghitung konsumsi energi dari masing-masing operator. Perhitungan konsumsi energi operator dapat dilakukan dengan melihat denyut nadi istirahat serta denyut nadi kerja operator selama bekerja. Berikut adalah perhitungan waktu istirahat operator.

4.5.2 Rata-Rata DNK & DNI

Denyut nadi istirahat dan denyut nadi kerja para operator digunakan untuk menghitung waktu istirahat yang dibutuhkan. Berikut adalah rata-rata denyut nadi istirahat dan kerja para operator selama 1 minggu.

Tabel 44. Rata-Rata DNK & DNI Operator

Operator	DNK	DNI
1	143,7	84,6
2	143,7	85,3
3	143,9	85,3
4	145,5	85,7
5	143,8	84
6	143	85,6
7	140,1	84,8
8	140,8	85,3

Tabel 24 rata-rata DNK & DNI memperlihatkan denyut nadi masing-masing operator selama bekerja dan istirahat yang sudah dirata-ratakan selama 1 minggu. Data-data tersebut yang akan digunakan sebagai dasar perhitungan waktu istirahat operator.

4.5.3 Perhitungan Pengeluaran Energi Istirahat Operator

Perhitungan waktu istirahat memerlukan perhitungan nilai konsumsi energi operator terlebih dahulu. Dalam perhitungan konsumsi energi, perhitungan pengeluaran energi istirahat operator merupakan perhitungan energi yang digunakan pekerja saat mereka beristirahat. Berikut adalah hasil yang didapat

Tabel 45. Pengeluaran Energi Istirahat Operator

Operator	DNI	Y0
1	84,6	3,3
2	85,3	3,3
3	85,3	3,3
4	85,7	3,4
5	84	3,3
6	85,6	3,4
7	84,8	3,3
8	85,3	3,3

Contoh Perhitungan:

$$Y0 \text{ Operator } 1 = 1,80411 - (0,022903 * \text{DNI } 1) + (4,71733 * (10^{-4}) * \text{DNI } 1^2)$$

$$Y0 \text{ Operator 1} = 1,80411 - (0,022903 * 84,6) + (4,71733 * (10^{-4}) * 84,6^2)$$

$$Y0 \text{ Operator 1} = 3,3 \text{ kkal/menit}$$

Tabel 25 pengeluaran energi istirahat tersebut memperlihatkan seberapa banyak kalori yang dikonsumsi para operator dalam 1 menit ketika mereka beristirahat. Hasil yang didapat memiliki nilai yang berkisar 3,3 sampai 3,4.

4.5.4 Perhitungan Pengeluaran Energi Kerja Operator

Perhitungan pengeluaran energi kerja operator merupakan perhitungan selanjutnya dalam perhitungan konsumsi energi, perhitungan pengeluaran energi kerja operator merupakan perhitungan energi yang digunakan operator saat mereka bekerja. Berikut adalah hasil yang didapat

Tabel 46. Pengeluaran Energi Kerja Operator

Operator	DNK	Y1
1	143,7	8,3
2	143,7	8,3
3	143,9	8,3
4	145,5	8,5
5	143,8	8,3
6	143	8,2
7	140,1	7,9
8	140,8	8

Contoh Perhitungan:

$$Y1 \text{ Operator 1} = 1,80411 - (0,022903 * \text{DNK 1}) + (4,71733 * (10^{-4}) * \text{DNK 1}^2)$$

$$Y1 \text{ Operator 1} = 1,80411 - (0,022903 * 143,7) + (4,71733 * (10^{-4}) * 143,7^2)$$

$$Y1 \text{ Operator 1} = 8,3 \text{ kkal/menit}$$

Tabel 26 pengeluaran energi kerja tersebut memperlihatkan seberapa banyak kalori yang dikonsumsi para operator dalam 1 menit ketika mereka bekerja. Hasil yang didapat memiliki nilai yang berkisar 7,9 sampai 8,5.

4.5.5 Perhitungan Konsumsi Energi Operator

Perhitungan konsumsi energi operator dapat dilakukan setelah pengeluaran istirahat dan pengeluaran kerja didapatkan. Berikut adalah perhitungan konsumsi

energi dari masing-masing operator serta rata-rata konsumsi energi keseluruhan operator.

Tabel 47. Perhitungan konsumsi energy operator

Operator	Y0	Y1	KE	Rata-rata KE
1	3,3	8,3	5	
2	3,3	8,3	5	
3	3,3	8,3	5	
4	3,4	8,5	5,1	
5	3,3	8,3	5	4,8
6	3,4	8,2	4,8	
7	3,3	7,9	4,6	
8	3,3	2	4,7	

Tabel 27. Konsumsi Energi Operator

Contoh Perhitungan:

$$\text{KE Operator 1} = Y1 - Y0$$

$$\text{KE Operator 1} = 8,3 - 3,3$$

$$\text{KE Operator 1} = 5$$

Tabel 27 konsumsi energi operator memperlihatkan konsumsi energi dari masing-masing operator dalam satuan kalori per menit dan juga rata-rata dari seluruh operator. Hasil rata-rata yang didapat adalah 4,8 kkal/menit yang nantinya akan digunakan untuk menghitung waktu istirahat para operator.

4.5.5.1 Perhitungan Waktu Istirahat

Perhitungan waktu istirahat dapat dihitung dengan melihat dari lamanya waktu kerja, rata-rata konsumsi energi, serta rekomendasi pengeluaran energi. Berikut adalah perhitungannya waktu istirahat tersebut:

Diketahui:

$$T \text{ (Waktu Kerja)} = 480 \text{ menit}$$

$$K \text{ (Konsumsi Energi)} = 4,8 \text{ kkal/menit}$$

$$S \text{ (Rekomendasi Pengeluaran Energi)} = 4 \text{ kkal/menit}$$

Perhitungan:

$$TR = \frac{T \times (K-S)}{K-1,5}$$

$$TR = \frac{480 \times (4,8 - 4)}{4,8-1,5}$$

$$TR = 116 \text{ menit}$$

Berdasarkan perhitungan waktu istirahat di atas dapat diketahui bahwa waktu kerja memiliki nilai 8 jam atau 480 menit, konsumsi energi yang didapat dari perhitungan rata-rata konsumsi energi bernilai 4,5 kkal/menit, lalu rekomendasi pengeluaran energi memiliki nilai 4 kkal/menit. Dengan menggunakan variabel tersebut waktu istirahat dapat diketahui memiliki nilai 116 menit atau 1 jam 44 menit dengan pembagian jam istirahat yaitu pada setiap jam kerja akan ada waktu istirahat selama lebih kurang 5 menit dan pada jam 12.00 – 13.00 ada waktu istirahat selama 1 jam.

BAB V

ANALISA DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisa Beban Kerja Mental

Analisa beban kerja mental para pekerja pada PT. Central Teknik Sentosa pada penelitian ini menggunakan kuesioner *bourdon wiersma*. *Bourdon wiersma* membutuhkan beberapa data untuk mendapatkan hasil yang diinginkan seperti kecepatan, ketelitian, dan konstansi. Pengambilan data-data tersebut didapat dari pengisian kuesioner *bourdon wiersma* dengan cara menghitung waktu pengisian kuesioner per baris sebanyak 30 baris dengan memberi tanda pada gambar yang hanya terdapat 4 titik saja. Pengambilan data kuesioner dilakukan pada sebelum dan sesudah bekerja.

Hasil yang diperoleh dari pengambilan data sebelum dan sesudah bekerja itu berbeda. Pada tingkat kecepatan sebelum dan sesudah bekerja, 3 *jobdesk* rata-rata berkategori baik. Pada tingkat ketelitian sebelum bekerja, 3 *jobdesk* rata-rata berkategori cukup baik dan setelah bekerja 3 *jobdesk* rata-rata berkategori cukup. Dan pada tingkat konstansi sebelum bekerja, *jobdesk* operator dan admin rata-rata berkategori cukup baik dan pada *owner* berkategori cukup dan setelah bekerja 3 *jobdesk* berkategori cukup. Sama seperti pada penelitian Simanjuntak, dkk (2019) yang meneliti pekerja dalam pengolahan batu alam, Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kecepatan yang dihasilkan sebesar 9,6 menunjukkan kategori baik, rata-rata kesalahan yang dihasilkan sebesar 18,2 menunjukkan kategori ragu-ragu, dan rata-rata konstansi yang dihasilkan sebesar 6,2 menunjukkan kategori cukup. Banyaknya kesalahan terjadi dikarenakan berkurangnya fokus dan konsentrasi pekerja dikarenakan konsentrasi penuh dikeluarkan pada saat pekerja melakukan pemotongan batu, hal tersebut dilakukan selama bertahun-tahun maka mengakibatkan kelelahan mental yang ditunjukkan dengan konsentrasi pekerja yang menurun.

Berdasarkan hasil yang sudah diperoleh dari kedua penelitian, terdapat perbedaan nilai yang terjadi karena tingkat kecepatan, ketelitian, dan konstansi setiap responden sebelum dan sesudah bekerja berbeda dan setiap responden memiliki tingkat kemampuan dalam bekerja yang berbeda satu sama lain. Ketiga nilai yang diperoleh didapatkan dari tingkat beban kerja yang dibebankan kepada setiap pekerja. Beban kerja merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap performansi kerja, yang dimana jika beban kerja semakin tinggi, maka performansi pekerja akan mengalami penurunan atau mengalami kelelahan. Kelelahan pada pekerja dapat mempengaruhi penurunan kecepatan, ketelitian, dan konstansi kerja.

5.2 Analisa Beban Kerja Fisik

Beban kerja fisik merupakan beban yang harus ditanggung tenaga kerja ketika melakukan aktivitas-aktivitas fisik. Beban kerja fisik dapat mengakibatkan turunya kinerja pekerja apabila beban yang ditanggung terlalu besar atau berkelanjutan (Maharja, 2015). Beban kerja fisik sendiri dapat dianalisa dengan beberapa metode yang berbeda. Salah satu metode yang kerap digunakan untuk menganalisa beban kerja fisik dari para pekerja adalah dengan menghitung *Cardiovascular Load* dari pekerja tersebut. Perhitungan *Cardiovascular Load* atau yang biasa disebut %CVL merupakan metode pengukuran beban kerja fisik dengan melakukan perbandingan antara peningkatan denyut nadi kerja dengan denyut nadi maksimum dari para subjek.

Analisa beban kerja fisik para pekerja pada PT. Central Teknik Sentosa pada penelitian ini menggunakan perhitungan %CVL. Perhitungan %CVL sendiri membutuhkan beberapa data untuk mendapatkan hasil yang diinginkan seperti denyut nadi kerja, denyut nadi istirahat, serta umur dari pekerja untuk menghitung denyut nadi maksimum. Pengambilan data-data tersebut dilakukan dengan beberapa cara. Denyut nadi kerja diambil pada jam kerja yaitu jam 08.00 WIB – 16.00 WIB dengan pengecualian pada jam 12.00 WIB yaitu waktu istirahat. Pengambilan denyut nadi kerja dilakukan sebanyak 1 kali pada setiap pekerja di tiap jam yang berarti 8 kali per hari di setiap pekerja. Denyut nadi istirahat diambil 5 menit setelah pekerja selesai

melakukan pekerjaannya. Pengambilan denyut nadi istirahat dilakukan sebanyak 1 kali per menit dan hal tersebut dilakukan sebanyak 5 kali. Denyut nadi maksimum sendiri dihitung dengan menggunakan umur para pekerja. Pengambilan denyut nadi kerja serta istirahat dilakukan selama hari senin sampai jumat. Pengambilan denyut nadi pada jam-jam tertentu selama bekerja dapat dilakukan dengan menggunakan oximeter yang diletakkan pada telunjuk masing-masing pekerja (Alfonso dkk, 2022).

Pengambilan data denyut nadi kerja dari pekerja pada PT. Central Teknik Sentosa menghasilkan data bahwa denyut nadi kerja paling besar adalah 150 kali/menit dan paling kecil 131 kali/menit. Denyut nadi kerja paling besar banyak ditemukan pada jam 15.00 WIB. Sedangkan untuk denyut nadi istirahat memiliki nilai paling besar 90 kali/menit dan terkecil 80 kali/menit. Hal ini mendandakan bahwa pekerja mengalami beban kerja yang berat karena denyut nadi kerja yang didapat adalah 130-150 per menit sedangkan untuk denyut nadi istirahat beban kerja yang dialami pekerja adalah ringan yaitu 80-90 per menit.

Data denyut nadi kerja dan istirahat dari operator, admin, dan *owner* yang sudah diambil selanjutnya dirata-ratakan dan dilakukan pengolahan rata-rata denyut nadi kerja dan istirahat operator secara keseluruhan. Hasil dari perhitungan rata-rata denyut nadi kerja adalah *owner* memiliki nilai terkecil yaitu 133,7 dan operator 4 memiliki nilai terbesar 145,5. Sedangkan untuk rata-rata denyut nadi istirahat *owner* memiliki nilai terkecil yaitu 82,6 dan operator 4 memiliki nilai terbesar 85,7. Nilai maksimal dan minimal denyut nadi terutama pada denyut nadi kerja yang didapat bukan merupakan nilai yang kecil. Hal ini dapat disebabkan akibat operator bekerja dalam posisi berdiri tanpa alat bantu seperti kursi selama kurang lebih 8 jam.

Data denyut nadi terakhir yang diperlukan untuk melakukan perhitungan %CVL dari para operator adalah denyut nadi maksimal. Data tersebut bisa didapatkan dari perhitungan umur para pekerja. Data denyut nadi maksimal terbesar yang didapat adalah 202 yang dimiliki oleh operator 4 yang berumur 54 tahun serta data terkecil yang didapat adalah 162 yang dimiliki oleh operator 8 yang berumur 18 tahun. Data denyut nadi yang diperlukan dalam perhitungan %CVL dapat diartikan bahwa umur

memiliki hubungan dengan besaran beban kerja yang diterima oleh para pekerja. Semakin banyak umur yang dimiliki oleh pekerja semakin mudah untuk jantung pekerja tersebut berdenyut lebih cepat yang menghasilkan rasa lelah.

Setelah semua data terkumpul, selanjutnya dilakukan perhitungan %CVL pada operator, admin, dan *owner*. Hasil %CVL terkecil terdapat pada operator 8 yang berumur 18 tahun dengan rata-rata denyut nadi kerja 140,8; rata-rata denyut nadi istirahat 85,3; dan denyut nadi maksimal 202 dengan nilai %CVL adalah 48% yang berarti perlu perbaikan tetapi tidak mendesak dan pekerja masih boleh kerja normal. Sedangkan hasil %CVL terbesar terdapat pada operator 4 yang berumur 54 tahun dengan rata-rata denyut nadi kerja 145,5; rata-rata denyut nadi istirahat 85,7; dan denyut nadi maksimal 162 dengan nilai %CVL adalah 78% yang berarti perlu perbaikan tetapi pekerja harus dikurangi waktu kerjanya saat itu juga. Hasil %CVL dari para pekerja dapat digunakan untuk menilai beban kerja yang dirasakan oleh para pekerja.

Persentase CVL yang didapat dari seluruh pekerja di PT. Sentral Teknik Sentosa memiliki nilai minimal 48% dan maksimal 63%. Terdapat 7 operator yang memiliki nilai di atas 50% yang berarti pekerja mengalami kelelahan dan memerlukan perbaikan dan 1 operator dibawah 50% yang berarti pekerja mengalami kelelahan tetapi belum memerlukan perbaikan. Secara keseluruhan, nilai tertinggi dari rata-rata %CVL seluruh pekerja ada pada bagian operator di PT. Sentral Teknik Sentosa dengan nilai 63%. Nilai tersebut berarti para operator itu perlu perbaikan dan pekerja harus dikurangnya waktu kerjanya saat itu juga atau menambah waktu istirahat. Pada penelitian Astuti, dkk (2021), terdapat 3 pekerja berada dalam rentang 30%-60% dan 3 pekerja lainnya berada dalam rentang 60%-80%. Beban kerja fisiologis tertinggi yaitu sebesar 75%, hal tersebut terjadi pada pekerja dengan usia tertinggi dimana kondisi fisik juga sudah menurun. Perbedaan hasil beban kerja dari masing-masing pekerja disebabkan karena faktor usia, kondisi fisik, serta pembagian pekerjaan yang tidak merata.

5.3 Analisa Penyebab Kelelahan Kerja & Usulan Perbaikan

Perbaikan dari suatu masalah dapat dilakukan dengan melihat penyebab dari masalah itu sendiri. Pada penelitian ini analisa penyebab masalah tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan Diagram Sebab-Akibat atau *Fishbone Diagram*. *Fishbone Diagram* sendiri merupakan diagram yang dapat digunakan untuk mengkategorikan berbagai sebab potensial suatu masalah dan menganalisa apa yang terjadi dalam suatu masalah melalui kategori tersebut. Kategori yang dapat digunakan antara lain adalah *Man, Method, Machine, Material, dan Environment*.

Pada penelitian ini, kategori yang digunakan untuk melihat penyebab masalah yang terjadi adalah Manusia, Metode, dan Lingkungan. Masalah yang difokuskan pada *Fishbone Diagram* yang dibuat adalah beban kerja operator yang tinggi. Hal tersebut didapat dari hasil %CVL operator yang memiliki nilai 63% dengan arti memerlukan perbaikan. Hasil yang didapat dari kategori manusia adalah pekerja yang merasa lelah dan konsentrasi yang turun sehingga beban kerjanya bertambah, lalu pekerja yang kurang terampil dalam melakukan pekerjaannya menyebabkan turunya efektifitas pekerjaan dan menimbulkan beban kerja yang lebih. Kategori metode memiliki beberapa penyebab seperti tidak ada SOP yang mengatur posisi kerja operator dan waktu kerja yang terlalu lama menyebabkan pekerja merasakan kelelahan yang berlebih. Faktor lingkungan memiliki beberapa penyebab seperti tempat kerja yang bising serta sempit.

Beban kerja operator yang tinggi dapat dilihat dari hasil %CVL yang merupakan pengukuran beban kerja fisiologis. Salah satu cara untuk menurunkan beban kerja fisiologis yang tinggi adalah dengan mengurangi waktu kerja (Hidayat dkk, 2020). Salah satu penelitian yang dilakukan oleh Hidayat dkk pada tahun 2020 meneliti tentang beban kerja fisiologis operator yang melakukan pekerjaan selama 7 jam. Dari hasil yang didapat beban kerja fisiologis dapat diturunkan dengan menambahkan jam istirahat pada jam 9.30-10.00 WIB dan 15.00–15.30. Hal tersebut juga dapat dilakukan pada penelitian kali ini dikarenakan %CVL dengan hasil 63% memerlukan perlunya penambahan waktu istirahat.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada PT. Sentral Teknik Sentosa, sesuai dengan pengumpulan dan pengolahan data, maka kesimpulan yang diperoleh adalah sebagai berikut.

1. Beban kerja mental berdasarkan metode *bourdon wiersma* pada 3 *jobdesk* yaitu rata-rata sebelum bekerja berkategori cukup baik dan setelah bekerja berkategori cukup atau lelah sedang.
2. Beban kerja fisik berdasarkan metode %CVL didapatkan adanya kelelahan pada operator dengan nilai 63% yang berarti diperlukan perbaikan dan pekerja harus dikurangnya waktu kerjanya saat itu juga.
3. Usulan perbaikan pada beban kerja fisik yang didapatkan adalah menambah jam istirahat. Berdasarkan perhitungan waktu istirahat di atas dapat diketahui bahwa waktu kerja memiliki nilai 8 jam atau 480 menit, konsumsi energi yang didapat dari perhitungan rata-rata konsumsi energi bernilai 4,5 kkal/menit, lalu rekomendasi pengeluaran energi memiliki nilai 4 kkal/menit. Dengan menggunakan variabel tersebut waktu istirahat dapat diketahui memiliki nilai 116 menit atau 1 jam 44 menit dengan pembagian jam istirahat yaitu pada setiap jam kerja akan ada waktu istirahat selama lebih kurang 5 menit dan pada jam 12.00 – 13.00 ada waktu istirahat selama 1 jam.

6.1 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pula, berikut ini adalah saran yang dapat peneliti sampaikan untuk penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Disarankan kepada pihak perusahaan untuk menambah waktu istirahat selama 44 menit sesuai dengan hasil yang didapat dari perhitungan %CVL dengan nilai 63%.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilliadi, E., Djanggu, N. H., & Rahmahwati, R. 2021. Pengukuran Beban Kerja Fisik Dan Mental Menggunakan Metode Cardiovascular Load (CVL) Dan Defence Research Agency Workload Scale (DRAWS) Pada Operator Stasiun Kerja Rotary Di PT. Sari Bumi Kusuma. *Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik*. Vol 5 No 1 : 88–94.
- Astuti, R. D., Rosyidasari, A., & Tyastuti, N. U. 2021. Analisis Beban Kerja Fisiologis dan Psikologis Pada Pekerja Bahan Bangunan UD Selo Tirto Menggunakan Metode Cardiovascular Load dan NASA-TLX. *Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC*. 2579–6429.
- Basri, A. A., & Suseno, A. 2023. *Klasifikasi Beban Kerja Berdasarkan Denyut Jantung Untuk Mengurangi Tingkat Kelelahan Dalam Bekerja*. Vol VII No 3 : 6056–6061.
- Dani, S. C. 2014. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja*. Gosyen Publishing.
- Dewi, L. P. 2021. Kajian Suhu Kelembaban Pencahayaan Dan Kelelahan Kerja Pada Pekerja Industri Batik “X” di Pijenan Wijirejo Pandak Bantul. *Diploma Thesis, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta*, 13–41.
- Aryanny, E & Baitil. B. 2021. Analisis Beban Kerja Operator di Bagian Produksi Dengan Metode *Cardiovascular Load* (CVL) dan *Bourdon Wiersma* Untuk Mengurangi Kelelahan di PT. XYZ. *Tekmapro : Jurnal of Engineering and Manajemen*. Vol. 16 No. 01 : 59-70.
- Etikariena, A. 2014. Perbedaan Kelelahan Kerja Berdasarkan Makna Kerja Pada Karyawan. *Jurnal Psikogenesis*. Vol 2 No 2 : 169–179.
- Gaol, M. J. L., Camelia, A., & Rahmiwati, A. 2018. ANALISIS FAKTOR RISIKO KELELAHAN KERJA PADA KARYAWAN BAGIAN PRODUKSI PT. ARWANA ANUGRAH KERAMIK, Tbk. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, Vol 9 No 1 : 53–63.
- Handika, F. S., Yuslistyari, E. I., & Hidayatullah, M. 2020. Analisis Beban Kerja Fisik Dan Mental Operator Produksi Di Pd. Mitra Sari. *Jurnal InTent*, Vol 3 No 2 : 82–89.
- Janssen, N, Kant, IJ, Swaen, GMH, Janssen, PPM, and Schroer, C. 2003. *Fatigue as a predictor of sickness absence: results from the Maastricht Cohort Study of fatigue at work*.
- Joko, S, Titin, I, O, Sigit, T, S. 2012. Pengaruh *Shift* Kerja Terhadap Kelelahan

Karyawan Dengan Metode *Bourdon Wiersma* dan *30 Items of Rating Scale*.

- Juniar, H. H., Astuti, R. D., & Iftadi, I. 2017. Analisis Sistem Kerja *Shift* Terhadap Tingkat Kelelahan dan Pengukuran Beban Kerja Fisik Perawat RSUD Karanganyar. *Performa 2017*. Vol. 16 No. 1 : 44-53
- Kasidin, P. D. K. 2021. Pengaruh beban kerja, stres kerja dan kelelahan kerja terhadap kinerja karyawan pada warung makan burjo 24 jam di area Solo. *Media Akuntansi*, Vol 33 No 1.
- Kuswardana. 2017. Analisis Penyebab Kecelakaan Kerja Menggunakan Metode RCA (Fishbone Diagram Method And 5 – Why Analysis) di PT . PAL Indonesia. *Conference on Safety Engineering and Its Application*, Vol 1 No 1 : 141–146.
- Mariawati, A. S., Herlina, L., Fitriyani, A., & Umyati, A. 2022. *Pengukuran tingkat kelelahan kerja teller bank menggunakan Bourdon Wiersma test*.
- Mualim, M., & Yusmidiarti, Y. 2020. Hubungan Ergonomi Dan Psikososial Dengan Kelelahan Kerja Pada Tenaga Kerja Perusahaan Dagang Sinar Harapan Teknik. *Mitra Raflesia (Journal of Health Science)*, Vol 11 No 2
- Nala. 2011. *Prinsip Pelatihan Fisik Olahraga*.
<http://search.jamas.or.jp/link/ui/2014143423>
- Oktaviani, R. T., Suardika, I. B., & Adriantantri, E. 2021. PENGUKURAN BEBAN KERJA FISILOGIS UNTUK MENGURANGI KELUHAN MUSCULOSKELETAL DISORDERS (MSDs) PADA PEKERJA PACKAGING UPPKS MAHARANI. *Jurnal Valtech (Jurnal Mahasiswa Teknik Industri)*, Vol 4 No 1 : 63–74.
- Purbasari, A., & Reginaldi. 2020. *Pengukuran Waktu Standar Pada Proses Pemasangan IC Program Menggunakan Metode Jam Henti*.
- Putri, M. V. 2020. Penerapan Metode Cardiovascular Load (CVL) Dalam Analisis Beban Kerja Operator. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi dan Vokasional*. Vol 2 No 2 : 42-49
- Qamariyah, B., & Nindya, T. S. 2018. Hubungan Antara Asupan Energi, Zat Gizi Makro dan Total Energy Expenditure dengan Status Gizi Anak Sekolah Dasar. *Amerta Nutrition*, Vol 2 No 1 : 59.
- Sabhirah, S. A & Rusindiyanto. 2013. Analisa Beban Kerja Fisik dan Mental Bagian Produksi Dengan Menggunakan Metode *Cardiovascular Load* (CVL) dan *Bourdon Wiersma* di PT. Romi Violeta. *Jurnal Teknik Mesin, Industri, Elektro, dan Informatika (JTMEI)*. Vol. 2 No. 2 : 150-167.
- Silaban, G. 1998. Kelelahan Kerja. *Majalah Kesehatan Masyarakat Indonesia (MKMI) Tahun XXVI 10*, : 539–544.

- Simanjuntak, R. A., Titin, I. O., & Setya, B, S. Evaluasi Beban Kerja Fisik dan Mental Pada Pekerja Bagian Produksi di PT. XYZ : 633-641.
- Stoner. 1986. *Buku Manajemen*. Edisi II. Bandung. Erlangga.
- Suwandi. 2022. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Kelelahan Kerja (Fatigue) pada Pengemudi Bus Antar Kota Palopo-Makassar. *Mega Buana Journal of Noursing*, Vol I No 2 : 73–83.
- Syafar, S., & Fiatno, A. 2018. Pengaruh Shift Kerja Terhadap Kelelahan Pekerja Pabrik Sawit Di Ptpn V Sei Galuh. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, Vol I No 2 : 88–97.
- Syamsuri, M. 2008. Faktor Yang Berhubungan Dengan Kelelahan Kerja Pada Pekerja Pengumpul Tol PT Margautama Nusantara Kota Makassar Tahun 2018. In *Universitas Hasanuddin Makassar*.
- Tarwaka. 2015. *Ergonomi Industri Dasar-Dasar Pengetahuan Ergonomi Dan Aplikasi Di Tempat Kerja*. Edisi Pertama. Harapan Offset.
- Widyananti, A. 2010. Hubungan antara kelelahan kerja dengan stress kerja pada tenaga kerja di pengolahan kayu lapis Wreksa Rahayu, Boyolali.
- Wiyarso, J. 2018. Hubungan Antara Shift Kerja Dan Beban Kerja Dengan Kelelahan Kerja Pada Perawat Di Ruang Rawat Inap Yeheskiel Dan Hana Di Rumah Sakit Umum Gmim Pancaran Kasih Manado. Vol 7 No 5.

LAMPIRAN

1. Foto Kegiatan



2. Foto saat melaksanakan pengukuran



3. Foto produk



4. Lampiran pengisian *bourdon wiersma*

HASIL BOURDON WIERSMA TEST
 NAMA: *Haan (81)*

BARIS KE-	SEBELUM		SESUDAH	
	PER BARIS	WAKTU KUMULATIF	PER BARIS	WAKTU KUMULATIF
1	4"	4"	4"	4"
2	5"	9"	5"	9"
3	7"	16"	6"	15"
4	8"	24"	6"	21"
5	9"	33"	7"	28"
6	11"	44"	7"	35"
7	13"	57"	8"	43"
8	15"	72"	8"	51"
9	17"	89"	9"	60"
10	19"	108"	9"	69"
11	21"	129"	10"	79"
12	23"	152"	10"	89"
13	25"	177"	11"	100"
14	27"	204"	11"	111"
15	29"	233"	12"	123"
16	31"	264"	12"	135"
17	33"	297"	13"	148"
18	35"	332"	13"	161"
19	37"	369"	14"	175"
20	39"	408"	14"	189"
21	41"	449"	15"	204"
22	43"	492"	15"	219"
23	45"	537"	16"	235"
24	47"	584"	16"	251"
25	49"	633"	17"	268"
26	51"	684"	17"	285"
27	53"	737"	18"	303"
28	55"	792"	18"	321"
29	57"	849"	19"	340"
30	59"	908"	19"	359"

HASIL BOURDON WIERSMA TEST
 NAMA: *Haan (81)*

BARIS KE-	SEBELUM		SESUDAH	
	PER BARIS	WAKTU KUMULATIF	PER BARIS	WAKTU KUMULATIF
1	10"	10"	10"	10"
2	10"	20"	10"	20"
3	10"	30"	10"	30"
4	10"	40"	10"	40"
5	10"	50"	10"	50"
6	10"	60"	10"	60"
7	10"	70"	10"	70"
8	10"	80"	10"	80"
9	10"	90"	10"	90"
10	10"	100"	10"	100"
11	10"	110"	10"	110"
12	10"	120"	10"	120"
13	10"	130"	10"	130"
14	10"	140"	10"	140"
15	10"	150"	10"	150"
16	10"	160"	10"	160"
17	10"	170"	10"	170"
18	10"	180"	10"	180"
19	10"	190"	10"	190"
20	10"	200"	10"	200"
21	10"	210"	10"	210"
22	10"	220"	10"	220"
23	10"	230"	10"	230"
24	10"	240"	10"	240"
25	10"	250"	10"	250"
26	10"	260"	10"	260"
27	10"	270"	10"	270"
28	10"	280"	10"	280"
29	10"	290"	10"	290"
30	10"	300"	10"	300"

HASIL BOURDON WIERSMA TEST
 NAMA: *Amir (91)*

BARIS KE-	SEBELUM		SESUDAH	
	PER BARIS	WAKTU KUMULATIF	PER BARIS	WAKTU KUMULATIF
1	6"	6"	6"	6"
2	7"	13"	7"	13"
3	10"	23"	9"	22"
4	11"	34"	10"	32"
5	13"	47"	11"	43"
6	15"	62"	12"	55"
7	17"	79"	13"	68"
8	19"	98"	14"	82"
9	21"	119"	15"	97"
10	23"	142"	16"	113"
11	25"	167"	17"	130"
12	27"	194"	18"	148"
13	29"	223"	19"	167"
14	31"	254"	20"	187"
15	33"	287"	21"	208"
16	35"	322"	22"	230"
17	37"	359"	23"	253"
18	39"	398"	24"	277"
19	41"	439"	25"	302"
20	43"	482"	26"	328"
21	45"	527"	27"	355"
22	47"	574"	28"	383"
23	49"	623"	29"	412"
24	51"	674"	30"	442"
25	53"	727"	31"	473"
26	55"	782"	32"	505"
27	57"	839"	33"	538"
28	59"	898"	34"	572"
29	61"	959"	35"	607"
30	63"	1022"	36"	643"

HASIL BOURDON WIERSMA TEST
 NAMA: *Eda (14)*

BARIS KE-	SEBELUM		SESUDAH	
	PER BARIS	WAKTU KUMULATIF	PER BARIS	WAKTU KUMULATIF
1	10"	10"	10"	10"
2	10"	20"	10"	20"
3	10"	30"	10"	30"
4	10"	40"	10"	40"
5	10"	50"	10"	50"
6	10"	60"	10"	60"
7	10"	70"	10"	70"
8	10"	80"	10"	80"
9	10"	90"	10"	90"
10	10"	100"	10"	100"
11	10"	110"	10"	110"
12	10"	120"	10"	120"
13	10"	130"	10"	130"
14	10"	140"	10"	140"
15	10"	150"	10"	150"
16	10"	160"	10"	160"
17	10"	170"	10"	170"
18	10"	180"	10"	180"
19	10"	190"	10"	190"
20	10"	200"	10"	200"
21	10"	210"	10"	210"
22	10"	220"	10"	220"
23	10"	230"	10"	230"
24	10"	240"	10"	240"
25	10"	250"	10"	250"
26	10"	260"	10"	260"
27	10"	270"	10"	270"
28	10"	280"	10"	280"
29	10"	290"	10"	290"
30	10"	300"	10"	300"

HASIL BOURDON WIERSMA TEST

NAMA: Kuifib (15)

BARIS KE.	SEBELUM		SESUDAH	
	PER BARIS	WAKTU KUMULATIF	PER BARIS	WAKTU KUMULATIF
1	8"		10"	
2	8"		11"	
3	9"		11"	
4	10"		10"	
5	10"		10"	
6	11"		11"	
7	11"		11"	
8	11"		11"	
9	10"		11"	
10	11"		11"	
11	11"		11"	
12	11"		11"	
13	11"		11"	
14	11"		11"	
15	11"		11"	
16	11"		11"	
17	11"		11"	
18	11"		11"	
19	11"		11"	
20	11"		11"	
21	11"		11"	
22	11"		11"	
23	11"		11"	
24	11"		11"	
25	11"		11"	
26	11"		11"	
27	11"		11"	
28	11"		11"	
29	11"		11"	
30	11"		11"	

HASIL BOURDON WIERSMA TEST

NAMA: Supriadi (12)

BARIS KE.	SEBELUM		SESUDAH	
	PER BARIS	WAKTU KUMULATIF	PER BARIS	WAKTU KUMULATIF
1	9"		11"	
2	9"		11"	
3	11"		11"	
4	10"		11"	
5	9"		11"	
6	11"		11"	
7	10"		11"	
8	11"		11"	
9	11"		11"	
10	11"		11"	
11	11"		11"	
12	10"		11"	
13	10"		11"	
14	10"		11"	
15	10"		11"	
16	11"		11"	
17	11"		11"	
18	11"		11"	
19	11"		11"	
20	10"		11"	
21	11"		11"	
22	11"		11"	
23	11"		11"	
24	11"		11"	
25	10"		11"	
26	11"		11"	
27	11"		11"	
28	11"		11"	
29	9"		11"	
30	9"		11"	

HASIL BOURDON WIERSMA TEST

NAMA: Masruki (17)

BARIS KE.	SEBELUM		SESUDAH	
	PER BARIS	WAKTU KUMULATIF	PER BARIS	WAKTU KUMULATIF
1	9"		10"	
2	10"		10"	
3	10"		11"	
4	11"		10"	
5	11"		10"	
6	11"		11"	
7	11"		11"	
8	11"		11"	
9	11"		11"	
10	11"		11"	
11	11"		11"	
12	11"		11"	
13	11"		11"	
14	11"		11"	
15	11"		11"	
16	11"		11"	
17	11"		11"	
18	11"		11"	
19	11"		11"	
20	11"		11"	
21	11"		11"	
22	11"		11"	
23	11"		11"	
24	11"		11"	
25	11"		11"	
26	11"		11"	
27	11"		11"	
28	11"		11"	
29	11"		11"	
30	11"		11"	

HASIL BOURDON WIERSMA TEST

NAMA: Purwandi (18)

BARIS KE.	SEBELUM		SESUDAH	
	PER BARIS	WAKTU KUMULATIF	PER BARIS	WAKTU KUMULATIF
1	8"		9"	
2	8"		9"	
3	8"		9"	
4	9"		9"	
5	10"		9"	
6	10"		9"	
7	10"		9"	
8	10"		9"	
9	10"		9"	
10	11"		9"	
11	11"		9"	
12	11"		9"	
13	11"		9"	
14	11"		9"	
15	11"		9"	
16	11"		9"	
17	11"		9"	
18	11"		9"	
19	11"		9"	
20	11"		9"	
21	11"		9"	
22	11"		9"	
23	11"		9"	
24	11"		9"	
25	11"		9"	
26	11"		9"	
27	11"		9"	
28	11"		9"	
29	11"		9"	
30	11"		9"	

HASIL BOURDON WIERSMA TEST

NAMA: Eico (05)

BARIS KE-	SEBELUM		SESUDAH	
	PER BARIS	WAKTU KUMULATIF	PER BARIS	WAKTU KUMULATIF
1	4"		5"	
2	5"		6"	
3	5"		7"	
4	3"		6"	
5	3"		7"	
6	6"		7"	
7	6"		8"	
8	7"		8"	
9	6"		7"	
10	6"		7"	
11	7"		7"	
12	7"		9"	
13	7"		10"	
14	7"		10"	
15	6"		11"	
16	7"		11"	
17	6"		11"	
18	6"		11"	
19	6"		11"	
20	6"		11"	
21	6"		11"	
22	7"		11"	
23	6"		11"	
24	6"		11"	
25	6"		11"	
26	6"		11"	
27	6"		11"	
28	6"		11"	
29	6"		11"	
30	6"		11"	

HASIL BOURDON WIERSMA TEST

NAMA: Yulief (110)

BARIS KE-	SEBELUM		SESUDAH	
	PER BARIS	WAKTU KUMULATIF	PER BARIS	WAKTU KUMULATIF
1	4"		4"	
2	4"		4"	
3	4"		4"	
4	4"		4"	
5	4"		4"	
6	4"		4"	
7	4"		4"	
8	4"		4"	
9	4"		4"	
10	4"		4"	
11	4"		4"	
12	4"		4"	
13	4"		4"	
14	4"		4"	
15	4"		4"	
16	4"		4"	
17	4"		4"	
18	4"		4"	
19	4"		4"	
20	4"		4"	
21	4"		4"	
22	4"		4"	
23	4"		4"	
24	4"		4"	
25	4"		4"	
26	4"		4"	
27	4"		4"	
28	4"		4"	
29	4"		4"	
30	4"		4"	

HASIL BOURDON WIERSMA TEST

NAMA: Jazman (111)

BARIS KE-	SEBELUM		SESUDAH	
	PER BARIS	WAKTU KUMULATIF	PER BARIS	WAKTU KUMULATIF
1	3"		10"	
2	7"		10"	
3	3"		10"	
4	3"		10"	
5	4"		10"	
6	4"		10"	
7	4"		10"	
8	4"		10"	
9	4"		10"	
10	6"		10"	
11	5"		10"	
12	7"		10"	
13	7"		10"	
14	5"		10"	
15	6"		10"	
16	4"		10"	
17	4"		10"	
18	6"		10"	
19	4"		10"	
20	7"		10"	
21	7"		10"	
22	7"		10"	
23	6"		10"	
24	6"		10"	
25	5"		10"	
26	6"		10"	
27	6"		10"	
28	6"		10"	
29	6"		10"	
30	6"		10"	

5. Perhitungan Bourdon Wiersma
 - a. Lampiran BW Sebelum Responden 2

Baris Ke-	Waktu Kumulatif	Waktu Per Baris
1	10"	10"

2	21"	11"
3	30"	9"
4	40"	10"
5	51"	11"
6	1'2"	11"
7	1'12"	10"
8	1'21"	9"
9	1'32"	11"
10	1'42"	10"
11	1'54"	12"
12	2'6"	12"
13	2'17"	11"
14	2'27"	10"
15	2'39"	12"
16	2'48"	9"
17	2'59"	11"
18	3'9"	10"
19	3'21"	12"
20	3'30"	9"
21	3'40"	10"
22	3'49"	9"
23	4'	11"
24	4'10"	10"
25	4'19"	9"
26	4'30"	11"
27	4'41"	11"
28	4'53"	12"
29	5'5"	12"
30	5'16"	11"

a. Kecepatan

Waktu (t)	Frekuensi (f)	t x f
9	6	54
10	7	70
11	8	88
12	4	48
Jumlah (n)	25	260

$$\bar{X} = \frac{\sum t \cdot f}{f} = \frac{260}{25} = 10,4$$

b. Ketelitian : Banyaknya kesalahan pengerjaan adalah 3

c. Kostansi

Waktu (t)	Frekuensi (f)	T	T ²	f x T ²
8	6	-1,40	1,96	11,76
9	7	-0,40	0,16	1,12
10	8	0,60	0,36	2,88
11	4	1,60	2,56	10,24
Jumlah (n)	25			26

$$\frac{\sum f \cdot T^2}{\bar{X}} = \frac{26}{25} = 1,04$$

3. Responden 3

Baris Ke-	Waktu Kumulatif	Waktu Per Baris
1	8"	8"
2	15"	7"
3	25"	10"
4	36"	11"
5	49"	13"
6	58"	9"
7	1'9"	11"
8	1'22"	13"
9	1'35"	13"
10	1'46"	11"
11	1'59"	13"
12	2'11"	12"
13	2'18"	7"
14	2'30"	12"
15	2'41"	11"
16	2'53"	12"
17	3'2"	9"
18	3'14"	12"
19	3'25"	11"
20	3'37"	12"

21	3'48"	11"
22	4'1"	13"
23	4'12"	11"
24	4'24"	12"
25	4'35"	11"
26	4'48"	13"
27	4'59"	11"
28	5'11"	12"
29	5'23"	12"
30	5'34"	11"

a. Kecepatan

Waktu (t)	Frekuensi (f)	t x f
7	1	7
9	2	18
10	1	10
11	1	11
12	6	72
13	6	78
Jumlah (n)	25	284

$$\bar{X} = \frac{\sum t \cdot f}{f} = \frac{284}{25} = 11,36$$

b. Ketelitian : Banyaknya kesalahan pengerjaan adalah 3

c. Konstansi

Waktu (t)	Frekuensi (f)	T	T ²	f x (T ²)
7	1	-4.36	19,01	19,01
9	2	-2.36	5,57	11,14
10	1	-1.36	1,85	1,85
11	9	-0.36	0,13	1,17
12	6	0.64	0,41	2,46
13	6	1.64	2,69	16,14
Jumlah (n)	25	-6,16		51,76

$$\frac{\sum f \cdot T^2}{\bar{X}} = \frac{51,76}{11,36} = 4,56$$

4. Respoden 4

Baris Ke-	Waktu Kumulatif	Waktu Per Baris
-----------	-----------------	-----------------

1	5"	5"
2	10"	5"
3	16"	6"
4	24"	8"
5	32"	8"
6	39"	7"
7	48"	9"
8	54"	6"
9	1'2"	8"
10	1'11"	9"
11	1'18"	7"
12	1'25"	7"
13	1'32"	7"
14	1'41"	9"
15	1'50"	9"
16	1'57"	7"
17	2'4"	7"
18	2'12"	8"
19	2'20"	8"
20	2'28"	8"
21	2'35"	7"
22	2'44"	9"
23	2'52"	8"
24	3'1"	9"
25	3'8"	7"
26	3'17"	9"
27	3'26"	9"
28	3'35"	9"
29	3'44"	9"
30	3'53"	9"

a. Kecepatan

Waktu (t)	Frekuensi (f)	t x f
6	2	12
7	8	56
8	7	56
9	8	72
Jumlah (n)	25	196

$$\bar{X} = \frac{\sum t \cdot f}{f} = \frac{196}{25} = 7,84$$

- b. Ketelitian : Banyaknya kesalahan pengerjaan adalah 5
 c. Konstansi

Waktu (t)	Frekuensi (f)	T	T ²	f x (T ²)
6	2	-1,84	3,39	6,77
7	8	-0,84	0,71	5,64
8	7	0,16	0,03	0,18
9	8	1,16	1,35	10,76
Jumlah (n)	30			23,36

$$\frac{\sum f \cdot T^2}{\bar{X}} = \frac{23,36}{7,84} = 2,8$$

5. Responden 5

Baris Ke-	Waktu Kumulatif	Waktu Per Baris
1	8"	8"
2	16"	8"
3	25"	9"
4	35"	10"
5	45"	10"
6	56"	11"
7	1'9"	13"
8	1'20"	11"
9	1'30"	10"
10	1'42"	12"
11	1'53"	11"
12	2'6"	13"
13	2'18"	12"
14	2'29"	11"
15	2'40"	11"
16	2'52"	12"
17	3'4"	12"
18	3'16"	12"
19	3'28"	12"
20	3'41"	13"
21	3'54"	13"

22	4'6"	12"
23	4'19"	13"
24	4'32"	13"
25	4'45"	13"
26	4'57"	12"
27	5'9"	12"
28	5'22"	13"
29	5'35"	13"
30	5'48"	13"

a. Kecepatan

Waktu (t)	Frekuensi (f)	t x f
9	1	9
10	3	30
11	5	55
12	9	108
13	7	91
Jumlah (n)	25	293

$$\bar{X} = \frac{\sum t \cdot f}{f} = \frac{293}{25} = 11,72$$

a. Ketelitian : Banyaknya kesalahan pengerjaan adalah 5

b. Konstansi

Waktu (t)	Frekuensi (f)	T	T ²	f x (T ²)
9	1	-2.72	7,40	7,40
10	3	-1.72	2,96	8,88
11	5	-0.72	0,52	2,59
12	9	0.28	0,08	0,71
13	7	1.28	1,64	11,47
Jumlah (n)	25			31,04

$$\frac{\sum f \cdot T^2}{\bar{X}} = \frac{31,04}{11,72} = 2,65$$

6. Responden 6

Baris Ke-	Waktu Kumulatif	Waktu Per Baris
1	9"	9"
2	18"	9"

3	29"	11"
4	40"	11"
5	49"	9"
6	1'1"	12"
7	1'11"	10"
8	1'23"	12"
9	1'32"	9"
10	1'44"	12"
11	1'55"	11"
12	2'5"	10"
13	2'15"	10"
14	2'25"	10"
15	2'35"	10"
16	2'47"	12"
17	2'58"	11"
18	3'9"	11"
19	3'21"	12"
20	3'31"	10"
21	3'43"	12"
22	3'54"	11"
23	4'6"	12"
24	4'18"	12"
25	4'28"	10"
26	4'40"	12"
27	4'51"	11"
28	5'2"	11"
29	5'11"	9"
30	5'20"	9"

a. Kecepatan

Waktu (t)	Frekuensi (f)	t x f
9	2	18
10	7	70
11	7	77
12	9	108
Jumlah (n)	25	273

$$\bar{X} = \frac{\sum t.f}{f} = \frac{273}{25} = 10,92$$

b. Ketelitian : Banyaknya kesalahan pengerjaan adalah 3

c. Konstansi

Waktu (t)	Frekuensi (f)	T	T ²	f x (T ²)
9	2	-1,92	3.69	7,37
10	7	-0.92	0.85	5,92
11	7	0.08	0.01	0.04
12	9	1,08	1.17	10,50
Jumlah (n)	30			23,84

$$\frac{\sum f \cdot T^2}{\bar{X}} = \frac{23,84}{10,92} = 2,18$$

7. Responden 7

Baris Ke-	Waktu Kumulatif	Waktu Per Baris
1	9"	9"
2	19"	10"
3	29"	10"
4	40"	11"
5	52"	12"
6	1'4"	12"
7	1'16"	12"
8	1'27"	11"
9	1'40"	13"
10	1'52"	12"
11	2'4"	12"
12	2'16"	12"
13	2'28"	12"
14	2'40"	12"
15	2'54"	14"
16	3'8"	14"
17	3'22"	14"
18	3'34"	12"
19	3'46"	12"
20	3'58"	12"
21	4'11"	13"
22	4'24"	13"
23	4'37"	13"
24	4'51"	14"

25	5'4"	13"
26	5'17"	13"
27	5'30"	13"
28	5'43"	13"
29	5'56"	13"
30	6'9"	13"

a. Kecepatan

Waktu (t)	Frekuensi (f)	t x f
10	1	10
11	2	22
12	11	132
13	7	91
14	4	56
Jumlah (n)	25	311

$$\bar{X} = \frac{\sum t \cdot f}{f} = \frac{311}{25} = 12,44$$

b. Konstansi : Banyaknya kesalahan pengerjaan adalah 4

c. Konstansi

Waktu (t)	Frekuensi (f)	T	T ²	f x (T ²)
10	1	-2.44	5.95	5.95
11	2	-1.44	2.07	4.15
12	11	-0.44	0.19	2.13
13	7	0.56	0.31	2.20
14	4	1.56	2.43	9.74
Jumlah (n)	30	-4.8	21.34	24.16

$$\frac{\sum f \cdot T^2}{\bar{X}} = \frac{24.16}{12,44} = 1,94$$

8. Responden 8

Baris Ke-	Waktu Kumulatif	Waktu Per Baris
1	8"	8"
2	16"	8"
3	24"	8"
4	33"	9"
5	43"	10"
6	53"	10"

7	1'3"	10"
8	1'11"	8"
9	1'19"	8"
10	1'30"	11"
11	1'37"	7"
12	1'44"	7"
13	1'52"	8"
14	2'3"	11"
15	2'10"	7"
16	2'17"	7"
17	2'25"	8"
18	2'34"	9"
19	2'43"	9"
20	2'51"	8"
21	3'2"	11"
22	3'9"	7"
23	3'16"	7"
24	3'23"	7"
25	3'34"	11"
26	3'41"	7"
27	3'48"	7"
28	3'59"	11"
29	4'9"	10"
30	4'20"	11"

a. Kecepatan

Waktu (t)	Frekuensi (f)	t x f
7	9	63
8	6	48
9	3	27
10	3	30
11	4	44
Jumlah (n)	325	212

$$\bar{X} = \frac{\sum t.f}{f} = \frac{212}{25} = 8,48$$

b. Ketelitian : Banyaknya kesalahan pengerjaan adalah 5

c. Konstansi

Waktu (t)	Frekuensi (f)	T	T ²	f x (T ²)
7	9	-1.48	2.19	19.7
8	3	-0.67	0.23	1.38
9	3	0.52	0.27	0.81
10	3	1.52	2,31	6.93
11	4	2.52	6.35	25.40
Jumlah (n)	25			54.24

$$\frac{\sum f \cdot T^2}{\bar{X}} = \frac{54.24}{8,48} = 6.4$$

9. Responden 9

Baris Ke-	Waktu Kumulatif	Waktu Per Baris
1	4"	4"
2	9"	5"
3	14"	5"
4	19"	5"
5	26"	7"
6	32"	6"
7	38"	6"
8	45"	7"
9	51"	6"
10	57"	6"
11	1'4"	7"
12	1'11"	7"
13	1'18"	7"
14	1'25"	7"
15	1'31"	6"
16	1'38"	7"
17	1'44"	6"
18	1'50"	6"
19	1'56"	6"
20	2'2"	6"
21	2'8"	6"
22	2'15"	7"
23	2'21"	6"
24	2'27"	6"
25	2'33"	6"
26	2'29"	6"

27	2'45"	6"
28	2'51"	6"
29	2'57"	6"
30	3'3"	6"

a. Kecepatan

Waktu (t)	Frekuensi (f)	t x f
5	2	10
6	15	90
7	8	56
Jumlah (n)	30	156

$$\bar{X} = \frac{\sum t \cdot f}{f} = \frac{156}{25} = 6,24$$

b. Ketelitian : Banyaknya kesalahan pengerjaan adalah 2

c. Konstansi

Waktu (t)	Frekuensi (f)	T	T ²	f x (T ²)
5	2	-1.24	1.54	3.08
6	15	-0.24	0.06	0.86
7	8	0.76	0.58	4.62
Jumlah (n)	25	-2.27	6.28	8.56

$$\frac{\sum f \cdot T^2}{\bar{X}} = \frac{8.56}{6.24} = 1.37$$

10. Responden 10

Baris Ke-	Waktu Kumulatif	Waktu Per Baris
1	8"	8"
2	16"	8"
3	24"	8"
4	32"	8"
5	40"	8"
6	48"	8"
7	57"	9"
8	1'6"	9"
9	1'15"	9"
10	1'24"	9"
11	1'34"	10"
12	1'42"	8"

13	1'50"	8"
14	2"	10"
15	2'9"	9"
16	2'19"	10"
17	2'28"	9"
18	2'38"	10"
19	2'46"	8"
20	2'55"	9"
21	3'5"	10"
22	3'15"	10"
23	3'24"	9"
24	3'33"	9"
25	3'44"	11"
26	3'55"	11"
27	4'6"	11"
28	4'17"	11"
29	4'28"	11"
30	4'39"	11"

a. Kecepatan

Waktu (t)	Frekuensi (f)	t x f
8	7	56
9	9	81
10	6	60
11	3	33
Jumlah (n)	25	230

$$\bar{X} = \frac{\sum t \cdot f}{f} = \frac{230}{25} = 9,2$$

b. Ketelitian : Banyaknya kesalahan pengerjaan adalah 3

c. Konstansi

Waktu (t)	Frekuensi (f)	T	T ²	f x (T ²)
8	7	-1.2	1.44	10.08
9	9	-0.2	0.04	1.36
10	6	0.8	0.64	3.84
11	3	1.8	3.24	9.72
Jumlah (n)	25	1.2	5.36	24

$$\frac{\sum f \cdot T^2}{\bar{X}} = \frac{24}{9,2} = 2.6$$

11. Responden 11

Baris Ke-	Waktu Kumulatif	Waktu Per Baris
1	3"	3"
2	6"	3"
3	9"	3"
4	12"	3"
5	16"	4"
6	20"	4"
7	24"	4"
8	28"	4"
9	32"	4"
10	38"	6"
11	43"	5"
12	48"	5"
13	53"	5"
14	58"	5"
15	1'4"	6"
16	1'8"	4"
17	1'12"	4"
18	1'18"	6"
19	1'22"	4"
20	1'27"	5"
21	1'32"	5"
22	1'37"	5"
23	1'43"	6"
24	1'49"	6"
25	1'54"	5"
26	2"	6"
27	2'6"	6"
28	2'12"	6"
29	2'18"	6"
30	2'24"	6"

d. Kecepatan

Waktu (t)	Frekuensi (f)	t x f
-----------	---------------	-------

3	2	6
4	8	32
5	8	40
6	7	42
Jumlah (n)	25	120

$$\bar{X} = \frac{\sum t.f}{f} = \frac{120}{25} = 4$$

a. Ketelitian : Banyaknya kesalahan pengerjaan adalah 3

b. Konstansi

Frekuensi (f)	T	T ²	f x (T ²)
2	-1	1	2
8	0	0	0
8	1	1	8
7	2	4	28
25			38

$$\frac{\sum f.T^2}{\bar{X}} = \frac{38}{4} = 9.5$$

6. Lampiran CVL

a. Selasa

Berikut adalah rata-rata dari DNK dan DNI dari para operator berdasarkan data yang diambil pada hari Selasa.

Tabel . Perhitungan Rata-Rata DNK & DNI Operator (Selasa)

Operator	Denyut Nadi Kerja (Jam)									Denyut Nadi Istirahat (Menit Ke-					
	8	9	10	11	13	14	15	16	Rata-Rata	1	2	3	4	5	Rata-Rata
1	149	131	149	138	142	141	142	146	142,3	88	87	83	82	80	84
2	135	135	130	138	138	133	137	134	135	90	86	85	84	80	85
3	134	139	135	139	138	140	136	138	137,4	88	88	88	87	80	86,2
4	146	144	148	149	149	145	142	145	146	90	86	86	85	83	86
5	133	133	132	133	139	131	130	140	133,9	89	88	83	83	81	84,8
6	131	131	133	136	135	134	130	138	133,5	90	86	86	86	81	85,8
7	133	145	130	150	149	134	147	145	141,7	88	87	85	84	82	85,2

8	142	139	144	150	138	148	134	147	142,8	90	87	83	82	81	84,6
9	139	131	134	139	146	131	141	131	136,5	89	87	87	81	80	84,8
10	135	134	139	134	130	141	132	139	135,5	88	86	84	83	81	84,4
11	136	134	150	135	144	132	149	150	141,3	88	85	84	83	82	84,4

Contoh Perhitungan

1. Rata-Rata DNK Operator 1 (Selasa)

$$= (149 + 131 + 149 + 138 + 142 + 141 + 142 + 146)/8$$

$$= 142,3$$

2. Rata-Rata DNI Operator 1 (Selasa)

$$= (88 + 87 + 83 + 82 + 80)$$

$$= 84$$

Tabel dan contoh perhitungan di atas memperlihatkan nilai rata-rata dari selama operator bekerja dan setelah operator selesai bekerja pada hari Selasa.

b. Rabu

Berikut adalah rata-rata dari DNK dan DNI dari para operator berdasarkan data yang diambil pada hari Rabu.

Tabel . Perhitungan Rata-Rata DNK & DNI Operator (Rabu)

Operator	Denyut Nadi Kerja (Jam)									Denyut Nadi Istirahat (Menit Ke-					
	8	9	10	11	13	14	15	16	Rata-Rata	1	2	3	4	5	Rata-Rata
1	134	149	136	130	130	149	150	149	140,9	90	87	86	83	82	85,6
2	136	133	131	138	132	138	131	134	134,2	89	88	87	84	83	86,2
3	140	140	133	130	138	134	139	135	136,2	89	88	87	84	82	86
4	143	140	141	149	148	144	145	149	144,9	89	87	87	86	82	86,2
5	136	134	130	130	135	140	130	138	134,2	88	84	83	82	80	83,4
6	133	131	136	136	131	132	130	132	132,7	90	88	87	84	82	86,2
7	130	136	138	146	137	138	134	147	138,3	89	87	86	85	80	85,4
8	137	150	143	138	150	133	135	143	141,2	89	88	85	84	80	85,2
9	144	146	143	148	134	135	139	141	141,3	89	86	84	83	81	84,6
10	144	137	148	138	146	131	150	134	141	88	88	87	87	87	87,4
11	137	146	150	130	132	134	149	142	140	90	89	82	82	80	84,6

Contoh Perhitungan

1. Rata-Rata DNK Operator 1 (Rabu)

$$= (134 + 149 + 136 + 130 + 130 + 149 + 150 + 149)/8$$

$$= 140,9$$
2. Rata-Rata DNI Operator 1 (Rabu)

$$= (90 + 87 + 86 + 83 + 82)$$

$$= 85,6$$

Tabel dan contoh perhitungan di atas memperlihatkan nilai rata-rata dari selama operator bekerja dan setelah operator selesai bekerja pada hari Rabu.

c. Kamis

Berikut adalah rata-rata dari DNK dan DNI dari para operator berdasarkan data yang diambil pada hari Kamis.

Tabel . Perhitungan Rata-Rata DNK & DNI Operator (Kamis)

Operator	Denyut Nadi Kerja (Jam)								Denyut Nadi Istirahat (Menit Ke-						
	8	9	10	11	13	14	15	16	Rata-Rata	1	2	3	4	5	Rata-Rata
1	144	149	132	147	132	136	132	143	139,4	90	84	83	83	81	84,2
2	131	140	133	136	131	139	138	132	135	88	88	85	85	81	85,4
3	137	138	133	139	133	139	140	132	136,4	90	88	83	81	80	84,4
4	149	144	141	146	145	149	147	141	145,3	90	90	87	87	86	88
5	134	133	132	134	132	131	140	133	133,7	90	85	85	83	80	84,6
6	133	130	133	137	134	136	133	132	133,5	90	87	86	85	84	86,4
7	134	143	135	138	138	139	137	146	138,8	90	89	86	83	82	86
8	140	139	137	132	133	150	133	140	138	89	89	87	86	83	86,8
9	143	135	130	130	150	145	132	131	137	90	85	85	84	83	85,4
10	131	130	133	136	135	130	137	143	134,4	90	89	85	81	80	85
11	143	148	142	136	143	133	139	143	140,9	89	87	86	85	81	85,6

Contoh Perhitungan

1. Rata-Rata DNK Operator 1 (Kamis)

$$= (144 + 149 + 132 + 147 + 132 + 136 + 132 + 143)/8$$

$$= 139,4$$
2. Rata-Rata DNI Operator 1 (Kamis)

$$= (90 + 84 + 83 + 83 + 81)$$

$$= 84,2$$

Tabel dan contoh perhitungan di atas memperlihatkan nilai rata-rata dari selama operator bekerja dan setelah operator selesai bekerja pada hari Kamis.

d. Jumat

Berikut adalah rata-rata dari DNK dan DNI dari para operator berdasarkan data yang diambil pada hari Jumat.

Tabel . Perhitungan Rata-Rata DNK & DNI Operator (Jumat)

Operator	Denyut Nadi Kerja (Jam)									Denyut Nadi Istirahat (Menit Ke-					
	8	9	10	11	13	14	15	16	Rata-Rata	1	2	3	4	5	Rata-Rata
1	137	139	133	130	135	132	141	135	135,3	87	85	83	82	80	83,4
2	140	131	139	138	140	131	135	134	136	88	84	84	83	82	84,2
3	138	138	138	133	135	137	140	139	137,3	85	85	84	83	81	83,6
4	142	143	145	148	149	147	148	142	145,5	89	88	83	82	80	84,4
5	134	139	136	131	134	138	134	139	135,7	87	87	86	83	81	84,8
6	132	138	134	134	136	132	137	130	134,2	86	85	84	84	80	83,8
7	145	141	133	147	137	139	133	131	138,3	90	87	84	82	80	84,6
8	140	140	148	142	149	135	150	144	143,5	86	86	86	82	80	84
9	141	133	134	142	130	144	145	145	139,3	87	86	81	80	80	82,8
10	144	141	147	131	132	149	142	146	141,5	90	90	83	83	83	85,8
11	130	139	136	137	132	148	150	144	139,5	89	85	84	82	82	84,4

Contoh Perhitungan

1. Rata-Rata DNK Operator 1 (Jumat)

$$= (137 + 139 + 133 + 130 + 135 + 132 + 141 + 135)/8$$

$$= 135,3$$

2. Rata-Rata DNI Operator 1 (Jumat)

$$= (87 + 85 + 83 + 82 + 80)$$

$$= 83,4$$

Tabel dan contoh perhitungan di atas memperlihatkan nilai rata-rata dari selama operator bekerja dan setelah operator selesai bekerja pada hari Jumat.

Setelah semua rata-rata DNK dan DNI pada setiap hari dihitung, selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata DNK dan DNI secara keseluruhan. Berikut adalah hasil perhitungan tersebut.

Tabel . Perhitungan Rata-Rata Denyu Nadi Kerja Operator Keseluruhan

Operator	Rata-Rata Denyut Nadi Kerja					
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Rata-Rata DNK
1	141,9	142,3	140,9	139,4	135,3	140
2	134	135	134,2	135	136	134,9
3	135,7	137,4	136,2	136,4	137,3	136,6
4	144,2	146	144,9	145,3	145,5	145,2
5	134	133,9	134,2	133,7	135,7	134,3
6	135,2	133,5	132,7	133,5	134,2	133,9
7	143,4	141,7	138,3	138,8	138,3	140,1
8	138,5	142,8	141,2	138	143,5	140,8
9	141,7	136,5	141,3	137	139,3	139,2
10	141,2	135,5	141	134,4	141,5	138,8
11	141	141,3	140	140,9	139,5	140,6

Contoh Perhitungan

2. Rata-Rata DNK Keseluruhan Operator 1

$$= (141,9 + 142,3 + 140,9 + 139,4 + 135,3)/5$$

$$= 140$$

Tabel . dan contoh perhitungan di atas memperlihatkan nilai rata-rata denyut nadi kerja dari setiap operator berdasarkan rata-rata denyut nadi kerja pada setiap hari yang sebelumnya sudah dihitung. Data rata-rata denyut nadi kerja keseluruhan tersebut akan digunakan dalam perhitungan nilai %CVL dari setiap operator.

Selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata denyut nadi istirahat operator keseluruhan. Berikut adalah hasil perhitungan tersebut.

Tabel . Perhitungan Rata-Rata Denyu Nadi Istirahat Operator Keseluruhan

Operator	Rata-Rata Denyut Nadi Kerja					
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Rata-Rata DNI

1	85,8	84	85,6	84,2	83,4	84,6
2	85,6	85	86,2	85,4	84,2	85,3
3	86	86,2	86	84,4	83,6	85,3
4	83,8	86	86,2	88	84,4	85,7
5	82,2	84,8	83,4	84,6	84,8	84
6	85,6	85,8	86,2	86,4	83,8	85,6
7	82,8	85,2	85,4	86	84,6	84,8
8	85,6	84,6	85,2	86,8	84	85,3
9	84,6	84,8	84,6	85,4	82,8	84,5
10	84,6	84,4	87,4	85	85,8	85,5
11	86,8	84,4	84,6	85,6	84,4	85,2

Contoh Perhitungan

4. Rata-Rata DNI Keseluruhan Operator 1

$$= (85,8 + 84 + 85,6 + 84,2 + 83,4)/5$$

$$= 84,6$$

Tabel . dan contoh perhitungan di atas memperlihatkan nilai rata-rata denyut nadi istirahat dari setiap operator berdasarkan rata-rata denyut nadi istirahat pada setiap hari yang sebelumnya sudah dihitung. Data rata-rata denyut nadi istirahat keseluruhan tersebut akan digunakan dalam perhitungan nilai %CVL dari setiap operator.