



Pengukuran Beban Kerja Operator Boiler Berdasarkan Denyut Nadi Melalui Pendekatan Fisiologis di PT. Beurata Subur Persada

Yusi Hidjrawan^{1*}, Irwanda², Marlinda³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teuku Umar, Jl. Alue Peunyareng, Meurebo, Aceh Barat, 23615, Indonesia.

*Corresponding author: yusihidjrawan@utu.ac.id

ARTICLE INFO

Received: 04-04-2022
Revision: 19-04-2022
Accepted: 21-04-2022

Keywords:

Pendekatan Fisiologis
Cardiovascular Load
Stasiun Boiler

ABSTRAK

PT. Beurata Subur Persada adalah perusahaan yang digunakan sebagai objek penelitian. Perusahaan ini bergerak di bidang produksi pengolahan kelapa sawit. Perusahaan ini memiliki beberapa stasiun salah satunya stasiun *boiler* dimana beroperasi dibagian yang menghasilkan *steam*. *Steam* diperoleh dengan memanaskan bejana yang berisi air dengan menggunakan bahan bakar. Proses pemasukan bahan bakar yang dilakukan oleh operator *boiler* cukup berpotensi timbulnya resiko kerja, proses pemasukan bahan bakar dilakukan menggunakan alat berupa sekrop yang jaraknya terlalu dekat dengan proses pembakaran sehingga dapat membahayakan operator dan timbulnya cedera yang diakibatkan hantaran paparan panas dan percikan api akibat hembusan angin. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kategori beban kerja fisik operator pada proses *assembly* manual dengan pendekatan fisiologi dimana dilakukan pengukuran denyut nadi pemulihan. Penelitian dilakukan pada bagian boiler yang memiliki 4 operator. Dimana dilakukan pengukuran denyut nadi operator setelah dan sebelum beraktivitas. Hasil penelitian menunjukkan nilai beban kerja fisik Beban kerja fisik yang dialami oleh seluruh operator berdasarkan perhitungan konsumsi energi berada dalam kategori beban kerja sedang. Sehingga dapat disimpulkan persentase %CVL berada dalam kategori nadi pemulihan tidak normal, beban kerja berlebihan, perlu ada perbaikan.

1. PENDAHULUAN

Manusia memegang peran yang penting dalam keberlangsungan sebuah perusahaan, maka penting bagi perusahaan untuk memberikan fokus terhadap kondisi pekerjanya dalam menyelesaikan pekerjaan. Setiap jenis pekerjaan yang dilakukan akan memiliki beban kerja yang berbeda. Idealnya, beban kerja yang diterima oleh seorang pekerja sesuai dengan kemampuannya. Namun sejumlah dampak buruk dapat terjadi jika beban fisik suatu pekerjaan telah melampaui kapasitas fisiologis yang dialami pekerja. Dampak aktivitas kerja dari pengerahan tenaga manusia yang melebihi kemampuannya yaitu rendahnya kenyamanan kerja, tingginya tingkat absensi pekerja, menimbulkan stress fisik maupun mental dan mempengaruhi kesehatan pekerja. Kerja fisik konsumsi energi merupakan faktor utama yang dijadikan tolak ukur penentuan berat atau ringannya suatu pekerjaan [1]. Kerja fisik (*manual operation*) memerlukan energi fisik manusia sebagai sumber tenaganya (*power*), dimana performans kerja sepenuhnya akan tergantung pada manusia yang berfungsi sebagai sumber tenaga (*power*) atau pengendali kerja. Energi yang dikeluarkan atau dikonsumsi terjadi karena adanya proses metabolisme yang terjadi di dalam otot yang ditunjang oleh sistem *cardiovascular* dan sistem pernafasan yang terdapat di dalam tubuh [2]. Peran tenaga kerja sangat memberikan perhatian khusus bagi perusahaan. Semua perusahaan baik itu perusahaan yang sedang berkembang ataupun perusahaan yang sudah maju sekalipun tidak akan lepas dari peran tenaga kerja. Karena perusahaan menyadari hal

tersebut maka perusahaan harus mampu menentukan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan perusahaan [3].

PT. Beurata Subur Persada (BSP) merupakan salah satu perusahaan agro industri yang bergerak di bidang pengolahan kelapa sawit. Salah satu stasiun kerja pada PT BSP adalah stasiun *boiler* yang berkerja untuk menghasilkan *steam*. *Steam* diperoleh dengan memanaskan bejana yang berisi air dengan menggunakan bahan bakar. Adapun bahan bakar yang disalurkan masih belum mencukupi, sehingga tenaga fisik manusia berperan penting dalam proses penyaluran bahan bakar secara manual. Proses pemasukan bahan bakar yang dilakukan oleh operator *boiler* cukup berpotensi timbulnya resiko kerja, dikarenakan proses pemasukan bahan bakar dilakukan menggunakan alat berupa sekrop terlalu dekat dengan proses pembakaran sehingga dapat membahayakan operator dan timbulnya cedera yang diakibatkan hantaran paparan panas dan percikan api akibat hembusan angin. Kondisi kerja yang dialami pada stasiun *boiler* selain timbulnya resiko kerja juga dapat mempengaruhi performansi kinerja, sehingga dibutuhkan pengukuran beban kerja fisik melalui pendekatan fisiologis. Beban aktivitas pekerjaan yang ditanggung oleh pekerja dalam menyelesaikan pekerjaannya cenderung menimbulkan beban kerja secara fisiologis [11]. Fisiologi kerja merupakan salah satu cabang ilmu ergonomi yang fokus terhadap pengukuran energi yang dikeluarkan atau energi yang dikonsumsi oleh manusia. Energi yang di konsumsi/dikeluarkan terjadi karena adanya proses metabolisme yang terjadi di dalam otot yang ditunjang oleh sistem *cardiovascular* dan sistem pernafasan yang terdapat di dalam tubuh. Pemanfaatan biomassa *fiber* dan cangkang secara optimal sangat berguna dalam hal peningkatan efisiensi *boiler* dan akan digunakan berguna untuk menganalisis sistem kerja *boiler*. *Fiber* dan cangkang adalah salah satu contoh bahan bakar padat yang digunakan pada *boiler* Dalam perspektif ergonomi, beban kerja yang diperoleh tubuh manusia harus sesuai atau seimbang pada kemampuan atau kapasitas fisik, kemampuan kognitif serta keterbatasan tubuh manusia yang memperoleh beban tersebut [2].

Penelitian ini bertujuan untuk menilai kategori beban kerja fisik operator dengan persentase %CVL, melakukan pengukuran denyut nadi sebelum aktivitas dan pengukuran denyut nadi pemulihan setelah aktivitas pada proses *assembly* manual dengan pendekatan fisiologi

2. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian deskriptif yaitu penelitian yang berusaha untuk memaparkan pemecahan terhadap suatu masalah ada sekarang secara sistematis dan faktual berdasarkan data.

Penelitian ini diawali dengan dilakukan pengumpulan data primer yaitu data yang diperoleh berdasarkan pengamatan untuk mendapatkan data yang di perlukan. Data yang dikumpulkan meliputi : Denyut Nadi Kerja (DNI) yang dilakukan pada setiap masing masing operator sebelum melakukan aktifitas, selanjutnya operator melakukan aktivitas penyaluran bahan bakar pada boiler dengan waktu kerja 30 menit, data yang kedua yang harus di kumpulkan yaitu Denyut Nadi Kerja (DNK) yang dilakukan pada setiap masing operator sesudah melakukan aktifitas, Selesai operator melakukan aktivitas, diukur Denyut Nadi Kerja (DNK) selama 30 detik dengan bantuan *stopwatch*, Setelah 30 detik pengukuran Denyut Nadi Kerja (DNK) diukur lagi Denyut Nadi Pemulihan (P) dihitung pada akhir 30 detik pada menit pertama (P1), kedua (P2) dan ketiga (P3). Kemudian Data yang dilakukan adalah Data sekunder yaitu data yang diperoleh dari referensi yang berhubungan dengan masalah yang dibahas dan data yang diperoleh di tempat penelitian. Setelah tahapan pengumpulan data, maka dilakukan pengolahan data meliputi:

- a. Tingkat Beban Kerja Berdasarkan Kriteria Denyut Jantung Pengukuran denyut jantung memiliki keunggulan utama lain daripada konsumsi oksigen sebagai indikator proses metabolisme: denyut jantung merespons lebih cepat terhadap perubahan dalam tuntutan pekerjaan [4]. Pengukuran dengan kriteria denyut jantung, dapat dilakukan dengan merasakan denyut jantung yang ada pada arteri radial pada pergelangan tangan atau nadi pekerja, mengukur nadi pekerja memberikan hasil yang cukup akurat, serta tidak mengganggu ataupun menyakiti pekerja yang diperiksa [5]. Selain mudah, murah dan cepat serta berfungsi untuk menilai berat atau ringannya beban kerja. Pengukuran denyut jantung dalam mengetahui beban kerja dilakukan pada saat istirahat, selama bekerja hingga akan pulang kerja. Mengukur denyut jantung (*heart rate*) dapat dikalkulasikan dengan rumus berikut:[4], [12], [14] [6].

$$\% HR = \frac{\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat}}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}} \times 100$$

Perhitungan denyut nadi kerja kemudian dibandingkan dibandingkan dengan denyut nadi maksimum karena beban kardiovaskuler *cardiovascular* atau % CVL untuk menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan peningkatan denyut nadi kerja yang dihitung berdasarkan rumus di bawah ini: [4]-[6], [12], [15],

$$\% CVL = \frac{100 \times (\text{denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat})}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}}$$

Denyut nadi maksimum adalah 220 dikurangi usia untuk laki-laki dan 200 dikurangi usia untuk wanita [6], [11], [15]. Dari perhitungan %CVL tersebut, kemudian akan dibandingkan dengan klasifikasi yang telah ditetapkan.

- b. Tingkat Beban Kerja Berdasarkan Kriteria Konsumsi Oksigen dan Konsumsi Energi Denyut jantung (yang diukur melalui denyut nadi) memiliki hubungan linier dengan konsumsi oksigen atau pekerjaan yang dilakukan, indikator beban kerja dapat diketahui oleh jumlah oksigen yang digunakan dalam tubuh (VO₂) [6], sehingga data denyut jantung untuk memprediksi nilai konsumsi oksigen. Berdasarkan kriteria fisiologi, energi yang dibutuhkan manusia untuk bekerja di industri dengan 8 jam kerja tidak boleh melebihi 30% - 40% dari kapasitas aerobik maksimal (VO₂ maks) dari pekerja terkait. Fisik beban kerja yang dapat melebihi batas tersebut akan menghasilkan sejumlah efek buruk, misalnya: berkurang kinerja, kelelahan berlebihan, termasuk potensi cedera dan kecelakaan [13].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil data yang dikumpulkan pada setiap operator boiler digunakan untuk pengolahan data melalui pendekatan fisiologis kerja adalah metode yang digunakan pada kajian ini yaitu metode langsung dan metode tidak langsung. Tahap pertama pada pendekatan fisiologis yaitu metode penilaian langsung yaitu menentukan konsumsi energi operator pada saat bekerja. Adapun rekapitulasi perhitungan konsumsi energi operator saat melakukan aktivitas dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi Perhitungan Konsumsi Energi Operator Saat Beraktivitas

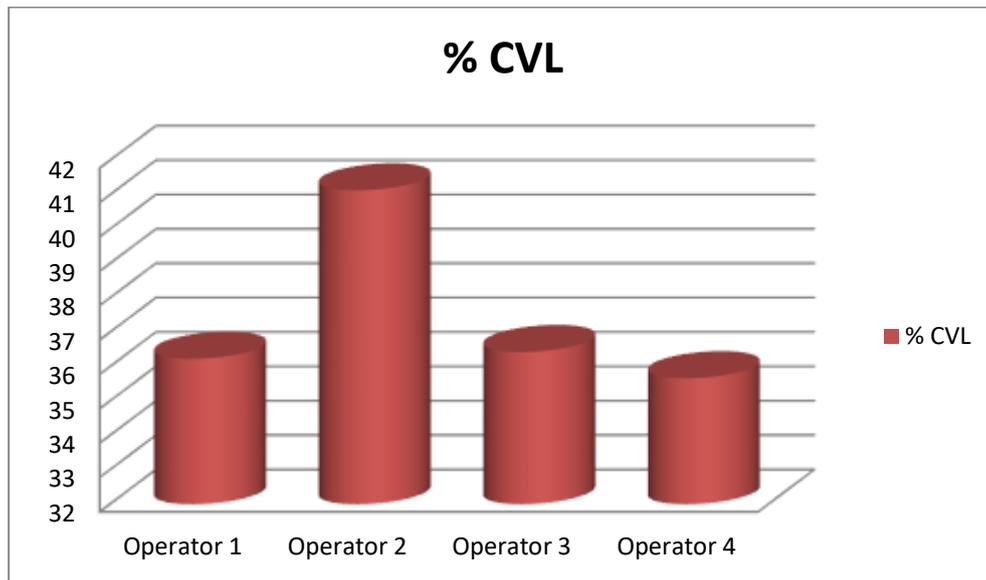
No	Nama	X	Y (Kkal/menit)	Y (Kkal/jam)	Kategori
1	Operator 1	99	4.1599	249.592	Sedang
2	Operator 2	102	4.3756	262.536	Sedang
3	Operator 3	98	4.0899	245.391	Sedang
4	Operator 4	96	3.9526	237.158	Sedang

Berdasarkan Tabel di atas metode penilaian secara langsung dilakukan untuk menentukan konsumsi energi operator (Y) pada waktu bekerja. Berdasarkan hasil perhitungan konsumsi energi operator (Y) maka didapatkan pada operator ke 1 (ay) sebesar 249.592 (Kkl/Jam), pada operator ke 2 (rb) sebesar 262.536 (Kkl/Jam), pada operator ke 3 (MA) sebesar 245.391 (Kkl/Jam), pada operator ke 4 (MU) sebesar 237.158 (Kkl/Jam). Dari hasil perhitungan Y. (Kkl/Jam) pada tiap operator dikatakan dalam kategori beban kerja sedang karena dalam penentuan beban kerja. Berdasarkan denyut nadi. Pada total metabolisme dikatakan kategori beban kerja karena dalam penentuan total metabolisme berdasarkan konsumsi oksigen dan pengeluaran energi, dalam kondisi ini yang berpengaruh dalam pekerjaan adalah kondisi lingkungan yang panas sehingga kebutuhan oksigen sangatlah kurang memadai. Tahap kedua yaitu pada metode penilaian tidak langsung dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu Metode *Cardiovascular Load* (CVL). Berikut Tabel 2 rekapitulasi Perhitungan % CVL

Tabel 2. Rekapitulasi Perhitungan *Cardiovascular* (% CVL)

No	Nama	Umur	DNI	DNK	DN Maks	% CVL	Kriteria
1	Operator 1	33	49	99	187	36,231	Diperlukan Perbaikan
2	Operator 2	45	51	102	175	41,129	Diperlukan Perbaikan
3	Operator 3	33	47	98	187	36,428	Diperlukan Perbaikan
4	Operator 4	32	45	96	188	35,664	Diperlukan Perbaikan

Berdasarkan table di atas perhitungan %CVL dapat disimpulkan semua operator memiliki kriteria diperlukan perbaikan.



Gambar 1. Grafik Perhitungan Cardiovascular (% CVL)

Dari hasil pengolahan dengan metode *cardiovascular load* (%CVL) didapat hasil pada operator ke 1 sebesar 36,231 %CVL, pada operator ke 2 sebesar 41,129 %CVL, pada operator ke 3 sebesar 36,428 %CVL, pada operator ke 4 sebesar 35,664 %CVL. Sehingga dapat di Kategorikan ke dalam kriteria diperlukan perbaikan. Hal ini juga dikemukakan oleh Purba E, Dkk [7] menyatakan bahwa %CVL operator perlu dilakukan perbaikan selebihnya. Berdasarkan hasil perhitungan %CVL diatas ternyata semua pekerja tergolong kategori diperlukan perbaikan dari aktivitas yang dilakukan diarenakan besar %CVL dari setiap operator berada dikatagori 30-60% yang berarti diperlukan perbaikan. Maka dari analisis pemecahan %CVL, solusi yang harus dilakukan terhadap pekerja yaitu dengan menambah jam istirahat, menambah konsumsi energi yang bergizi agar energi yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan terpenuhi, sehingga aktivitas operator berlajlan lancar dan optimal. Tahap ketiga yaitu pada metode penilaian tidak langsung dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu Metode Brouha. Berdasarkan Tabel 3 di bawah ini:

Tabel 3 Rekapitulasi Perhitungan Pengukuran Denyut Nadi Pemulihan setelah aktivitas

No	Nama	P1	P2	P3	P1-P3	Rata-rata (P1,P2,P3)	Kesimpulan
1	Operator 1	95	94	91	4	93.333	1. Nadi pemulihan tidak normal 2. Beban kerja berlebihan 3. Perlu ada perbaikan
2	Operator 2	97	96	94	3	95.666	1. Nadi pemulihan tidak normal 2. Beban kerja berlebihan 3. Perlu ada perbaikan
3	Operator 3	99	95	92	7	95.333	1. Nadi pemulihan tidak normal 2. Beban kerja berlebihan 3. Perlu ada perbaikan
4	Operator 4	97	94	91	6	94	1. Nadi pemulihan tidak normal 2. Beban kerja berlebihan 3. Perlu ada perbaikan

Berdasarkan hasil perhitungan di atas maka dapat dijabarkan dengan pengukuran denyut nadi pemulihan setelah aktivitas pada seluruh operator P₁ - P₃ Memiliki nilai < 10 sedangkan Rata-rata P₁, P₂ dan P₃ seluruhnya yaitu > 90 yang artinya nadi pemulihan tidak normal, rata-rata P yang tercatat > 110 dan P₁ - P₃ < 10 yang berarti beban kerja berlebihan, P₁ - P₃ < 10 dan P₃ > 90 yang . sehingga dapat disimpulkan seluruh operator terdapat pada kriteria diperlukan perbaikan pada aktivitas pekerjaan yang dilakukan pada stasiun boiler. Agar upaya kerja yang dilakukan oleh pekerja lebih optimal dan efektif.

4. KESIMPULAN

Pengukuran denyut nadi saat melakukan aktivitas (DNK) dan sebelum melakukan aktivitas (DNI) dengan estimasi watu 30 detik. didapatkan hasil pada operator ke-1 DNI 49 denyut DNK 109 denyut, operator ke-2 DNI 56 denyut DNK 115 denyut, operator ke-3 DNI 50 denyut DNK 101 denyut, operator ke-4 DNI 46 denyut DNK 98 denyut. Pengukuran denyut nadi pemulihan setelah melakukan aktivitas. Didapat hasil operator ke-1 didapat P₁ (95 denyut), P₂ (94 denyut), P₃ (91 denyut), operator ke-2 didapat P₁ (97 denyut), P₂ (96 denyut), P₃ (94 denyut), operator ke-3 didapat P₁ (99

denyut), P_2 (95 denyut), P_3 (92 denyut), operator ke-4 didapat P_1 (97 denyut), P_2 (94 denyut), P_3 (91 denyut). Beban kerja fisik yang dialami oleh seluruh operator berdasarkan perhitungan konsumsi energi untuk operator ke-1 didapatkan hasil 249,592 kkal/jam, operator ke-2 262,536 kkal/jam, operator ke-3 245,391 kkal/jam, operator ke-4 237,158 kkal/jam dan berada pada katagori >200 s.d 350 kkal/jam yang berarti beban kerja sedang. Beban kerja berdasarkan persentase %CVL untuk operator ke-1 didapatkan hasil 36,231, operator ke-2 41,129, operator ke-3 36,428, operator ke-4 35,664 yang berarti berada antara 30% s.d 60% yang tergolong katagori diperlukan perbaikan. Sedangkan berdasarkan metode brouha di dapatkan rata-rata untuk operator ke-1 219,333, operator ke-2 221,333, operator ke-3 224,666, opearor ke-4 221,333 dengan rata-rata P_1 - P_3 < 10 maka didapatkan kesimpulan nadi pemulihan tidak normal, beban kerja berlebihan, perlu ada perbaikan.

REFERENCES

- [1] Rahayu M. dan Juhara S. Analisis Beban Kerja Fisiologis Mahasiswa Saat Praktikum Analisa Perancangan Kerja Dengan Menggunakan Metode 10 Denyut. *Jurnal Pendidikan dan Aplikasi Industri (UNISTEK)*. vol 7, no 1, pp 22-31, 2020
- [2] Purbasari A. dan A, j, Purnomo. Penilaian Beban Fisik Pada Proses Assembly Manual Menggunakan Metode Fisiologis. *Jurnal Sigma Teknika*. vol 2, no 1, pp 123-130,2019.
- [3] Sari,Paramita D. Penentuan Beban Kerja Dan Jumlah Pekerja Optimal Bagian Boiler Berdasarkan Denyut Nadi Dan Sampling Kerja (Studi Kasus: PT Perkebunan Nusantara Ii PKS Pagar Merbau). Tugas Sarjana, USU Press, Medan, 2018.
- [4] L. Ruslani and Nurfajriah, "Analisis Beban Kerja Fisiologi dan Psikologi Karyawan Pembuatan Baju di PT Jaba Garmino Majalengka," *Bina Tek.*, vol. 11, no. 2, pp. 114–123, 2015.
- [5] Fithri P. dan W, F, Anisa. Pengukuran Beban Kerja Psikologis dan Fisiologis Pekerja Industri Tekstil. *Jurnal Optimasi Sistem Industri*. Vol 16, pp 120-130,2017.
- [6] M. A. Bora, "Usulan Desain Laboratorium Perancangan Sistem Kerja & Ergonomi di Program Studi Teknik Industri STT Ibnu Sina Batam," *J. Tek. Ibnu Sina*, vol. 2, no. 2, pp. 1–7, 2017.
- [7] Purba E, A. Jabbar M R, dan Anizar. Analisis Beban Kerja Fisiologi Operator Di Stasiun Pengonggorengan Pada Industri Kerupuk. *E-jurnal Teknik Industri FT USU* vol.5, no 2, pp 11-16,2014.
- [8] Puteri M, A, R. dan Z, N, K, Sukarna. Analisis Beban Kerja Dengan Menggunakan Metode Cvl dan Nasa-Tlx di Pt. Abc. *Jurnal Spektrum Industri*. vol 15, no 2, pp 121-255, 2017.
- [9] Tarwaka. Analisis Beban Kerja Fisiologis Mahasiswa Saat Praktikum Analisa Perancangan Kerja Dengan Menggunakan Metode 10 Denyut. *Jurnal Pendidikan dan Aplikasi Industri (UNISTEK)*. vol 7, no 1, pp 141-153,2014.
- [10] Nasution A. dan A, L, Simangunsong. Analisa Beban Kerja Pada Operator Mesin Pon dengan Menghitung Denyut Nadi Pekerja Di Cv. Xyz. *Prosiding Industrial Engineering Conference (IEC)*. PP. 207-214, 2020.
- [11] Nugraha E.A dan Sari. P.R. Identifikasi Beban Kerja Melalui Penerapan Fisiologis Kerja Pada Pekerja Sentra Industri Sepatu. *STRING (Satuan Tulisan Riset dan Inovasi Teknologi)* vol. 5 no. Pp 39-40, Agustus 2020
- [12] A. D. Sari, M. R. Suryoputro, M. D. Pramaningtyas, P. S. Putra, and S. B. Maulidyawati, "Work Physiology Evaluation of Laundry Workers," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 105, no. 1, pp. 0–6, 2016
- [13] A. D. Sari, M. R. Suryoputro, M. D. Pramaningtyas, P. S. Putra, and S. B. Maulidyawati, "Work Physiology Evaluation of Laundry Workers," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci.*
- [14] R. Yilmaz, H. Eroğlu, H. Cihan, and Y. Kayacan, "Determination of Physiological Workloads of the Harvesting Workers: A Case Study from Artvin," *Int. Cauc. For. Symp.*, no. m, pp. 152–159, 2013.
- [15] Nasution A. dan A, L, Simangunsong. Analisa Beban Kerja Pada Operator Mesin Pon dengan Menghitung Denyut Nadi Pekerja Di Cv. Xyz. *Prosiding Industrial Engineering Conference (IEC)*. PP. 207-214, 2020.