

PERAN PERANCANGAN ALAT KERJA ERGONOMIS DI ERA REVOLUSI INDUSTRI 4.0 DENGAN MENGGUNAKAN AHP (ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS)

Syahreen Nurmutia

Dosen Fakultas Teknik Prodi teknik Industri Universitas Pamulang

dosen02440@unpam.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini lebih menekankan pada bidang ilmu ergonomi, merupakan ilmu yang mempelajari kemampuan dan keterbatasan manusia, yang digunakan untuk evaluasi dan merancang alat kerja, prosedur, lingkungan yang efektif, aman, sehat, nyaman dan efisien. Kajiannya diarahkan dari revolusi industri 4.0, dimana Internet telah merevolusi cara kerja dunia sangat cepat, dengan terhubungnya perangkat pintar seperti *smartphone*, *smarthome*, hingga mesin produksi yang ada dipabrik-pabrik menandakan era baru sudah terbuka, Internet of Things (IoT) telah berkembang secara masif. Maka dari itu, penelitian ini membahas mengenai bagaimana peran ergonomi di era revolusi industri 4.0, dengan menggunakan metode pengambilan keputusan dengan *tools* AHP (*Analytical Hierarchy Process*) dengan beberapa kriteria ergonomi dan revolusi industri 4.0. Dalam penelitian ini didapatkan hasil dari kriteria ergonomi, ranking 1 adalah nyaman dengan bobot 0.334, ranking 2 aman dengan bobot 0.311 dan ranking 3 efisien dengan bobot 0.1812. Hasil dari ranking alternatif yang mendapatkan bobot terbesar adalah Internet of Things sebesar 0.5833 hasil tidak begitu jauh dengan manual dengan bobot 0.4166, perbedaan yang tidak begitu signifikan tersebut diakibatkan karena, banyaknya pekerja yang belum begitu paham dengan digitalisasi.

Kata Kunci: ergonomi, revolusi industri 4.0, ahp

I. PENDAHULUAN

Ergonomi industri merupakan ilmu yang berkaitan dengan interaksi antara manusia dengan objek yang digunakan (Wahyudi, 2017). Jika produk, peralatan kerja dan stasiun kerja baik maka hasil yang diberikan pekerja kepada perusahaan semakin baik, dan sebaliknya jika konsep ergonomi dalam merancang produk, peralatan kerja dan stasiun kerja diabaikan maka hasil yang diberikan semakin buruk. Kondisi kerja dapat memberikan dampak terhadap pekerja diantaranya operator, penurunan output produksi, penurunan kualitas kerja, meningkatkan biaya dan material untuk kesehatan, dan peningkatan kecelakaan kerja.

Para ahli ergonomi menyatakan semboyan yang sering digunakan adalah "Fitting the Task to The Person" (Iftikar Z, Sतालaksana, 2006). Yang artinya, konsep ilmu ergonomi berpusat pada pekerja (manusia) yang disesuaikan dengan pekerjaannya. Bagaimana, pekerjaan tersebut menjadi efektif, sehat, nyaman, aman dan efisien.

Seiring berjalannya waktu, banyak teknologi yang terus berkembang sehingga memudahkan manusia dalam bekerja. Salah satunya di era revolusi industri 4.0 yang sering disebut dengan *Fourth Industrial Revolution* (4IR), merupakan revolusi industri ke 4 yang ditandai dengan perpaduan teknologi digital, biologis, robotika, kecerdasan buatan *Artificial Intelligence* (AI), nanoteknologi, Internet of Things (IoT), nirkabel generasi kelima (5G), manufaktur percetakan 3D dan industri kendaraan otonomi penuh.

Jika dilihat dari perkembangan revolusi industri pertama, revolusi industri kedua sampai revolusi industri ke empat, perkembangan peralatan kerja semakin canggih sehingga para pekerja mudah dalam menjalankan pekerjaannya. Jutaan pekerja pabrik kalah dari mesin. Selama bertahun-tahun, robot telah menggantikan pekerja pabrik di bidang konstruksi dan manufaktur, terutama di negara maju. Tentu saja, tidak lama lagi dimasa depan semua perusahaan dapat menggunakan mesin (Astrid Savitri, 2019: 169).

Jika melihat perkembangan Industri 4.0 erat kaitannya dengan banyaknya mesin proses produksi yang pada awalnya manual digantikan dengan mesin otomatis, sehingga memudahkan para pekerja. Kondisi tersebut memunculkan pertanyaan, bagaimana peran ergonomi industri pada pekerja di era revolusi industri 4.0 dengan adanya internet of things? dan bagaimana dampak revolusi industri 4.0 bagi pekerja terhadap perkerjaannya apakah sesuai dengan konsep ergonomi efektif, nyaman, aman, sehat dan efisien?

II. DASAR TEORI

A. PERAN DAN LINGKUP ERGONOMI INDUSTRI

Ilmu ergonomi berpusat pada manusia dalam perancangan suatu sistem, apakah sistem fisik ataupun nonfisik, terbagi menjadi dua pendekatan. Pendekatan pertama *Technology Centred Approach* (TCA) dan pendekatan ke dua *Human Centred Approach* (HCA).

1. *Technology Centred Approach*

Pendekatan ini adalah perancangan sistem yang berfokus pada teknologi, dimana manusia sebagai pelengkap teknologi, dimana manusia mengambil peran-peran yang tidak dapat dilakukan oleh teknologi. Bagaimana melatih operator untuk mengoperasikan teknologi tertentu.

2. *Human Centred Approach*

Pendekatan ini menganggap bahwa manusia merupakan faktor yang terpenting di dalam sistem. Tujuan *Human Centred Approach* agar sistem baru yang dirancang dan dikembangkan memberikan perhatian pada isu-isu kemanusiaan dan organisasional.

B. REVOLUSI INDUSTRI

Sebelum tahun 1780-an, manusia bekerja menggunakan tangan dan kata “industri” sama sekali tidak terdengar. Kemudian diciptakan mesin uap yang memungkinkan transportasi berkecepatan tinggi serta produksi massal dipabrik-pabrik. Setelahnya, revolusi industri kedua dimulai pada tahun 1870-an dengan penggunaan listrik, minyak dan baja. Setelah itu perubahan mengarah pada penemuan bola lampu, telegraf dan mesin pembakar internal. Selanjutnya, pada tahun 1980-an masuk revolusi ketiga dengan peningkatan komputasi dan robotika yang amat pesat. Tahun 2000-an hingga

saat ini berada di tengah-tengah revolusi industri keempat, pemicunya yaitu penyebaran global internet dan teknologi baru seperti kecerdasan buatan (AI) dan sensor nirkabel.

Klaus Schwab menjelaskan bagaimana revolusi industri keempat ini pada dasarnya berbeda dari tiga revolusi sebelumnya. Dasar 4IR terletak pada kemajuan dalam komunikasi dan keterhubungan dibandingkan teknologi. teknologi memiliki potensi besar menghubungkan miliaran orang di dunia maya, drastis meningkatkan efisiensi bisnis dan organisasi, membantu meregenerasi lingkungan alam melalui pengelolaan aset yang lebih baik.

Revolusi Industri Keempat pertama kali diciptakan oleh Schwab pada tahun 2016 dan diperkenalkan di World Economic Forum (WEC) pada tanggal 10 Oktober 2016. Revolusi industri keempat adalah lingkungan yang terus berkembang, teknologi dan tren era 4IR seperti Internet of Things (IoT), robotika, virtual reality (VR) dan kecerdasan buatan (AI) yang dapat mengubah cara hidup dan bekerja.

D. Multiple Criteria Decision Making (MCDM)

Multiple Criteria Decision Making (MCDM) merupakan metode pengambilan keputusan untuk menetapkan alternatif terbaik dari banyaknya alternatif berdasarkan beberapa kriteria tertentu. Tools dari metode MCDM tersebut antara lain Simple Additive Weighting Method (SAW), Weighted Product Model (WPM), ELECTRE, Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS), Analytic Hierarchy Process (AHP) dan Analytical Network Process (ANP).

C. Analytical Hierarchy Process (AHP)

AHP merupakan model pendukung keputusan yang dibuat oleh Thomas L. Saaty. Model pendukung keputusan dibuat menjadi hirarki. Hirarki sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level, level pertama adalah tujuan, diikuti level berikutnya faktor, kriteria, sub kriteria dan seterusnya hingga level terakhir dari alternatif. Dengan hirarki permasalahan yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya diatur menjadi suatu bentuk hirarki sehingga tampak lebih terstruktur dan sistematis (Syaiyullah:2010)

AHP sering digunakan oleh peneliti sebagai metode pemecahan masalah dibandingkan dengan metode lain karena :

- 1 Struktur yang hirarki, sebagai konsekuensi dari kriteria yang dipilih, sampai pada sub kriteria yang paling dalam
- 2 Memperhitungkan validitas sampai dengan batas toleransi inkonsekuensi berbagai kriteria dan alternatif dipilih oleh pengambil keputusan
- 3 Memperhitungkan daya tahan output analisis sensitivitas pengambilan keputusan

dinyatakan dengan jelas dan dipecahkan dalam sebuah sistem rasional.

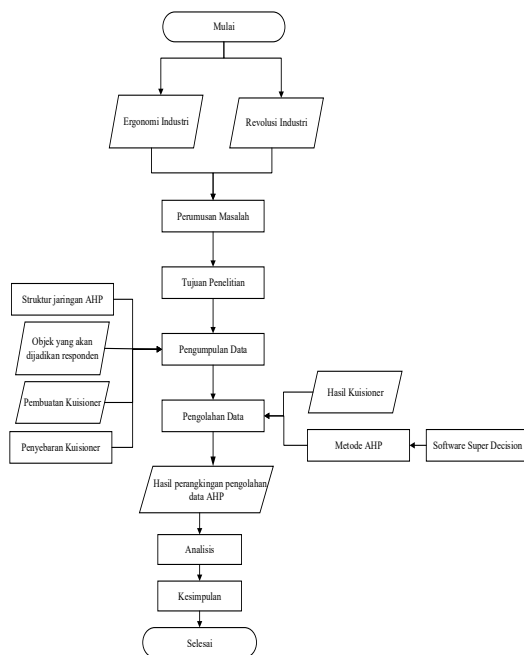
- b. Membentuk matriks perbandingan berpasangan dan menghitung faktor yang mempengaruhi keputusan

Matriks perbandingan berpasangan dibutuhkan untuk menghitung dampaknya pada alternatif-alternatif yang saling dibandingkan dengan skala rasio pengukuran 1-9 yang dikembangkan oleh Saaty (Meade dan Sarkis,1999).

Nilai perbandingan digunakan untuk perbandingan terbalik (inverse), yaitu $a_{ij} = 1/a_{ji}$ dimana a_{ij} atau (a_{ji}) menunjukkan tingkat kepentingan dari elemen ke-i atau ke-j.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Adapun tahapan-tahapan pada metodologi penelitian pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

A. LANGKAH-LANGKAH PENGOLAHAN DATA

Proses AHP meliputi beberapa tahapan sebagai berikut (Maede et al, 2002):

1. Membentuk struktur jaringan
 - a. Tujuan utama membentuk struktur jaringan untuk mengidentifikasi alternatif yang akan menjadi paling signifikan dalam pengambilan keputusan. Permasalahan harus

1. Menentukan nilai *Eigenvector*
Setelah dilakukan matriks perbandingan berpasangan, selanjutnya menentukan nilai *eigen* dari matriks tersebut. Perhitungan *eigenvector* dengan cara menjumlahkan nilai setiap kolom dari matriks kemudian membagi setiap nilai sel kolom dengan total kolom dan menjumlahkan nilai-nilai dari setiap baris dan dibagi n. Nilai *eigen* dihitung dengan langkah-langkah sebagai berikut :

$$X = \sum(W_{ij} / \sum W_j) / n$$

Keterangan :

X = eigen vector

W_{ij} = nilai sel kolom dalam satu baris

$\sum W_j$ = jumlah total kolom

n = jumlah matriks yang dibandingkan

2. Memeriksa Rasio Konsistensi
Rasio konsistensi tersebut harus 10 persen (0.1) atau kurang. Jika nilainya lebih dari 10 persen, maka penilaian data keputusan harus diperbaiki. Dalam prakteknya, konsistensi tersebut tidak mungkin didapat. Pada matriks konsistensi, secara praktis $\lambda_{max} = n$, sedangkan pada matriks tidak setiap variasi dari w_{ij} akan membawa perubahan pada nilai λ_{max} . Deviasi λ_{max} dari n merupakan suatu parameter Consistency Index (CI) sebagai berikut:

$$\lambda_{max} = (\text{nilai eigen 1} * \text{jumlah kolom 1}) + (\text{nilai eigen 2} * \text{jumlah kolom 2})..n$$

$$CI = \lambda_{max} / (n-1)$$

Keterangan :

CI = Consistency Index

λ_{max} = nilai eigen terbesar

n = jumlah elemen yang dibandingkan

Nilai CI tidak akan berarti apabila terdapat standar untuk menyatakan apakah CI menunjukkan matriks yang konsisten.

Dalam bukunya Saaty (2008) memberikan patokan dengan melakukan perbandingan secara acak atas 500 buah sampel. Saaty berpendapat bahwa suatu matriks yang dihasilkan dari perbandingan yang dilakukan secara acak merupakan suatu matriks yang mutlak tidak konsisten. Dari matriks acak tersebut didapatkan juga nilai Consistency Index, yang disebut dengan Random Index (RI).

Dengan membandingkan CI dan RI maka didapatkan patokan untuk menentukan tingkat konsistensi suatu matriks, yang disebut dengan Consistency Ratio (CR), dengan persamaan:

$$CR = CI / RI$$

Keterangan :

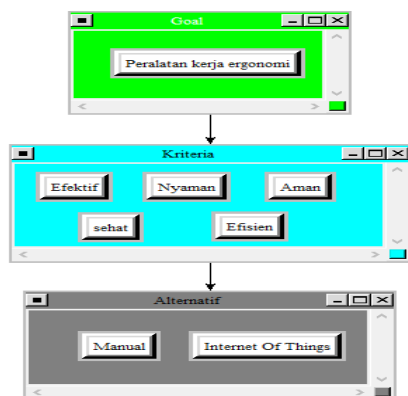
CR = Consistency Ratio

CI = Consistency Index

RI = Random Index

Nilai RI merupakan nilai

Saaty menerapkan bahwa suatu matriks perbandingan adalah konsisten bila nilai CR tidak lebih dari 10%. Apabila rasio konsistensi semakin mendekati ke angka nol berarti semakin baik nilainya dan menunjukkan kekonsistensian matriks perbandingan tersebut.



Gambar 3.2 Model Jaringan AHP

Jika dilihat Gambar 3.1 merupakan model jaringan AHP untuk mengetahui Goal, Kriteria dan Alternatif dalam penelitian ini, gambar tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Goal atau penelitian yang ingin diperoleh yaitu peralatan kerja ergonomis yang

akan dibandingkan dengan 5 kriteria konsep ergonomi

2. Perbandingan antara masing-masing kriteria terhadap alternatif penelitian yaitu cara kerja secara manual atau dengan digital (Internet of Things)

IV. HASIL PENELITIAN

Icon	Name	Normalized by Cluster	Limiting
No Icon	Internet Of Things	0.58337	0.291684
No Icon	Manual	0.41663	0.208316
No Icon	Peralatan kerja ergonomi	0.00000	0.000000
No Icon	Aman	0.31194	0.155972
No Icon	Efektif	0.02504	0.012518
No Icon	Efisien	0.18120	0.090600
No Icon	Nyaman	0.33489	0.167446
No Icon	sehat	0.14693	0.073464

Gambar 4.1 Hasil Penelitian

Hasil rekapitulasi pengolahan data Kriteria AHP dalam konsep ergonomi

- Ranking 1 : Nyaman dengan bobot 0.334
- Ranking 2 : Aman dengan bobot 0.311
- Ranking 3 : Efisien dengan bobot 0.1812

Hasil rekapitulasi pengolahan data Alternatif AHP

- Ranking 1 : Internet of Things dengan bobot 0.5833
- Ranking 4 : Manual dengan bobot 0.4166

V. KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis permasalahan, penyebaran kuisioner, pengolahan data pada penelitian ini, berdasarkan perumusan masalah dari hasil pengolahan data maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan analisis penggunaan peralatan kerja yang ergonomis, dalam konsep ergonomi yang sering disebut dengan kata ENASE (Efektif, Nyaman, Aman, Sehat, Efisien). Hasil yang didapat dari 3 bobot teratas yang diambil, para pekerja menginginkan peralatan yang Aman, nyaman, dan efisien.
2. Setelah dilakukan analisis di era revolusi industri 4.0 yang dimana internet mendominasi disetiap lini perusahaan. Dari hasil penelitian, para pekerja lebih

menginginkan peralatan yang otomatis (Internet of Things) dibandingkan dengan manual. Tetapi antara otomatis dengan manual hasilnya tidak jauh berbeda, karena dalam proses di lapangan belum begitu banyak yang mengerti sistem mesin otomatis.

DAFTAR PUSTAKA

- Iftikar Z. Sutralaksana., (2006). Teknik Perancangan Sistem Kerja.
- Eko Nurmantio., 2003, Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya. Penerbit Guna Widya.
- Thomas Saaty., 2001, *Decision Making with The Analytical Network Process*.
- Astrid Savitri., (2012), Revolusi Industri 4.0. Penerbit Genesis.
- Yassierli., Hardianto I., (2015). Pengantar Ergonomi, Buku Kita.
- Sunaryo, Kuswana Wowo (2014). Ergonomi dan K3 :Kesehatan, Keselamatan Kerja, Rosda Jaya Putra.
- Nurmutia, S., 2018 Pemilihan Alternatif Pusat Logistik dikawasan Koridor Ekonomi 2 Pulau Jawa dengan Menggunakan metode ANP dan TOPSIS, Universitas Pasundan Bandung.
- Hoedi, P., Wahyudi, S., (2017). Perkembangan Keilmuan Teknik Industri Menuju Era Industri 4.0. Seminar dan Konferensi Nasional IDEC, Surakarta.
- Budi, T. S., Supriyadi, E., & Zulziar, M. (2018). ANALISIS KONFIGURASI PROSES PRODUKSI COKELAT STICK COVERTURE MENGGUNAKAN METODE DESIGN OF EXPERIMENTS (DOE) DI PT. GANDUM MAS KENCANA. JITMI (Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri), 1(1), 87-96.
- Zulziar, M., 2018. ANALISA MATERIAL BAHAN PEMBUAT SENSOR La0. 67Ba0. 33Mn1-xNixO3 DENGAN PENAMBAHAN Ni MENGGUNAKAN FOUR POINT PROBE. *TEKNOLOGI: Jurnal Ilmiah dan Teknologi*, 1(1), pp.1-9.
- Bastuti, S. (2017). Keselamatan Kerja.