

## UPAYA PENINGKATAN KUANTITAS PROSES PELIPATAN MIKA DENGAN PERANCANGAN ALAT BANTU *FOLDING* MIKA DI CV. ISTANA SUKSES MAKMUR

Virganata Santoso\*, Hadi Santosa, Julius Mulyono

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala, Surabaya, Indonesia

### ABSTRAK

*CV. Istana Sukses Makmur merupakan sebuah badan usaha yang bergerak dalam bidang packaging plastik. Perusahaan ini membeli lembaran mika dari pihak luar dan hanya mencetak, memotong dan lembaran mika sesuai dengan pesanan konsumen. Permasalahan di CV. Istana Sukses Makmur adalah masalah proses pelipatan lembaran cetakan mika. Seorang operator harus melipat 3 pinggiran mika yang telah dicetak dengan penggaris besi dan dipanaskan dengan api lilin dan menekan lipatan tersebut. Dikarenakan dilakukan secara manual pada proses ini operator yang melakukan pekerjaan ini sering merasa keletihan dan mengalami luka pada jari tangan. Hal ini menyebabkan waktu proses pelipatan mika menjadi lama dan pekerja sering merasa kelelahan dan luka.*

*Oleh karena itu dilakukan analisa dengan cara pembagian kuesioner, pengukuran proses pelipatan mika, dan mengukur denyut jantung para pekerja. Sehingga dapat dilakukan suatu perbaikan untuk para pekerja. Agar pekerja dapat bekerja dengan nyaman dan tidak lagi mengalami kesakitan. Selain itu, energi para pekerja juga tidak terbuang banyak ketika bekerja yang dapat mengakibatkan pekerja merasa kelelahan.*

**Kata kunci** : pengukuran denyut jantung, perencanaan dan pengembangan produk

### I. Pendahuluan

Kesuksesan ekonomi suatu perusahaan manufaktur tergantung pada kemampuan untuk mengidentifikasi kebutuhan pelanggan, kemudian secara cepat menciptakan produk yang dapat memenuhi kebutuhan tersebut dengan biaya rendah. Alat untuk proses melipat mika dalam suatu proses produksi pada CV. Istana Sukses Makmur masih terkesan manual dan pekerja sering mengalami luka, sehingga output yang dihasilkan masih tergolong sedikit.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Ulrich dan Eppinger (2001), menunjukkan bahwa dengan perancangan alat bantu dalam proses produksi menghasilkan manfaat yang cukup signifikan dalam proses produksi.<sup>[1]</sup> Perancangan produk yang telah dilakukan bermanfaat dalam peningkatan kapasitas produksi dalam proses pelipatan mika.

CV. Istana Sukses Makmur adalah sebuah perusahaan yang bergerak dalam bidang *packaging* plastik. Saat ini CV. Istana Sukses Makmur pada proses pelipatannya menggunakan cara tradisional, yaitu untuk melipat ketiga sisi mika, masih digunakan penggaris besi untuk membantu melipat mika dan dipanaskan dengan menggunakan api lilin, kemudian pekerja masih harus menekan lipatan mika yang telah dipanaskan secara manual. Para pekerja di perusahaan tersebut sering mengalami kelelahan saat melakukan proses tersebut karena bekerja dengan cara manual, dan luka pada jari. Hasil dari proses pelipatan itu menghasilkan output sekitar 650 buah selama 8 jam. Hasil tersebut

masih tergolong sedikit, sehingga seringkali perusahaan harus lembur agar dapat memenuhi permintaan pelanggan.

Dari pemikiran tersebut maka dirancanglah alat *folding* mika. Adapun alat tersebut dilengkapi dengan besi pemanas dan beberapa besi pendorong sehingga memudahkan pada saat melipat. Diharapkan dengan adanya alat ini, CV. Istana Sukses Makmur dapat merasakan manfaatnya yaitu dapat menghindari cedera jari melepuh pada proses pelipatan mika, pekerja dapat bekerja maksimal dengan alat tersebut., menghemat waktu pada proses pelipatan mika, dapat menambah dari segi kualitas dan kuantitas produk sehingga dapat memenuhi permintaan.

Diharapkan dengan adanya alat bantu ini dapat mengurangi *waste* dan dapat menyelesaikan permasalahan kelelahan pekerja CV. Istana Sukses Makmur.

### II. Tinjauan Pustaka

#### II.1. Ergonomi

Ergonomi adalah ilmu yang memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia dalam rangka membuat sistem kerja yang ENASE (efektif, nyaman, aman, sehat dan efisien). Ergonomi juga memberikan peranan penting dalam meningkatkan faktor keselamatan dan kesehatan kerja, misalnya : desain suatu sistem kerja untuk mengurangi rasa nyeri dan ngilu pada sistem kerangka dan otot manusia<sup>[2]</sup>. Disiplin ergonomi adalah suatu cabang keilmuan yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-

informasi mengenai sifat, kemampuan dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem tersebut dengan baik; yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, efisien, aman dan nyaman<sup>[3]</sup>.

Kondisi berikut menunjukkan beberapa tanda-tanda suatu sistem kerja yang tidak ergonomik :

- a. Hasil kerja (kualitas dan kuantitas) yang tidak memuaskan.
- b. Sering terjadi kecelakaan kerja atau kejadian yang hampir berupa kecelakaan.
- c. Pekerja sering melakukan kesalahan (human error)
- d. Pekerja mengeluhkan adanya nyeri atau sakit pada leher, bahu, punggung, atau pinggang.
- e. Alat kerja atau mesin yang tidak sesuai dengan karakteristik fisik pekerja.
- f. kerja terlalu cepat lelah dan butuh istirahat yang panjang.
- g. Postur kerja yang buruk, misalnya sering membungkuk, menjangkau, atau jongkok.
- h. Lingkungan kerja yang tidak teratur, bising, pengap, atau redup
- i. Pekerja mengeluhkan beban kerja (fisik dan mental) yang berlebihan
- j. Komitmen kerja yang rendah
- k. Rendahnya partisipasi pekerja dalam sistem sumbang saran atau hilangnya sikap kepedulian terhadap pekerjaan bahkan keapatisan

## II.2. Perancangan dan Pengembangan Produk

Perancangan produk merupakan suatu metode pengembangan produk yang jelas dan terperinci, di dalam tahapannya melibatkan fungsi-fungsi pemasaran, perancangan dan manufaktur. Tahapan-tahapan tersebut akan dijelaskan pada sub-bab berikutnya<sup>[1]</sup>.

### II.3. Empat Tipe Proyek Pengembangan Produk

#### a. Platform produk baru

Proyek ini melibatkan usaha pengembangan utama untuk merancang suatu keluarga produk baru berdasarkan platform yang baru dan umum.

#### b. Turunan dari platform produk yang telah ada

Proyek ini memperpanjang platform produk supaya lebih baik dalam memasuki pasar yang telah dikenal dengan satu atau lebih produk baru.

#### c. Peningkatan perbaikan untuk produk yang telah ada

Proyek ini hanya melibatkan penambahan atau modifikasi beberapa detail produk dari

produk yang telah ada dalam rangka menjaga lini produk yang ada pesaingnya.

#### d. Produk baru

Proyek ini melibatkan produk yang sangat berbeda atau teknologi produksi dan mungkin membantu untuk memasuki pasar yang belum dikenal dan baru.

### II.4. Identifikasi Kebutuhan Pelanggan

Sebelum merancang suatu produk yang nantinya akan digunakan oleh masyarakat, seorang ahli teknik ataupun perancang harus berinteraksi dengan pelanggan dan memiliki pengalaman dengan lingkungan penggunaannya. Aktivitas ini bertujuan untuk mengetahui keinginan dari pelanggan dan secara efektif mengkomunikasikan pada tim pengembang.

Tujuan melakukan identifikasi pelanggan adalah :

1. Meyakinkan bahwa produk berfokus pada keinginan pelanggan.
2. Mengidentifikasi kebutuhan pelanggan yang tersembunyi selain yang eksplisit.
3. Menjadi dasar untuk menyusun spesifikasi produk.
4. Memastikan bahwa tidak ada kebutuhan pelanggan penting yang terlupakan.
5. Mengembangkan pemahaman umum keinginan pelanggan diantara anggota tim.

Identifikasi kebutuhan pelanggan merupakan sebuah proses yang dibagi menjadi lima tahap yang akan di bahas pada sub-bab berikutnya.

### II.5. Mengumpulkan Data Mentah dari Pelanggan

Dalam pengumpulan data mentah digunakan tiga metode yaitu :

#### a. Wawancara

Satu atau lebih anggota tim pengembang berdiskusi mengenai kebutuhan dengan seorang pelanggan. Wawancara dilakukan di lingkungan pelanggan.

#### b. Kelompok fokus

Diskusi dalam suatu kelompok yang beranggotakan 8 sampai 12 orang pelanggan.

#### c. Mengobservasi produk dalam penggunaan

Mengamati pelanggan yang menggunakan produk. Observasi merupakan proses yang pasif, tanpa ada interaksi langsung ataupun kerja sama dalam menggunakan produk dengan pelanggan. Pelanggan bisa dipilih dari pelanggan utama. Pelanggan ini sering disebut sebagai sumber penting karena mereka sering dapat menyatakan keinginan yang baru (muncul). Beberapa panduan yang sering digunakan untuk wawancara, seperti :

1. Apa yang anda sukai dari produk yang ada saat ini?
2. Apa keluhan anda dari produk yang ada saat ini?
3. Apa perbaikan yang ingin anda buat pada produk ini?

#### *II.6. Menginterpretasikan Data Mentah menjadi Kebutuhan Pelanggan*

Kebutuhan pelanggan diekspresikan sebagai pernyataan tertulis dan merupakan hasil interpretasi kebutuhan yang berupa data mentah yang diperoleh dari pelanggan. Berikut merupakan petunjuk untuk menulis pernyataan kebutuhan pelanggan, yaitu :

1. Nyatakan kebutuhan sebagai “Apa yang harus dilakukan produk” bukan “Bagaimana melakukannya”.
2. Nyatakan kebutuhan seperti halnya data mentah.
3. Gunakan pernyataan positif, bukan negatif.
4. Nyatakan keinginan sebagai atribut produk.
5. Hindari kata “harus” dan “seharusnya”.

#### *II.7. Mengorganisasikan Kebutuhan Menjadi Hierarki*

Kebutuhan-kebutuhan yang ada diorganisasikan menjadi beberapa hierarki. Tahap-tahap yang dapat dilalui adalah :

1. Cetak atau tulis masing-masing pernyataan keinginan pada kartu terpisah atau kertas berperekat.
2. Hilangkan pernyataan yang berlebihan, gabungkan yang serupa.
3. Kelompokkan kartu-kartu menurut kesamaan kebutuhan yang dinyatakan.
4. Untuk setiap kelompok diberikan label.
5. Pertimbangkan untuk membuat grup yang ada menjadi super grup yang terdiri dari dua hingga lima grup.
6. Periksa kembali pernyataan kebutuhan yang telah dibuat.

#### *II.8. Menetapkan Kepentingan Relatif Setiap Kebutuhan*

Sistem Daftar hierarki tidak memberikan informasi tentang tingkat kepentingan relatif yang dirasakan pelanggan terhadap kebutuhan yang berbeda-beda. Tingkat kepentingan relatif bermacam-macam kebutuhan adalah penting untuk membuat prioritas pilihan tidak salah. Langkah ini menghasilkan tingkat kepentingan secara numerik. Dua pendekatan yang biasanya digunakan adalah berdasarkan konsensus tim yang didasarkan pada pengalaman mereka dengan pelanggan dan berdasarkan nilai kepentingan yang diperoleh dari survei lanjutan terhadap pelanggan.

#### *II.9. Merefleksikan Hasil dan Proses*

Langkah terakhir pada tahap identifikasi kebutuhan pelanggan adalah menggambarkan kembali hasil dan proses. Beberapa pertanyaan yang bisa digunakan untuk kajian :

- a. Apakah telah berinteraksi dengan semua tipe penting pelanggan dalam target pasar?
- b. Apakah dapat melihat keinginan tersembunyi pelanggan?
- c. Apakah pelanggan yang diwawancarai merupakan partisipan yang baik, yang dapat membantu dalam pengembangan selanjutnya?
- d. Apa yang diketahui sekarang, namun belum diketahui waktu memulai proses?

#### *II.10. Spesifikasi Produk*

Daftar kebutuhan pelanggan yang sudah didapatkan melalui tahap-tahap identifikasi kebutuhan konsumen masih mengandung banyak interpretasi yang subyektif. Untuk itu, kita melangkah pada detail-detail yang tepat dan terukur mengenai apa yang harus dilakukan pada produk. Proses pembuatan target spesifikasi terdiri dari empat langkah, yaitu :

1. Menyiapkan daftar metrik-metrik kebutuhan, metrik hendaknya merefleksikan secara langsung nilai produk yang memuaskan kebutuhan pelanggan. Hubungan antara kebutuhan dan metrik merupakan inti dari proses penetapan spesifikasi. Cara membuat daftar metrik adalah mengamati setiap kebutuhan satu persatu, lalu memperkirakan karakteristik yang tepat dan terukur dari sebuah produk yang memuaskan kebutuhan pelanggan. Metrik kebutuhan memperlihatkan hubungan antara kebutuhan dan metrik. Baris matrik berhubungan dengan kebutuhan pelanggan, dan kolom dari matriks berhubungan dengan metrik.
2. Mengumpulkan informasi tentang pesaing.
3. Menetapkan nilai target ideal dan marginal yang dapat dicapai untuk tiap metrik.
4. Merefleksikan hasil dan proses.

#### *II.11. Penyusunan Konsep*

Konsep produk merupakan gambaran singkat bagaimana produk memuaskan kebutuhan pelanggan. Proses penyusunan konsep dimulai dengan serangkaian kebutuhan pelanggan dan spesifikasi target, dan diakhiri dengan terpilihnya beberapa konsep produk sebagai sebuah pilihan akhir. Penyusunan konsep mempunyai lima langkah metode penyusunan, yaitu :

### II.12. Memperjelas Masalah

Memperjelas masalah mencakup pengembangan sebuah pengertian umum dan pemecahan sebuah masalah menjadi sub masalah. Sebuah masalah tunggal dapat dibagi menjadi beberapa sub masalah yang lebih sederhana. Pernyataan misi untuk proyek, daftar kebutuhan pelanggan dan spesifikasi produk awal merupakan input yang ideal untuk proses penyusunan konsep, meskipun seringkali bagian-bagian ini masih diperbaiki pada saat tahapan penyusunan konsep dimulai.

### II.13. Pencarian Secara Eksternal

Pencarian eksternal menghasilkan solusi yang pada pokoknya merupakan proses pengumpulan informasi. Ada lima cara yang baik untuk mengumpulkan informasi dari sumber eksternal, yaitu mengadakan wawancara dengan pengguna utama, konsultasi dengan pakar, pencarian paten, pencarian literatur dan menganalisis (benchmarking) pesaing.

### II.14. Pencarian Secara Internal

Pencarian internal merupakan penggunaan pengetahuan dan kreativitas dari tim dan pribadi untuk menghasilkan konsep solusi. Semua pemikiran yang timbul berasal dari pemikiran orang-orang yang berada dalam tim.

### II.15. Menggali Secara Sistematis

Sebagai hasil dari pencarian eksternal dan internal, tim telah mengumpulkan puluhan atau ratusan penggalan konsep. Penggalan sistematis ditujukan untuk mengarahkan ruang lingkup kemungkinan dengan mengatur dan mengumpulkan penggalan solusi. Ada dua alat spesifik untuk mengatur kerumitan dan mengatur pemikiran tim yakni :

#### 1. Pohon Klasifikasi Konsep

Pohon klasifikasi konsep digunakan untuk memisahkan keseluruhan yang mungkin ke dalam beberapa grup atau beberapa alternatif tertentu. Pohon klasifikasi memberikan empat manfaat penting seperti :

- a. Memangkas cabang yang hanya sedikit memberikan harapan.

Pada tahap ini, pendekatan solusi yang kurang bernilai akan dipangkas dan tim dapat lebih memusatkan perhatian pada alternatif solusi yang terpilih.

- b. Mengidentifikasi pendekatan yang terpisah terhadap masalah.

Dari setiap cabang alternatif dapat dipertimbangkan sebuah pendekatan yang berbeda untuk memecahkan keseluruhan masalah.

- c. Mengidentifikasi perhatian yang tidak merata pada cabang-cabang tertentu. Tim dapat segera melihat apakah usaha pada tiap-tiap cabang telah ditempatkan secara tepat.

- d. Perbaiki dekomposisi masalah untuk cabang tertentu.

Suatu perbaikan fungsi diagram jika tim membuat banyak asumsi tentang pendekatan.

#### 2. Tabel Kombinasi Konsep

Tabel ini merupakan cara untuk mempertimbangkan kombinasi solusi secara sistematis sehingga dapat mendorong pemikiran kreatif yang lebih jauh.

### II.16. Merefleksikan hasil dan proses

Tahapan ini merupakan pengevaluasian kembali mengenai konsep yang telah dihasilkan saat ini serta mengidentifikasi peluang perbaikan pada interaksi berikutnya.

### II.17. Seleksi konsep

Seleksi konsep merupakan proses menilai konsep dengan memperhatikan kebutuhan pelanggan dan kriteria lain, membandingkan kekuatan dan kelemahan relatif dari konsep dan memilih satu atau lebih konsep untuk menyelidiki, pengujian dan pengembangan selanjutnya. Dua tahapan metodologi seleksi konsep yaitu penyaringan konsep dan penilaian konsep. Proses penyaringan konsep meliputi enam tahapan, yaitu :

- a. Menyiapkan matriks seleksi

Merupakan suatu tabel yang berisi konsep-konsep yang dipertimbangkan dengan kriteria seleksinya. Semua konsep dibandingkan dengan konsep referensi. Referensi biasanya merupakan standar industri atau konsep terdahulu yang dikenal dengan baik oleh tim. Konsep referensi ini juga dapat berupa sebuah produk komersial yang tersedia.

- b. Menilai konsep
 

“lebih baik”	diberi nilai (+)
“sama dengan”	diberi nilai (0)
“lebih buruk”	diberi nilai (-)

- c. Meranking konsep-konsep

Setelah proses perankingan dilakukan, maka nilai (+), (0), (-) dijumlahkan pada tiap kriteria. Setelah itu, nilai akhir dapat diperoleh dengan mengurangi jumlah nilai lebih baik dengan jumlah nilai lebih buruk. Konsep dengan nilai positif lebih banyak dan nilai minus yang sedikit memiliki tingkatan yang lebih tinggi.

- d. Menggabungkan dan memperbaiki konsep-konsep

Jika memungkinkan ada dua konsep yang dapat digabungkan sehingga akan menambah

keunggulan dari produk, maka dapat dipertimbangkan.

e. Memilih satu atau lebih konsep  
Tim memutuskan konsep mana yang harus dipilih untuk perbaikan dan analisis lebih jauh.

f. Merefleksikan hasil dan proses  
Semua anggota setuju untuk dilakukan pengembangan selanjutnya. Proses penilaian konsep digunakan agar peningkatan jumlah alternatif penyelesaian dapat dibedakan lebih baik diantara konsep yang bersaing. Proses penilaian konsep meliputi enam tahapan, yaitu:

- a. Menyiapkan matriks seleksi
- b. Menilai konsep  
Penilaian konsep dilakukan dengan menggunakan skala dari 1 sampai 5.

**Tabel 1. Penilaian Kinerja**

Kinerja relatif	Nilai
Sangat buruk dibandingkan referensi	1
Buruk dibandingkan referensi	2
Sama seperti referensi	3
Lebih baik dari referensi	4
Sangat baik dari referensi	5

c. Meranking konsep  
Total nilai dapat dihitung dengan rumus :

$$S_j = \sum_{i=0}^n r_{ij} w_i \dots\dots\dots(1)$$

- S<sub>j</sub> : Nilai konsep j untuk kriteria i
- n : Bobot untuk kriteria i
- r<sub>ij</sub> : Jumlah kriteria
- w<sub>i</sub> : Total nilai untuk konsep j

d. Menggabungkan dan memperbaiki konsep  
Tim mencari pengganti atau kombinasi yang memperbaiki konsep.

e. Memilih satu atau lebih konsep  
Memilih dan mempertimbangkan konsep yang memiliki peringkat tertinggi setelah melewati proses.

f. Merefleksikan hasil dan proses  
Sebagai langkah akhir, tim merefleksikan pada konsep yang terpilih dan proses seleksi konsep.

**II.18. Pengujian Konsep**

Ada tujuh tahap untuk melaksanakan pengujian konsep, yaitu:

- a. Mendefinisikan maksud pengujian konsep  
Anggota tim merumuskan apa yang ingin dijawab melalui pengujian konsep ini.
- b. Memilih populasi survei  
Asumsi yang mendasari pengujian konsep adalah populasi pelanggan potensial yang

disurvei mencerminkan target pasar dari sebuah produk.

c. Memilih format survei  
Format survei yang biasa digunakan dalam pengujian konsep adalah interaksi langsung, telepon, surat yang dikirimkan melalui jasa pos, surat elektronik dan internet.

d. Mengkomunikasikan konsep  
Konsep dapat dikomunikasikan dalam bentuk salah satu dari cara-cara seperti uraian verbal, sketsa, foto dan gambar, storyboard, video, simulasi, multimedia interaktif, model fisik, prototipe yang dioperasikan.

e. Mengukur respon pelanggan  
Respon pelanggan biasanya diukur dengan meminta pelanggan untuk memilih salah satu dari dua atau lebih konsep alternatif.

f. Menginterpretasikan hasil  
Jika tim tertarik untuk membandingkan dua atau lebih konsep, interpretasi dapat dilakukan secara langsung. Apabila salah satu konsep mendominasi yang lain dan tim percaya bahwa responden mengerti kunci perbedaan diantara konsep tersebut, maka tim dapat dengan mudah memilih konsep yang diinginkan. Jika hasil tidak terbatas, tim bisa memutuskan untuk memilih konsep berdasarkan biaya/pertimbangan lain, atau menawarkan beberapa versi dari sebuah produk.

g. Merefleksikan hasil dan proses  
Manfaat utama dari pengujian konsep adalah memperoleh umpan balik dari pelanggan potensial. Dengan merefleksikan hasil pengujian konsep, tim sebaiknya mengajukan dua pertanyaan. Pertanyaan pertama, apakah konsep sudah dikomunikasikan dengan benar sehingga menghasilkan respon yang sesuai dengan yang dituju. Kedua, apakah hasil prediksi konsisten dengan hasil pengamatan tingkat penjualan terhadap produk yang sama.

**II.19. Kuesioner**

Tujuan pokok pembuatan kuesioner adalah untuk memperoleh informasi yang relevan dengan tujuan survei dan memperoleh informasi dengan reliability dan validitas setinggi mungkin.

**II.20. Kelelahan**

Lelah pada umumnya diartikan dengan menurunnya efisiensi dan berkurangnya kekuatan bertahan. Karakteristik utama dari kondisi ini adalah pengurangan dalam kapasitas maupun penurunan kinerja. Kelelahan merupakan akibat dari perpanjangan kerja dan konsekuensi kehabisan persediaan energi tubuh.

Kelelahan mental dapat bersumber dari overload ataupun underload dari suatu pekerjaan

yang menghasilkan kebutuhan yang berlebihan dari pekerjaan yang kurang menarik dan mudah tersebut. Kedua kondisi tersebut dapat menyebabkan stress. Penurunan kewaspadaan berhubungan dengan penurunan progresif dalam bekerja. Hal ini biasanya muncul sesudah satu setengah jam bekerja.

Pada pekerjaan yang berulang-ulang, tanda pertama kelelahan merupakan peningkatan dalam rata-rata panjang waktu yang diambil untuk menyelesaikan suatu siklus kerja. Beberapa tipe kelelahan, antara lain:

- Lelah visual yaitu lelah disebabkan oleh ketegangan pada organ visual.
- Lelah fisik umum yaitu lelah karena ketegangan fisik di semua organ.
- Lelah mental yaitu lelah karena disebabkan oleh kerja mental.
- Lelah saraf yaitu lelah karena tegangan lewat satu sisi dari fungsi psikomotor.
- Lelah dikarenakan kerja yang monoton atau lingkungan kerja yang menjemukan.

Lelah disebabkan sejumlah faktor yang terus-menerus membuat lelah (lelah kronis). Kelelahan kronis merupakan kumulatif respon non spesifik terhadap perpanjangan stress.

**II.21. Pengukuran tingkat kelelahan**

Denyut nadi kerja adalah denyut nadi rata-rata selama bekerja sedangkan denyut nadi istirahat adalah denyut nadi tenaga kerja pada saat istirahat sebelum melakukan pekerjaan. Denyut nadi kerja seorang tenaga kerja ditentukan oleh besarnya beban langsung pekerjaan, beban tambahan dan kapasitas kerja. Pengaruh-pengaruh yang bersifat fisik dan psikologi tercermin di dalam denyut nadi kerja.

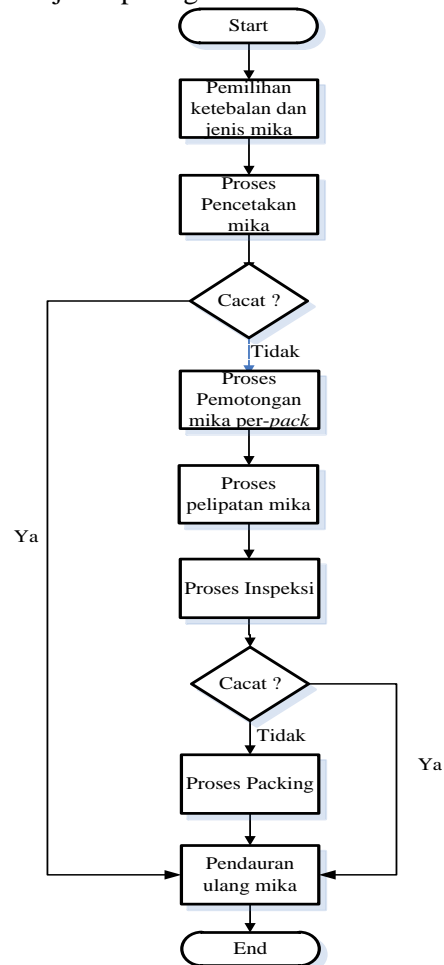
Denyut nadi kerja yang dimaksud sebaiknya denyut nadi rata-rata selama tenaga kerja bekerja dan salah satu cara untuk menentukannya adalah dengan mengukur denyut nadi setiap menit. Untuk menilai besarnya beban kerja dapatlah dipakai nilai denyut nadi dalam tabel Christensen yang disajikan pada Tabel 2<sup>[3]</sup>.

**Tabel 2.** Denyut Nadi Menurut Tingkat Beban Kerja

No	Beban Kerja	Denyut Nadi (per menit)
1.	Sangat ringan	< 75
2.	Ringan	75 - 100
3.	Agak berat	100 - 125
4.	Berat	125 - 150
5.	Sangat berat	150 - 175
6.	Luar biasa berat	> 175

**III. Metode Penelitian**

Tahapan metodologi penelitian yang dilakukan dapat dilihat dalam bentuk flowchart yang disajikan pada gambar 1.



**Gambar 1.** Flowchart Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini dibahas pada sub-bab berikutnya.

**III.7. Identifikasi masalah**

Langkah identifikasi masalah adalah sebagai berikut :

**d. Pengamatan Awal**

Pengamatan dilakukan dengan mengadakan kunjungan langsung ke pabrik untuk memperoleh gambaran secara jelas tentang segala sesuatu mengenai situasi dan kondisi perusahaan. Pengamatan dilakukan dengan melakukan survey dan melakukan wawancara. Selain melihat secara langsung juga perlu dilakukan wawancara dengan pekerja bagian pengemasan. Di dalam wawancara ini juga dapat diketahui kebutuhan dari para pekerja. Studi kepustakaan ini dimulai sejak awal penelitian dan akan terus berjalan selama penelitian ini

berlangsung untuk mendukung tercapainya kesimpulan akhir yang diinginkan. Masukan-masukan dari studi kepustakaan ini juga akan digunakan untuk menjawab permasalahan yang akan penyelesaian dari masalah-masalah yang terjadi, hal tersebut dapat memberi masukan kepada penulis

e. Perumusan Masalah

Tahap ini adalah tahap lanjutan dari tahapan pengamatan awal yang telah dilakukan, sehingga diketahui bahwa kurangnya hasil produksi dan pekerja sering mengalami kelelahan dan luka.

f. Studi Literatur

Pada tahap ini akan dilakukan untuk melandasi cara berpikir dan menentukan metode-metode yang tepat dalam menyelesaikan masalah - masalah yang ada. Dari studi pustaka diperoleh manfaat sebagai berikut:

1. Mendapatkan gambaran tentang teori yang telah dikembangkan berkaitan dengan masalah yang ada.
2. Mendapatkan gambaran tentang metode yang dipakai untuk memecahkan masalah.

Pada langkah ini dilakukan studi pustaka dengan mempelajari literatur- literatur yang berhubungan dengan pokok bahasan untuk memecahkan masalah yang terjadi seperti Teori Perencanaan dan Pengembangan Produk, Teori ergonomi, dan Teori Keselamatan dan Kesehatan Kerja.

g. Pengumpulan Data

Pada tahap ini data dikumpulkan agar dapat mengetahui keluhan-keluhan dari para pekerja. Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi dan wawancara.

h. Pengolahan Data

Pada tahap ini data-data yang sudah diperoleh diolah agar dapat mengetahui keluhan-keluhan dari para pekerja. Pengolahan data dilakukan dengan berpedoman pada teori yang telah ada. Pengolahan data mengolah konsep-konsep dalam pembuatan alat tersebut.

i. Tahap Perancangan Konsep

Dengan data yang telah di peroleh dan telah diolah maka langkah yang dilakukan selanjutnya adalah perancangan konsep alat folding mika. Perancangan konsep alat bantu pelipat mika ini bertujuan meminimalkan kelelahan, cedera para pekerja dan meningkatkan output yang dihasilkan. Oleh karena itu diperlukan beberapa tahap yang sistematis, yaitu :

a. Identifikasi Kebutuhan

Tahap ini memastikan alat bantu yang dibuat fokus pada kebutuhan pekerja.

b. Penyusunan Konsep

Dalam penyusunan konsep produk dilakukan pembuatan pohon klasifikasi konsep untuk menentukan beberapa alternatif penyelesaian masalah yang terjadi dalam proses pelipatan mika.

c. Penyeleksian Konsep

Dalam tahap penyeleksian konsep dilakukan penyaringan konsep dan penilaian konsep dari konsep - konsep yang telah dibuat sebelumnya untuk alat folding mika. Tahap ini bertujuan agar konsep yang dibuat tetap berfokus pada perencanaan awal sehingga tiap konsep yang dipakai benar-benar konsep yang berguna serta bermanfaat untuk mendukung tujuan yang ingin dicapai.

d. Pembuatan Alat Bantu Kerja

Setelah melalui penyeleksian konsep, maka didapatkan ketentuan dimensi dan perhitungan ukuran yang diperlukan untuk mendesain alat folding mika. Pembuatan alat dapat dilakukan pada tahap ini, pembuatan harus benar-benar diperhatikan secara detail agar hasil pembuatan alat bantu dapat sesuai dengan ketentuan dimensi dan perhitungan ukuran yang telah dilakukan.

e. Analisis Data

Alat bantu yang telah dbuat, diimplementasikan kepada pekerja dengan tujuan untuk membandingkan kondisi kerja yang baru dengan kondisi kerja yang lama dalam rangka penyelesaian masalah yang ada, khususnya pada bagian folding mika. Hal ini dilakukan dengan tujuan mengetahui apakah penggunaan fasilitas kerja yang baru dapat memberikan manfaatyang baik dibandingkan fasilitas kerja yang lama. Analisis implementasi meliputi data keluhan para pekerja, perhitungan biaya – biaya yang dikeluarkan, denyut nadi pekerja, dan jumlah output sebelum dan sesudah menggunakan alat bantu.

f. Kesimpulan

Tahap ini merupakan tahap akhir dari metodologi penelitian. Hasil yang didapat dari analisa maka disimpulkan dan diharapkan dapat diterapkan oleh perusahaan.

## IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

### IV.1. Hasil Wawancara

Wawancara pada pekerja bagian proses pelipatan mika ini dilakukan untuk mengetahui apa saja yang dibutuhkan dalam perancangan alat bantu pelipat mika di CV. Istana Sukses Makmur. Jumlah pekerja yang diwawancarai

ada 4 orang. Hasil wawancara dengan para pekerja disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

**Tabel 3.** Hasil Wawancara

Pertanyaan	Pilihan	Frekuensi
Usia	17 - 23	2
	24 - 30	2
Sudah berapa tahun bekerja ?	< 6 bulan	1
	6 bulan - 1 tahun	1
	> 1 tahun	2
Apakah sudah puas dengan cara kerja di sini ?	Tidak	4
	Ya	0
Apa ada bagian tubuh yang sakit ketika selesai bekerja?	Tidak	0
	Ya	4
apakah perlu dibuat alat bantu ?	Tidak	0
	Ya	4
Alat bantu seperti apa yang diinginkan pada proses pelipatan mika ?	Mudah penggunaannya	
	dapat melipat ketiga sisi mika	
	Tahan lama	

**Tabel 4.** Nordic Body Map

No.	Bagian Tubuh	Keluhan				Intensitas			
		TS	Sdkt S	S	Sgt S	TP	Kdg	Srg	Sll
1	Leher	4	0	0	0	4	0	0	0
2	Bahu kanan	4	0	0	0	4	0	0	0
3	Bahu kiri	4	0	0	0	4	0	0	0
4	Lengan atas Kanan	4	0	0	0	4	0	0	0
5	Lengan atas Kiri	4	0	0	0	4	0	0	0
6	Punggung	4	0	0	0	4	0	0	0
7	Pinggang	4	0	0	0	4	0	0	0
8	Pinggul	4	0	0	0	4	0	0	0
9	Pantat	4	0	0	0	4	0	0	0
10	Siku Kanan	4	0	0	0	4	0	0	0
11	Siku Kiri	4	0	0	0	4	0	0	0
12	Lengan bawah Kanan	4	0	0	0	4	0	0	0
13	Lengan bawah Kiri	4	0	0	0	4	0	0	0
14	Pergelangan Tangan Kanan	4	0	0	0	4	0	0	0

**Lanjutan Tabel 4.** Nordic Body Map

15	Pergelangan Tangan Kiri	4	0	0	0	4	0	0	0
16	Tangan Kanan	0	3	1	0	0	0	4	0
17	Tangan Kiri	0	3	1	0	0	0	4	0
18	Jari Tangan Kanan	0	0	0	4	0	0	0	4
19	Jari Tangan Kiri	0	2	2	0	0	0	0	4
20	Paha Kanan	4	0	0	0	4	0	0	0
21	Paha Kiri	4	0	0	0	4	0	0	0
22	Lutut Kanan	4	0	0	0	4	0	0	0
23	Lutut Kiri	4	0	0	0	4	0	0	0
24	Betis Kanan	4	0	0	0	4	0	0	0
25	Betis Kiri	4	0	0	0	4	0	0	0
26	Pergelangan Kaki Kanan	4	0	0	0	4	0	0	0
27	Pergelangan Kaki Kiri	4	0	0	0	4	0	0	0
28	Telapak Kaki Kanan	4	0	0	0	4	0	0	0
29	Telapak Kaki Kiri	4	0	0	0	4	0	0	0

Dari hasil *Nordic Body Map* diatas dapat diketahui bahwa bagian tubuh para pekerja yang mengalami sakit adalah tangan kanan, tangan kiri, jari tangan kanan, dan jari tangan kiri.

#### IV.2. Data Denyut Nadi Pekerja

Pengukuran denyut nadi merupakan suatu cara untuk mengetahui tingkat kelelahan pekerja yang lebih efektif daripada kuesioner karena pengukuran denyut nadi bersifat obyektif sedangkan kuesioner bersifat subyektif.

**Tabel 5.** Rata-Rata Denyut Nadi Tanpa Menggunakan Alat Bantu

No.	Hari			Rata - rata setelah bekerja
	1	2	3	
1	110	109	104	107.67
2	108	106	108	107.33
3	105	108	106	106.33
4	109	103	105	105.67

#### IV.3. Data Konsumsi Energi Pekerja

Pada saat bekerja konsumsi energi merupakan faktor utama yang dijadikan tolak ukur penentu beratnya suatu pekerjaan. Energi



yang terbuang setara dengan beban kerja yang dilakukan, semakin berat beban kerja maka energi yang terbuang juga semakin besar dan sebaliknya. Rumus yang berhubungan dengan konsumsi energi dengan kecepatan bekerja dan denyut jantung pada saat bekerja disajikan pada persamaan 2 dan persamaan 3.

$$Y = 1,80411 - 0,0229038x + 4,71733 \cdot 10^{-4} x^2 \quad (2)$$

$$KE = Et - Ei \dots\dots\dots(3)$$

**Keterangan:**

Y : Energi (kkal/menit)

X : Kecepatan denyut jantung (denyut/menit)

KE : Konsumsi energi untuk suatu kegiatan kerja tertentu (Kkal)

Et : Pengeluaran energi pada saat sesudah bekerja (Kkal)

Ei : Pengeluaran energi pada saat sebelum bekerja (Kkal)

Hasil pengukuran denyut nadi sebelum dan sesudah bekerja pada **Tabel 3** dapat diketahui konsumsi energi untuk proses *printing* dengan menggunakan persamaan 2 dan 3. Berikut ini merupakan hasil perhitungan konsumsi energi para pekerja tanpa menggunakan alat bantu.

**Tabel 6.** Konsumsi Energi (Tanpa Menggunakan Alat Bantu)

No.	Denyut Jantung		Pengeluaran Energi		Kons. Energi
	Sebelum bekerja	Sesudah bekerja	Sebelum bekerja	Sesudah bekerja	
1	74.67	107.67	2.724	4.807	2.083
2	73.33	107.33	2.661	4.780	2.119
3	73	106.33	2.646	4.702	2.056
4	75	105.67	2.740	4.651	1.911

**IV.4. Penetapan Faktor Penyesuaian (Performance Rating) Pekerja**

Penentuan *performance rating* untuk kinerja pekerja dalam proses *folding* dengan *Westinghouse System Rating* adalah sebagai berikut:

- Skill yang ditunjukkan oleh pekerja berada pada tingkat Good (C2) karena pekerjaanya bekerja dengan cukup cepat.
- Effort yang ditunjukkan oleh pekerja berada pada tingkat Good (C2) karena pekerjaanya cukup konsentrasi dan cukup perhatian dalam menyelesaikan pekerjaannya.
- Condition yang dialami oleh pekerja berada pada tingkat fair (E) karena pekerja merasa kurang nyaman dengan fasilitas kerja saat ini.
- Consistency yang ditunjukkan oleh pekerja berada pada tingkat Good (C) karena

pekerja cukup konsisten terhadap waktu pelipatan mika.

**Tabel 7.** Faktor Penyesuaian untuk proses pelipatan mika

Faktor	Kelas	Kode	Penyesuaian
Kecakapan	Fair Skill	C2	+ 0,03
Usaha	Excellent Effort	C2	+ 0,02
Kondisi Kerja	Fair Condition	E	- 0,03
Konsistensi	Good Consistency	C	+ 0,01

**IV.5. Perhitungan Waktu Standar Proses Pelipatan Mika**

**Tabel 8.** Waktu pekerja yang digunakan untuk proses pelipatan mika

Hari ke -	waktu (detik)	Rata - rata
1	28.7	29.292
	28.5	
	30	
	30.4	
2	28.9	
	28.2	
	28.5	
	28.9	
3	30.4	
	30.2	
	29.5	
	29.3	

Berdasarkan sata pengambilan waktu proses pelipatan mika selama 12 kali dapat diketahui bahwa rata – rata waktu pengerjaan proses pelipatan mika membutuhkan waktu 29,292 detik.

**IV.6. Perancangan Alat Bantu Kerja**

Dalam merancang dan memperbaiki alat kerja yang baru dibutuhkan langkah – langkah sistematis yaitu :

1. Mengumpulkan Data dari pekerja

Pengumpulan data ini dilakukan dengan melakukan pengamatan observasi aktivitas para pekerja pada saat proses pelipatan mika. Setelah melakukan wawancara dan pembagian kuisisioner Nordic Body Map kepada pekerja untuk mengetahui bagian tubuh yang sering merasa kesakitan. Permasalahan yang dialami oleh para pekerja yaitu selalu melipat mika dengan menggunakan tangannya dan juga setelah mika dipanaskan menggunakan api lilin, pekerja harus menekan bagian yang dipanaskan dengan menggunakan tangan pekerja, dan hal ini

dilakukan para pekerja pada bagian pelipatan mika secara berulang – ulang. Dari permasalahan tersebut, maka dapat dicari solusinya dengan cara pengumpulan data melalui wawancara pekerja yang tujuannya mencari informasi yang dibutuhkan dalam perancangan alat bantu kerja untuk proses penggulungan jilumesh sesuai dengan kebutuhan pekerja. Berikut tabel 9 yang merupakan hasil wawancara kepada para pekerja di bagian proses pelipatan mika.

**Tabel 9.** Tabel Hasil Wawancara operator proses pelipatan mika

Pertanyaan	Pernyataan
Kesulitan apa saja yang dialami pada proses melipat mika saat ini?	1. Harus melipat secara manual 2. sering kali jari melepuh 3. kelelahan pada punggung dan leher.
Hal - hal apa saja yang diinginkan dalam perancangan alat bantu?	1. Penggunaannya mudah dimengerti 2. Pekerjaan menjadi lebih ringan 3. Kekuatan 4. Tahan lama
Alat bantu yang diharapkan?	1. Mengurangi kelelahan serta cedera 2. Dapat melipat mika tanpa bantuan tangan pekerja 3. Tidak terlalu memakan banyak tempat

## 2. Menginterpretasikan Data Mentah ke Dalam Kebutuhan Pekerja

Dari hasil pengamatan dan hasil dari wawancara para pekerja. Kemudian menginterpretasikan dari pernyataan para pekerja tersebut. Tabel 10 adalah tampilan dari hasil interpretasi tersebut.

**Tabel 10.** Interpretasi kebutuhan

Pernyataan kebutuhan pekerja
1. Alat bantu harus kuat 2. Penggunaan alat mudah dimengerti 3. Meringankan pekerjaan 4. meminimalkan cedera dan kelelahan 5. Alat bantu harus tahan lama (selama 8 jam pengoperasian)

Berikut merupakan penjelasan dari daftar kebutuhan pekerja diatas:

### 1. Alat bantu harus kuat

Pekerja menginginkan alat bantu yang kuat dengan tujuan tidak terbuat dari kayu meskipun bahan mika yang dilipat tidak berat.

### 2. Penggunaan alat mudah dimengerti

Alat bantu yang akan dirancang, penggunaannya mudah dan tidak rumit. Sehingga pekerja dapat dengan mudah menggunakan untuk menyelesaikan pekerjaannya.

### 3. Meringankan pekerjaan

Pekerja ingin alat bantu tersebut simple dan dapat meringankan pekerjaan pekerja tersebut, sehingga pekerja merasa terbantu dalam menyelesaikan pekerjaannya dan dapat berkonsentrasi dalam setiap proses produksi.

### 4. Meminimalkan cedera dan kelelahan

Kebutuhan ini muncul karena pekerja sering kali cedera pada bagian jari dan mengalami kelelahan pada bagian tubuh pekerja saat melipat mika dengan cara manual.

### 5. Alat bantu harus tahan lama

Pekerja ingin alat bantu tersebut tidak mudah rusak, sehingga tidak menunda pekerjaannya.

## IV.7. Spesifikasi Produk dengan Metrik Kebutuhan

Tabel matrik ini digunakan untuk menentukan kebutuhan para pekerja pada proses pelipatan mika terhadap matrik alat bantu kerja yang baru dan sesuai dengan kebutuhan para pekerja. Matrik kebutuhan metrik Matrik kebutuhan pada Tabel 11.

Berikut ini merupakan penjelasan tentang tabel matrik (tabel 11) kebutuhan alat bantu pelipatan mika :

1. Kebutuhan “alat bantu harus kuat”, faktor metric yang perlu diperhatikan adalah rangka terbuat dari bahan besi, karena besi relatif lebih kuat.

2. Kebutuhan “Penggunaan alat mudah dimengerti”, faktor metric yang diperhatikan adalah cara kerja atau pengoperasian alat bantu mudah dan tidak terlalu rumit untuk menyelesaikan pekerjaan.

3. Kebutuhan “meringankan pekerjaan”, faktor metric yang perlu diperhatikan adalah terdapatnya besi pemanas agar lipatan tampak rapi. operator untuk melakukan pengoperasian plat besi untuk sisi kanan, kiri, dan depan untuk melipat

mika sehingga operator tidak perlu melipat dan menekan mika tersebut.

4. Kebutuhan “meminimalkan cedera dan kelelahan”, faktor metric yang diperhatikan adalah terdapatnya Dimensi panjang, lebar, serta tinggi dari alat bantu, semakin kecil maka semakin kecil pula pergerakan.
5. Kebutuhan “Alat bantu harus tahan lama”, faktor metric yang perlu diperhatikan adalah besi pemanas terbuat dari aluminium karena bahan tersebut cukup kuat saat menerima suhu panas dan rangka besi di cat sehingga tidak mengalami korosi dan berkarat.

**Tabel 11.** Matrik kebutuhan alat bantu pelipat mika yang sesuai dengan kebutuhan

Metric \ Need	Rangka terbuat dari besi	Pemanas mika	penghantar panas terbuat dari aluminium	Besi di cat, agar tidak korosi & karat	Tinggi, lebar, panjang alat bantu	besi balok pendorong	Pengoperasian alat mudah
Alat bantu harus kuat	•						
Penggunaan alat mudah dimengerti							•
Meringankan pekerjaan		•				•	
Meminimalkan cedera dan kelelahan					•		
Alat bantu harus tahan lama			•	•			

*IV.8. Penyusunan Konsep*

Pada tahap penyusunan konsep akan diberikan beberapa konsep yang sesuai dengan kebutuhan terhadap alat yang baru tersebut. Alternatif-alternatif konsep produk dapat dikembangkan melalui tabel kombinasi konsep. Adapun tabel kombinasi konsep untuk alat bantu kerja disajikan pada tabel 12. Tabel 12 menjelaskan tentang tabel kombinasi konsep pada alat pelipatan mika. Penjelasan dari Tabel 12 adalah sebagai berikut :

- Alat dengan plat pemanas yang menggunakan pijakan kaki dengan 1 pendorong roller

Konsep alat ini terdapat plat panas di bagian atas dan kemudian diturunkan dengan dipijak oleh operator. Alat ini dilengkapi pula dengan pendorong untuk melipat mika pada bagian depan dan pendorong itu di dorong oleh tangan operator. Pada bagian pendorong tersebut terdapat Roller pada kedua sisi pendorong.

**Tabel 12.** Tabel Kombinasi Konsep terhadap Alat bantu pelipat mika

Alat	Bentuk alat	Jumlah pendorong
Menggunakan sistem pijakan kaki	Dengan pendorong pelipat mika dan dengan bantuan Roller	1 pendorong
Menggunakan sistem pneumatic	Dengan pendorong pelipat mika dan dengan bantuan kawat spiral (per)	3 pendorong
	Pendorong pelipat mika dengan bantuan pneumatic	

- Alat menggunakan plat pemanas dengan bantuan pneumatic dan 1 pendorong dengan kawat spiral (per)

Konsep alat ini terdapat plat panas di bagian atas dan kemudian diturunkan dengan pneumatic dan bantuan angin dari kompresor. Alat ini dilengkapi pula dengan pendorong untuk melipat mika pada bagian depan dan pendorong itu di dorong oleh tangan operator. Pada bagian pendorong tersebut terdapat spiral (per) pada bagian pendorong.

- Alat menggunakan plat pemanas dengan bantuan pneumatic dan 3 pendorong dengan kawat spiral (per)

Konsep alat ini terdapat plat panas di bagian atas dan kemudian diturunkan dengan pneumatic dan bantuan angin dari kompresor. Alat ini dilengkapi pula dengan pendorong untuk melipat mika pada ketiga sisi dan pendorong itu di dorong oleh tangan operator.

Pada bagian pendorong tersebut terdapat spiral (per) pada setiap pendorong.

- Alat menggunakan plat pemanas dengan bantuan pneumatic dan 3 pendorong dengan bantuan pneumatic.

Alat ini juga terdapat plat panas di bagian atas dan kemudian diturunkan dengan pneumatic dan bantuan angin dari kompresor. Alat ini dilengkapi pula dengan pendorong untuk melipat mika pada ketiga sisi. Pada bagian pendorong tersebut tanpa menggunakan spiral (per) melainkan menggunakan bantuan pneumatic pada setiap pendorong. Gambar rancangan ada di lampiran.

#### IV.9. Penyaringan Konsep

Penyaringan konsep adalah proses yang evaluasinya masih berupa dugaan yang ditujukan untuk mempersempit alternatif.

Pada tahap awal ini perbandingan kuantitatif secara rinci sulit untuk dihasilkan, sehingga digunakan sebuah sistem komparatif yang masih kasar.

Penyaringan konsep ini dilakukan agar bertujuan dapat mengurangi konsep-konsep yang ada. Dan memberikan alternatif dari konsep-konsep tersebut. Dimana kriteria-kriteria dalam penyaringan konsep yaitu:

Nilai "+": Lebih baik dari konsep produk acuan

Nilai "0": Sama dengan konsep produk acuan

Nilai "-": Lebih buruk dari konsep produk acuan

Setelah dilakukan penentuan kriteria, maka dilakukan penilaian pada masing-masing konsep.

**Tabel 13.** Penyaringan Konsep Alat bantu pelipatan mika

Kriteria seleksi	Konsep A (referensi)	Konsep B	Konsep C	Konsep D
Alat bantu harus kuat	0	0	0	0
Penggunaan alat mudah dimengerti	0	0	+	+
Meringankan pekerjaan	0	0	+	+
Meminimalkan cedera dan kelelahan	0	-	-	+
Alat bantu tahan lama	0	0	+	+
Sum +'s	0	0	3	4
Sum 0's	0	4	1	1
Sum -'s	0	-1	-1	0
Nilai akhir	0	-1	2	4
Rangking	3	4	2	1
Hasil akhir	Tidak	Tidak	Ya	Ya

Peringkat 1 : Konsep D

Peringkat 2 : Konsep C

Peringkat 3 : Konsep A

Peringkat 4 : Konsep B

Konsep A dijadikan sebagai acuan (referensi) dalam penyaringan konsep karena pada perancangan alat ini konsep A alat yang cukup sederhana daripada konsep alat bantu yang lainnya.

#### IV.10. Penilaian Konsep

Penilaian konsep digunakan untuk peningkatan jumlah alternatif penyelesaian dengan membedakan diantara konsep yang bersaing. Dengan adanya penilaian konsep ini akan ditentukan konsep mana yang akan dikembangkan (nilai tertinggi).

Dari penyaringan konsep yang telah dilakukan sebelumnya, diperoleh konsep yang layak untuk dilanjutkan dan diberi penilaian adalah konsep A dan konsep B. Maka untuk penilaian konsep C dan konsep D disajikan pada **tabel 14.**

**Tabel 14.** Penilaian Konsep untuk Alat

Kriteria Seleksi	Konsep				
	Beban	C		D	
		Rating	Nilai Beban	Rating	Nilai Beban
Alat bantu harus kuat	10%	4	0.4	4	0.4
Penggunaan alat mudah dimengerti	10%	2	0.2	3	0.3
Meringankan pekerjaan	25%	3	0.75	4	1
Meminimalkan cedera dan kelelahan	30%	3	0.9	4	1.2
Alat bantu tahan lama	25%	4	1	4	1
Total Nilai			3.25		3.9
Rangking		2		1	

Keterangan :

- Konsep C = Alat Menggunakan Sistem Pneumatic dengan 3 besi pendorong pelipat mika dengan kawat spiral ( per )
- Konsep D = Alat Menggunakan plat pemanas dengan bantuan *pneumatic* dan 3 pendorong dengan bantuan *pneumatic*.

Penjelasan penilaian :

1. Konsep C memiliki bentuk konsep yang hampir sama dengan konsep D, tetapi konsep C hanya menggunakan Pneumatic

untuk mendorong plat pemanas ke bagian bawah, sedangkan pendorongnya dengan cara manual.

2. Konsep D memiliki sistem kerja yang hampir sama dengan konsep C, perbedaannya pada konsep D memakai bantuan *pneumatic* pada plat pemanas mika dan pendorong pelipat mika, sehingga pekerja tidak perlu melipat secara manual. Hal ini dapat mengurangi cedera dan kelelahan.

**IV.11. Pengujian Konsep**

Pengujian konsep adalah suatu tahapan terakhir yang berfungsi untuk menguji apakah konsep yang telah terpilih pada langkah sebelumnya sudah layak untuk dilanjutkan atau tidak.

**Tabel 15.** Respon pekerja terhadap alat bantu pelipatan mika

.Pertanyaan	Tanggapan	Jmlh Oprtr
Bagaimana tanggapan anda tentang alat bantu pelipatan mika?	Sangat terbantu, tidak perlu melipat secara manual dan jari tidak terkena panas dari api lilin, selain itu pekerjaan menjadi lebih cepat	4
Apa keuntungan menggunakan alat bantu tersebut?	terdapat pemanas dan pendorong, cedera dapat diminimalisasi, dan mengurangi kelelahan	4
Apakah ada yang perlu diperbaiki dari alat bantu tersebut	Tidak ada	4

Dalam tahapan pengujian ini terdapat 6 langkah yang akan dilakukan, yaitu :

Langkah 1 : Mendefinisikan maksud dan tujuan dari konsep.

Maksud dan tujuan dari pengujian konsep ini, adalah untuk mengukur respon pekerja tentang rancangan konsep alat bantu pelipat mika.

Langkah 2 : Memilih populasi survei

Populasi survei yang dipilih adalah pekerja pada bagian proses pelipatan mikadi CV. Istana Sukses Makmur.

Langkah 3 : Memilih format survey

Format survey yang akan digunakan adalah dengan melakukan wawancara secara langsung kepada pekerja pada bagian proses pelipatan mika.

Langkah 4 : Mengkomunikasikan konsep

Konsep yang akan dikomunikasikan adalah secara uraian verbal, dengan menunjukkan alat bantu tersebut kepada para pekerja bagian proses pelipatan mikadan pekerja dapat menggunakan alat tersebut.

Langkah 5 : Mengukur respon dari pekerja

Untuk mengukur respon para pekerja, dengan mengajukan beberapa pertanyaan kepada pekerja pada bagian proses pelipatan mika (*folding* mika).

**IV.12. Analisa data pengukuran denyut jantung**

**Tabel 16.** Denyut Nadi Sebelum dan Sesudah Menggunakan Alat Bantu

Jam	Denyut nadi pekerja sebelum perbaikan
10:00	108
12:00	110
15:00	111
Rata - rata	109.67
Jam	Denyut nadi pekerja setelah perbaikan
10:00	102
12:00	103
15:00	100
Rata - rata	101.67

Setelah dilakukan perbaikan, maka dilakukan kembali pengisian kuesioner *nordic body map*. Hal ini untuk mendapatkan data keluhan para pekerja.

Pengambilan denyut nadi dilakukan selama 2 hari. Pengambilan hari pertama dilakukan pada saat pekerja belum menggunakan alat bantu tersebut. Pengambilan data itu dilakukan selama 2 jam sekali. Setelah itu, keesokan harinya dilakukan kembali pengambilan data denyut nadi, pada kondisi ini pekerja menggunakan alat bantu dan pengambilan data dilakukan 2 jam sekali. Hal tersebut dilakukan sebagai perbandingan sebelum perbaikan dan sesudah perbaikan.

#### IV.13. Analisis Bagian Tubuh yang mengalami keluhan

**Tabel 17.** Nordic Body Map setelah menggunakan alat bantu pelipatan mika

No	Bagian Tubuh	Keluhan				Intensitas			
		TS	Sdkt S	S	Sgt S	TP	Kdg	Srg	Sll
1	Leher	4	0	0	0	4	0	0	0
2	Bahu kanan	4	0	0	0	4	0	0	0
3	Bahu kiri	4	0	0	0	4	0	0	0
4	Lengan atas Kanan	4	0	0	0	4	0	0	0
5	Lengan atas Kiri	4	0	0	0	4	0	0	0
6	Punggung	4	0	0	0	4	0	0	0
7	Pinggang	4	0	0	0	4	0	0	0
8	Pinggul	4	0	0	0	4	0	0	0
9	Pantat	4	0	0	0	4	0	0	0
10	Siku Kanan	4	0	0	0	4	0	0	0
11	Siku Kiri	4	0	0	0	4	0	0	0
12	Lengan bawah Kanan	4	0	0	0	4	0	0	0
13	Lengan bawah Kiri	4	0	0	0	4	0	0	0
14	Pergelangan Tangan Kanan	4	0	0	0	4	0	0	0
15	Pergelangan Tangan Kiri	4	0	0	0	4	0	0	0
16	Tangan Kanan	4	0	0	0	4	0	0	0
17	Tangan Kiri	4	0	0	0	4	0	0	0
18	Jari Tangan Kanan	4	0	0	0	4	0	0	0
19	Jari Tangan Kiri	4	0	0	0	4	0	0	0
20	Paha Kanan	4	0	0	0	4	0	0	0
21	Paha Kiri	4	0	0	0	4	0	0	0
22	Lutut Kanan	4	0	0	0	4	0	0	0
23	Lutut Kiri	4	0	0	0	4	0	0	0
24	Betis Kanan	4	0	0	0	4	0	0	0
25	Betis Kiri	4	0	0	0	4	0	0	0
26	Pergelangan Kaki Kanan	4	0	0	0	4	0	0	0
27	Pergelangan Kaki Kiri	4	0	0	0	4	0	0	0
28	Telapak Kaki Kanan	4	0	0	0	4	0	0	0
29	Telapak Kaki Kiri	4	0	0	0	4	0	0	0

#### IV.14. Analisa Data Konsumsi Energi

Data denyut nadi diperoleh dengan pengukuran denyut nadi terhadap 1 orang pekerja pada proses pelipatan mika (*folding mika*). Pengambilan data dilakukan ketika pekerja sebelum menggunakan alat tersebut dan sesudah menggunakan alat tersebut. Pengambilan data dilakukan pada pukul 8.00 – 15.00, setiap 2 jam sekali. Dari tabel 18 tentang pengeluaran energi pekerja dapat diketahui bahwa energi yang dikeluarkan pekerja ketika bekerja pada saat sebelum perbaikan sebesar 4,966 kkal/menit. Sedangkan energi yang dikeluarkan pekerja ketika bekerja pada saat

setelah perbaikan sebesar 4,352 kkal/menit. Dengan adanya alat bantu tersebut, pekerja dapat menghemat energi yang dikeluarkan pada saat proses pelipatan mika. Hal ini juga mengurangi tingkat kelelahan pekerja dengan menggunakan alat bantu.

**Tabel 18.** Konsumsi Energi (Menggunakan Alat Bantu)

Denyut Jantung		Pengeluaran Energi		Selisih Konsumsi Energi
Sebelum perbaikan	Sesudah perbaikan	Sebelum perbaikan	Sesudah perbaikan	
109.67	101.67	4.966	4.352	0.614

#### IV.15. Analisis Data Waktu Proses Pelipatan Mika

Pengukuran waktu proses pelipatan mika digunakan untuk mengetahui apakah ada perubahan waktu proses setelah menggunakan alat bantu tersebut. Apabila waktu yang digunakan pekerja pada kondisi awal lebih tinggi daripada waktu yang digunakan pekerja pada kondisi setelah menggunakan alat bantu tersebut, maka dapat disimpulkan kondisi setelah menggunakan alat tersebut lebih baik. Pengambilan data waktu proses produksi diambil terhadap 1 orang operator. Pengambilan data dilakukan ketika pekerja sebelum menggunakan alat tersebut, dan setelah menggunakan alat tersebut. Pengambilan data diambil 2 jam setelah pekerja memulai pekerjaannya, pukul 08.00 – 15.00.

**Tabel 19.** Waktu proses pelipatan mika sebelum dan sesudah menggunakan alat bantu

No	Sebelum perbaikan		Rata - rata
	Jam 10.00	Jam 15.00	
1	45.6	44.9	45.075
2	44.8	44.6	
3	44.5	44.9	
4	45	45.5	
5	45.4	45.3	
6	44.9	45.5	
No	Setelah perbaikan		Rata - rata
	Jam 10.00	Jam 15.00	
1	18.5	19.3	18.975
2	18.6	19.1	
3	19	18.8	
4	18.8	19.1	
5	19.2	18.9	
6	19.4	19	

**Tabel 20.** Biaya untuk pembuatan alat bantu

No	Komponen	Bahan	Jumlah	Ket	Harga Satuan	Harga Total
1	Besi "U"	Besi	4 meter, lebar 5cm (1 buah)	baru	Rp 300.000	Rp 300.000
2	Besi "L"	Besi	2 meter, lebar 4cm	bekas (20kg)	Rp8.000/kg	Rp 160.000
3	Plat besi 1cm	Besi	Panjang 1m lebar 50cm	bekas (25kg)	Rp8.000/kg	Rp 200.000
4	Besi balok 1cm	Besi	Panjang 1m(2bj) Panjang 50cm (2bj)	bekas (12kg)	Rp8.000/kg	Rp 96.000
5	As besi	besi	d=1,2cm;p=1m(4 biji) d=3cm;p=1m(1biji)	bekas (7kg)	Rp8.000/kg	Rp 56.000
6	Baut + Mur (d=1,2cm; d=0,6cm; d=0,5cm; d=0,4cm)	besi		baru		Rp 117.750
7	Bahan saluran angin (Niple, Selang "T", selang, <i>seal</i> <i>tape</i> , peredam )			baru		Rp 340.000
8	Busing	kuningan	D = 1,2cm (8 biji)	baru	Rp15.000	Rp 120.000
9	Pneumatic besar		1 biji	bekas	Rp450.000	Rp 450.000
10	Pneumatic kecil		4 biji	bekas	Rp200.000	Rp 800.000
11	Bahan kelistrikan (Box panel, relay, ncb, timer, kabel skun, kabel 1,5 ,Valve push bottom, )			baru		Rp 2.676.400
12	Ongkos Tukang					Rp 1.500.000
<b>Total Biaya</b>						<b>Rp 6.358.400</b>

Dari hasil rata – rata pengukuran waktu proses pelipatan mika, dapat diketahui bahwa waktu proses pelipatan dengan menggunakan lebih rendah daripada waktu proses pelipatan mika tanpa menggunakan alat bantu. Waktu yang digunakan untuk melipat mika dengan cara manual rata – rata selama 45,075 detik, sedangkan waktu proses melipat mika dengan alat bantu rata – rata selama 18,975 detik Hal ini

berarti dengan adanya alat bantu tersebut, proses pelipatan mika menjadi lebih cepat, sehingga hasil yang didapatkan juga lebih banyak.

#### IV.16. Analisa Biaya

Analisa biaya ditujukan dengan menganalisa besar dan kecilnya biaya operasional dalam pembuatan alat pelipatan mika tersebut. Biaya langsung dari pembuatan alat tersebut meliputi biaya bahan-bahan yang

digunakan dan biaya ongkos pembuatan alat bantu pelipatan mika.

#### V. Kesimpulan

Dari hasil penulisan dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Keluhan sakit di beberapa bagian tubuh pekerja dapat dihilangkan, sehingga pekerja dapat bekerja dengan nyaman
2. Denyut nadi setelah menggunakan alat bantu pelipat mika menjadi lebih rendah, sehingga pekerja dapat menghemat tenaganya.
3. Kelelahan pekerja dapat berkurang karena energi yang dikeluarkan juga berkurang saat menggunakan alat bantu pelipat mika.
4. Alat bantu dapat digunakan pada posisi duduk, sehingga mengurangi kelelahan pekerja.
5. Alat bantu dilengkapi oleh besi pendorong lipatan hingga lipatan menjadi 180° yang memudahkan pekerjaan pelipatan mika.

#### Daftar Pustaka

- [1] Ulrich, K.T., dan Eppinger, *Perancangan dan Pengembangan Produk (Terjemahan)*, Edisi pertama, Hlm. 77, 81-86, 120-124, McGraw-Hill Book Co., Singapore, 2001
- [2] Eko Nurmoanto, *Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Edisi pertama, Hlm. 47 – 81, 264 – 269, Penerbit Candimas Metropole, Jakarta 1996
- [3] Sritomo Wignjosebroto, *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu*, Edisi pertama, Hlm. 202– 207, Penerbit Candimas Metropole, Jakarta 1995