

PERANCANGAN ALAT BANTU PELETAKAN *SHEET* DENGAN SISTEM OTOMATISASI DI PT. MADHARA ADITAMA UTAMABOX

Yusup Tanudjaja¹⁾, Hadi Santosa²⁾, Julius Mulyono²⁾
Email : approdite99@yahoo.com

ABSTRAK

PT. Madara Adhitama Utamabox merupakan sebuah badan usaha yang bergerak dalam bidang pemotongan, dan percetakan kardus. Perusahaan ini membeli lembaran kardus dari pihak luar, dan hanya mencetak, dan memotong lembaran kardus sesuai dengan pesanan konsumen. Hal yang menjadi permasalahan di PT. Madara Adhitama Utamabox adalah masalah peletakan sheet pada mesin long way. Seorang operator harus menjatuhkan kardus secara tepat di atas line yang ada di mesin long way, sehingga kait yang terus berputar pada line tersebut dapat mendorong lembaran kardus masuk ke dalam mesin long way. Oleh karena dilakukan secara manual pada proses ini, operator yang melakukan pekerjaan ini sering merasa keletihan dan tidak fokus dalam meletakkan lembaran kardus tersebut. Hal ini menyebabkan seringnya lembaran kardus yang terbuang (waste) dikarenakan waktu saat meletakkan lembaran kardus sering tidak sama dengan posisi kait yang tepat saat mendorong lembaran kardus ke mesin long way.

Maka dilakukan analisis dengan cara pembagian kuesioner 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, kalori maupun energi para pekerja juga tidak terbuang banyak ketika bekerja sehingga kelelahan pekerja bisa diminimalkan.

Kata kunci: alat bantu, pemotongan kardus, peletakan *sheet*, otomatisasi

PENDAHULUAN

Pengembangan produk merupakan sekumpulan aktivitas yang dimulai dengan mengidentifikasi peluang pasar, dan diakhiri dengan kegiatan produksi, penjualan dan pengiriman produk^[1]. Dalam pengembangan sebuah produk perlu diperhatikan karakteristik produk, yaitu kualitas produk, biaya produk, waktu pengembangan, biaya pengembangan, dan kapabilitas pengembangan. Salah satu aspek terpenting agar perusahaan dapat tetap bertahan tidak hanya dengan mengembangkan produk, tetapi perlu meningkatkan produktivitas kerja.

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^[1]. Perancangan produk yang telah dilakukan bermanfaat dalam peningkatan kapasitas produksi, dan peningkatan dalam kualitas produk.

PT. Madara Adhitama Utamabox merupakan sebuah badan usaha yang bergerak dalam bidang pemotongan, dan percetakan kardus. Perusahaan ini membeli lembaran kardus dari pihak luar, dan hanya mencetak, dan memotong lembaran kardus sesuai dengan pesanan konsumen.

Hal yang menjadi permasalahan di PT. Madara Adhitama Utamabox adalah masalah peletakan *sheet* pada mesin *long way*. Seorang operator harus menjatuhkan kardus secara tepat di atas *line* yang ada di mesin *long way*, sehingga kait yang terus berputar pada *line* tersebut dapat mendorong lembaran kardus masuk ke dalam mesin *long way*. Oleh karena pada proses ini dilakukan secara manual, maka operator yang melakukan pekerjaan sering merasa keletihan, dan tidak fokus dalam meletakkan lembaran kardus tersebut. Hal ini menyebabkan seringnya lembaran kardus yang terbuang (*waste*) dikarenakan waktu saat meletakkan lembaran kardus sering tidak sama dengan posisi kait yang tepat saat mendorong lembaran kardus ke mesin *long way*. Untuk mengatasi masalah tersebut, maka pada penelitian kali ini akan dirancang alat bantu sistem otomatisasi peletakan *sheet* pada mesin *long way*. Diharapkan dengan adanya alat bantu ini dapat mengurangi *waste*, dan dapat menyelesaikan permasalahan keletihan pegawai pada PT. Madara Adhitama Utamabox.

TINJAUAN PUSTAKA

Perancangan dan Pengembangan Produk

Perancangan produk merupakan suatu metode pengembangan produk yang jelas, dan terperinci, di dalam tahapannya melibatkan fungsi-fungsi pemasaran, perancangan dan

¹⁾ Mahasiswa di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

²⁾ Staf Pengajar di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

manufaktur.

Empat tipe proyek pengembangan produk sebagai berikut:

- 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.

Identifikasi Kebutuhan Pelanggan

Filosofi yang mendukung metode ini adalah menciptakan jalur informasi yang berkualitas antara pelanggan sebagai target pasar dengan perusahaan pengembang produk. 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 dari 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 di antara anggota tim.

Identifikasi kebutuhan pelanggan merupakan sebuah proses yang dibagi menjadi lima tahap sebagaimana dijelaskan berikut ini.

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?

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”.

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.

Menetapkan Kepentingan Relatif Setiap Kebutuhan

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.

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?

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.

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 yang dijelaskan berikut ini.

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.

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.

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 di dalam tim.

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.

Merefleksikan hasil dan proses

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

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 penyelidikan, pengujian, dan pengembangan selanjutnya. Dua tahapan metode 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. *Me-ranking* konsep-konsep

Setelah proses *pe-ranking*-an 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 di antara 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 penilaian kinerja disajikan pada Tabel 1.

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. Me-ranking konsep

Total nilai dapat dihitung dengan persamaan:

$$S_j = \sum_{i=1}^n r_{ij} w_i$$

(1)

dengan:

S_j : Nilai konsep j untuk kriteria i

n : Bobot untuk kriteria i

r_{ij} : Jumlah kriteria

w_i : 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.

Pengujian Konsep

Ada tujuh tahap untuk melaksanakan pengujian konsep, yaitu:

- Mendefinisikan maksud pengujian konsep
Anggota tim merumuskan apa yang ingin dijawab melalui pengujian konsep ini.
- Memilih populasi survei
Asumsi yang mendasari pengujian konsep adalah populasi pelanggan potensial yang disurvei mencerminkan target pasar dari sebuah produk.
- 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.
- 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, dan 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 di antara 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.

Kuesioner

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

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 stres. 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 oleh sejumlah faktor yang terus-menerus membuat lelah (lelah kronis). Kelelahan kronis merupakan kumulatif respons *non* spesifik terhadap perpanjangan stres. Kelelahan kronis memberikan gejala tertentu yang berhubungan dengan sakit kepala, pusing, jantung berdebar, diare, gangguan lambung, dan lain-lain. Gangguan tidur menunjukkan gejala *hyperarousal* kronis yang berhubungan dengan kondisi kehabisan tenaga yang meningkat, dan merupakan gejala umum penyakit jantung.

Pengukuran tingkat kelelahan

Menurut Suma'mur (1989), salah satu cara untuk mengukur tingkat kelelahan pada tenaga kerja dalam pekerjaannya adalah pengukuran denyut nadi. Denyut nadi atau detak jantung dapat dibedakan menjadi dua, yaitu denyut nadi kerja, dan denyut nadi istirahat^[2].

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. Adapun denyut nadi akibat kerja adalah perbedaan denyut nadi kerja, dan denyut nadi istirahat. 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 berikut ini^[2]:

Tabel 2. Hubungan beban kerja terhadap denyut nadi

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

METODE PENELITIAN

Tahapan metode penelitian yang dilakukan dapat dilihat dalam bentuk diagram alir pada Gambar 1 di bawah ini. Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam menyelesaikan penelitian ini meliputi:

Identifikasi masalah

Pengamatan Awal

Pada tahap ini diawali dengan pengamatan awal yang dilakukan pada saat dimulainya penelitian. 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 survei, 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 akan penyelesaian dari masalah-masalah yang terjadi, hal tersebut dapat memberi masukan kepada penulis

Perumusan Masalah

Tahap ini adalah tahap lanjutan dari tahapan pengamatan awal yang telah dilakukan, sehingga diketahui bahwa masih sering terjadi salah peletakan posisi *sheet* sehingga banyak *sheet* yang terbuang.

Studi Literatur

Pada tahap ini akan dilakukan untuk melandasi cara berpikir, dan menentukan metode-metode yang tepat dalam menyelesaikan masalah-masalah yang ada. Studi literatur ini dimulai sejak awal penelitian, dan akan terus berjalan selama penelitian ini berlangsung untuk mendukung tercapainya kesimpulan akhir yang diinginkan. Masukan-masukan dari studi literatur ini juga akan



Gambar 1. Diagram alir langkah-langkah penelitian

digunakan untuk menjawab permasalahan 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 gaya, teori perencanaan, dan pengembangan produk, teori ergonomi, dan teori Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3).

Pengumpulan Data

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

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.

Tahap Perancangan Konsep

Dengan data yang telah diperoleh, maka langkah selanjutnya adalah perancangan konsep “Alat otomatisasi Peletakan *shet* pada Mesin *Long Way*”.

Perancangan konsep alat ini bertujuan agar mengurangi *sheet* yang terbuang, dan menghilangkan keletihan operator. Oleh karena itu diperlukan beberapa tahap yang sistematis, sebagaimana dijelaskan berikut ini.

Identifikasi Kebutuhan

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

Penyusunan Konsep

Dalam penyusunan konsep produk dilakukan pembuatan pohon klasifikasi konsep untuk menentukan beberapa alternatif penyelesaian masalah yang terjadi dalam proses perakitan alat otomatisasi peletakan *sheet* pada mesin *long way*.

Penyeleksian Konsep

Dalam tahap penyeleksian konsep dilakukan penyaringan konsep, dan penilaian konsep dari konsep-konsep yang telah dibuat sebelumnya untuk alat otomatisasi peletakan *sheet* pada mesin *long way*. 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.

Pembuatan Alat Bantu Kerja

Setelah dilakukan tahapan perancangan, alat bantu kerja tersebut akan dibuat. Pada tahapan ini, alat bantu dibuat berdasarkan data yang sudah dikumpulkan.

Analisis Data

Alat bantu kerja yang telah dibuat akan diimplementasikan pada mesin potong untuk

membandingkan kondisi kerja yang baru dengan kondisi kerja yang lama dalam rangka pencapaian tujuan dari penelitian ini.

Hal ini dilakukan dengan perbandingan apakah penggunaan fasilitas kerja yang baru dapat mengurangi terjadinya kesalahan cetak *sheet* sehingga dapat meminimalkan *waste*. Selain itu juga, apakah keluhan para pekerja sudah berkurang ketika menggunakan alat otomatisasi tersebut. Analisis Implementasi meliputi banyaknya *long way* yang tidak jadi terbuang, dan perhitungan biaya-biaya yang dikeluarkan.

Kesimpulan

Tahap ini merupakan tahap akhir dari metode penelitian. Hasil yang didapat dari analisis data disimpulkan, dan diharapkan dapat diterapkan oleh perusahaan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data Denyut Nadi Pekerja

Data ini digunakan untuk mengetahui tingkat kelelahan pekerja ketika melakukan suatu pekerjaan pada rentang waktu tertentu. 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. Data denyut nadi pekerja disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-Rata Denyut Nadi Tanpa Menggunakan Alat Bantu

Pekerja	Hari ke-			Rata-rata denyut setelah bekerja
	1	2	3	
1	109	110	115	111,33
2	110	108	112	110,00

Data Konsumsi Energi Pekerja

Pada saat bekerja konsumsi energi merupakan faktor utama yang dijadikan tolok 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. Semakin besar energi yang terbuang, maka semakin banyak konsumsi oksigen dalam tubuh yang menyebabkan nadi berdenyut dengan cepat.

Untuk mengetahui pengaruh kondisi kerja, maka perlu dilakukan pengukuran hasil

kerja melalui hasil kerja yang diperoleh dari pekerja. Persamaan yang berhubungan dengan konsumsi energi dengan kecepatan bekerja, dan denyut jantung pada saat bekerja adalah sebagai berikut:

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

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

dengan:

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 4 dapat diketahui konsumsi energi untuk proses *printing* dengan menggunakan persamaan di atas. Berikut ini merupakan hasil perhitungan konsumsi energi para pekerja tanpa menggunakan alat bantu.

Tabel 4. Konsumsi Energi (Tanpa Menggunakan Alat Bantu)

Pekerja	Denyut Jantung		Pengeluaran Energi		Konsumsi energi
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	
1	74,67	111,33	2,724	5,101	2,377
2	73,00	110,00	2,646	4,993	2,347
Total konsumsi energi					4,724

Data konsumsi oksigen

Pada saat bekerja konsumsi oksigen merupakan faktor utama yang dijadikan tolok ukur penentu beratnya suatu pekerjaan. Semakin banyak oksigen yang terbuang, maka pekerjaan yang dilakukan juga semakin berat. Persamaan yang berhubungan dengan konsumsi oksigen dengan kecepatan jantung bekerja adalah sebagai berikut:

$$\text{Konsumsi Oksigen} = \left[\frac{X \cdot 75}{5} \cdot 0,1 \right] + 0,5 \quad (4)$$

dengan:

X : Kecepatan denyut jantung (denyut/menit)

Hasil pengukuran denyut nadi sebelum dan sesudah bekerja pada Tabel 3 dapat diketahui

konsumsi oksigen untuk proses *printing* dengan menggunakan persamaan di atas. Berikut ini merupakan hasil perhitungan konsumsi oksigen para pekerja dengan menggunakan alat bantu dan tanpa menggunakan alat bantu sebagaimana disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Konsumsi Oksigen (Tanpa Menggunakan Alat Bantu)

Pe- ker- ja	Denyut Jantung		Pengeluaran Oksigen		Kon- sumsi oksi- gen
	Sebe- lum	Sesu- dah	Sebe- lum	Sesu- dah	
1	74,67	111,33	0,493	1,227	0,733
2	73,00	110,00	0,460	1,200	0,740
Total konsumsi oksigen					1,473

Ada beberapa faktor penyebab terjadinya kecelakaan tersebut antara lain adalah faktor manusia, faktor lingkungan kerja, dan faktor dari mesin itu sendiri. Faktor manusia disebabkan karena menurunnya akurasi kerja yang disebabkan terlalu lama bekerja, kurangnya konsentrasi saat bekerja (melamun, berbicara dengan orang di sekitar, terlalu banyak bergurau), sehingga operator lalai untuk meletakkan *sheet* di atas lintasan *conveyor* pada mesin *long way*. Faktor lingkungan kerja yang ada juga mempengaruhi proses kerja di dalam suatu industri.

Keadaan lingkungan yang dimaksudkan seperti: sirkulasi udara yang kurang baik, panas, dan keadaan lainnya yang dapat menghambat proses kerja dan konsentrasi operator dalam melakukan proses produksi. Pada faktor mesin

Tabel 6. Tabel analisis kecelakaan kerja pada mesin *long way*

Analisis	keterangan
Permasalah- an yang terjadi	sering terjadinya kesalahan pada saat peletakkan <i>sheet</i> di lintasan <i>conveyor</i>
Faktor penyebab	kurangnya konsentrasi pekerja (melamun, kebanyakan mengobrol, terlalu banyak bergurau)
	Menurunnya akurasi dari pekerja yang diakibatkan oleh bekerja terlalu lama.
	Keadaan lingkungan (sirkulasi udara yang kurang baik, panas, kebisingan suara mesin-mesin kayu, dan keadaan lainnya) dapat menghambat proses kerja dan konsentrasi.

Tabel 6. Tabel analisis kecelakaan kerja pada mesin *long way* (lanjutan)

akibat	<i>Sheet</i> tidak tercetak dengan sempurna
	Produktivitas perusahaan menurun
	Pegawai banyak mengalami kelelahan fisik dan mental dikarenakan bekerja hal yang sama dan dalam jangka waktu yang lama
solusi	merancang alat peletakkan <i>sheet</i> dengan sistem otomatisasi
rancangan	rancangan alat di desain sedemikian rupa sehingga mudah untuk dioperasikan dan perawatannya, menjadikan manusia hanya sebagai operator
	rancangan menggunakan material besi dan kayu agar tahan lama
	dapat meningkatkan produktivitas perusahaan

itu sendiri adalah kegagalan proses *printing*. Kegagalan proses ini disebabkan oleh beberapa faktor, contohnya adalah tersangkutnya *sheet* di dalam mesin *long way*. Analisis kecelakaan kerja pada mesin *long way* disajikan pada Tabel 6.

Mengumpulkan Data dari pekerja

Pengumpulan data ini dilakukan melalui pengamatan aktivitas para pekerja pada saat proses *printing sheet*. Permasalahan yang dialami oleh pekerja yaitu selalu melakukan proses peletakkan *sheet* di atas lintasan *conveyor* pada mesin *long way* secara manual. Proses ini sangat membutuhkan konsentrasi, dan posisi yang cukup melelahkan untuk dilakukan dalam waktu yang lama, dikarenakan proses ini membutuhkan konsentrasi tinggi, maka tidak banyak pada saat peletakkan *sheet* sering terjadi kesalahan yang mengakibatkan *sheet* tidak tercetak dengan benar.

Dari permasalahan tersebut, maka dicari solusi dengan cara pengamatan langsung, mengumpulkan data dan proses wawancara yang bertujuan mendapatkan informasi yang dibutuhkan dalam perancangan alat otomatisasi yang sesuai untuk permasalahan ini. Berikut tabel wawancara kepada para pekerja di bagian proses *printing* sebagaimana disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Tabel Hasil Wawancara operator *long way*

Pertanyaan	Pernyataan
Kesulitan apa yang dihadapi saat melakukan proses peletakkan <i>sheet</i> (proses <i>printing</i>) saat ini?	Kelelahan tangan dan punggung saat proses peletakkan <i>sheet</i>
	Harus meletakkan <i>sheet</i> secara manual
Hal-hal yang perlu diperhatikan untuk alat otomatisasi yang akan dibuat?	Perawatannya mudah
	Kuat
	Tahan lama
	Dapat digunakan untuk semua ukuran lebar <i>sheet</i>

Menginterpretasikan Data Mentah ke Dalam Kebutuhan Pekerja

Dari hasil pengamatan dan hasil dari wawancara para pekerja. Kemudian menginterpretasikan dari pernyataan para pekerja tersebut. Berikut adalah tampilan dari hasil interpretasi tersebut sebagaimana disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Interpretasi kebutuhan

Pernyataan kebutuhan pekerja
1. Alat harus kuat
2. Tahan Lama
3. Perawatannya mudah
4. Dapat digunakan untuk semua ukuran <i>shet</i>
5. Menghilangkan fungsi pekerja (hanya sebagai operator)
6. Meningkatkan produktivitas perusahaan

Berikut merupakan penjelasan dari daftar kebutuhan pekerja di atas:

- Alat harus kuat
Kebutuhan ini muncul karena pekerja ingin alat tersebut terbuat dari bahan yang cukup kuat untuk menopang *sheet* dalam jumlah yang cukup banyak;
- Tahan Lama
Pekerja ingin alat tersebut tidak mudah rusak jika digunakan dalam jangka waktu lama.
- Pengoperasiannya mudah
Pekerja ingin alat tersebut nantinya mudah dalam proses perawatannya;
- Dapat digunakan untuk semua ukuran *sheet*
Alat ini diharapkan nantinya dapat digunakan untuk semua ukuran *sheet*.

Daftar metrik untuk alat

Daftar metrik memperlihatkan hubungan antara kebutuhan, dan metrik. Metrik ini merupakan elemen kunci dari rumah kualitas, suatu teknis grafis yang digunakan dalam pengembangan fungsi kualitas (*quality function*

deployment). Berikut Tabel 9 daftar metrik untuk alat:

Tabel 9. Tabel daftar metrik

No	Kebutuhan	Matrik	Kepentingan
1	1,2	jenis bahan yang digunakan	3
2	3,4	tinggi alat	4
3	3,4	lebar alat	4
4	3,4	panjang alat	4

Spesifikasi Produk dengan Metrik Kebutuhan

Tabel metrik ini digunakan untuk menentukan kebutuhan para pekerja pada proses *printing* (peletakan *sheet*) terhadap alat otomatisasi peletakan *sheet* yang sesuai dengan kebutuhan para pekerja. Matrik kebutuhan disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Matrik kebutuhan alat otomatisasi peletakkan *sheet* yang sesuai dengan kebutuhan

Metrik	jenis bahan yang digunakan	tinggi alat	lebar alat	panjang alat
1. Kekuatan	•			
2. Tahan Lama	•			
3. Perawatannya mudah		•	•	•
4. Dapat digunakan untuk semua ukuran <i>shet</i>		•	•	•

Berikut ini merupakan penjelasan tentang tabel matrik kebutuhan alat otomatisasi peletakan *sheet*

- Kekuatan
Memperhatikan dari jenis bahan yang digunakan. Diharapkan terbuat dari bahan yang cukup kuat.
- Tahan lama
Diperhatikan juga dari jenis bahan yang digunakan. Diharapkan mesin ini dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama, dan termakan oleh zaman.
- Perawatannya mudah

Memperhatikan antara lain tinggi, lebar dan panjang mesin ini diharapkan tidak susah untuk proses perawatannya.

4. Dapat digunakan untuk semua ukuran *sheet*.
Memperhatikan tinggi lebar dan panjang, mesin ini diharapkan dapat digunakan untuk semua ukuran *sheet*.

Penyusunan Konsep

Pada tahap penyusunan konsep ini, diberikan beberapa konsep yang sesuai dengan kebutuhan para pekerja terhadap alat otomatisasi peletakan *sheet* ini. Alternatif-alternatif konsep produk dapat dikembangkan melalui tabel kombinasi konsep sebagaimana disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11. Tabel Kombinasi Konsep terhadap Alat otomatisasi peletakan *sheet*

alat otomatisasi	bentuk alat	peletakkan alat
dengan sistem mekanis	menggunakan <i>conveyor</i>	diatas lintasan <i>conveyor</i> mesin <i>long way</i>
dengan sistem sensor	menggunakan <i>roller</i>	

Tabel 11 menjelaskan tentang tabel kombinasi konsep pada alat otomatisasi peletakan *sheet*. Berikut adalah penjelasan dari Tabel Kombinasi Konsep di atas.

Alat Otomatisasi dengan sistem mekanis dan menggunakan *roller* yang diletakkan di atas lintasan *conveyor* mesin *long way*.

Konsep alat otomatisasi ini menggunakan dinamo sebagai penggerak *roller*. Rangka dari alat ini terbuat dari besi dan kayu. Cara kerja alat ini adalah *roller* yang berputar akan mendorong tumpukan *sheet* agar dapat jatuh tepat diatas lintasan *conveyor*. Alat ini juga dilengkapi dengan sekat pembatas yang dapat diatur-atur sesuai dengan lebar *sheet*. Alat ini diletakkan diatas lintasan *conveyor* mesin *long way*.

Alat Otomatisasi dengan sistem sensor dan menggunakan *roller* di atas lintasan *conveyor* mesin *long way*.

Konsep alat otomatisasi ini menggunakan dinamo sebagai penggerak *roller*. Rangka dari alat terbuat dari kayu. Cara kerja alat ini adalah *roller* yang berputar mendorong tumpukan *sheet* agar dapat jatuh tepat di atas lintasan *conveyor*. Alat ini menggunakan sensor yang

disesuaikan dengan putaran kait di lintasan *conveyor* pada mesin *long way*. Pada saat kait berada di posisi tertentu, sensor akan memerintahkan dinamo untuk berputar, sehingga *roller* dapat mendorong maju *sheet* menuju lintasan *conveyor*. Alat ini juga dilengkapi dengan sekat pembatas yang dapat mengatur lebar *sheet*. Alat ini diletakkan di atas lintasan *conveyor* mesin *long way*.

Alat otomatisasi dengan sistem sensor dan menggunakan *conveyor* yang diletakkan di atas lintasan *conveyor* mesin *long way*.

Konsep alat otomatisasi ini menggunakan dinamo sebagai penggerak dari *conveyor*nya. Cara kerja alat ini adalah sensor akan memberikan perintah pada dinamo untuk memutar *conveyor*, jika kait pada *conveyor* pada mesin *long way* mencapai posisi tertentu. Alat ini diletakkan di atas lintasan *conveyor* mesin *long way*.

Alat otomatisasi dengan sistem mekanis dan menggunakan *conveyor* yang diletakkan di atas lintasan *conveyor* mesin *long way*.

Konsep alat otomatisasi ini menggunakan dinamo sebagai penggerak dari *conveyor*. Cara kerja alat ini adalah dinamo akan menggerakkan *conveyor* agar dapat menjatuhkan *sheet* tepat di atas lintasan *conveyor* pada mesin *long way*. Rangka alat ini terbuat dari kayu, dan besi. Alat ini diletakkan di atas lintasan *conveyor* mesin *long way*.

Penyaringan Konsep

Penyaringan konsep adalah proses yang evaluasinya masih berupa dugaan yang ditujukan untuk mempersempit alternatif. Selama penyaringan konsep, beberapa konsep awal di evaluasi dengan membandingkan sebuah konsep referensi yang menggunakan matriks penyaringan. Pada tahap awal ini perbandingan kuantitatif secara rinci sulit untuk dihasilkan, sehingga digunakan sebuah sistem komparatif yang masih kasar.

Penyaringan konsep ini bertujuan agar dapat mengurangi konsep-konsep yang ada dan memberikan alternatif dari konsep-konsep tersebut. 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 sebagaimana disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Penyaringan Konsep Alat otomatisasi peletakkan *sheet*

Kriteria	Konsep A	Konsep B (referensi)	Konsep C	Konsep D
Kekuatan	+	0	0	+
Tahan Lama	+	0	0	+
Kriteria	Konsep A	Konsep B (referensi)	Konsep C	Konsep D
Mudah perawatannya	0	0	-	-
dapat digunakan untuk semua ukuran <i>sheet</i>	0	0	0	0
Sum +'s	2	0	0	2
Sum 0's	2	4	3	1
Sum -'s	0	0	1	1
Nilai akhir	2	0	-1	1
Ranking	1	3	4	2
Hasil Akhir	ya	tidak	tidak	ya

Ranking 1 : Konsep A

Ranking 2 : Konsep D

Ranking 3 : Konsep B

Ranking 4 : Konsep C

Konsep B yang menjadi acuan karena menggunakan *roller* yang lebih mudah perawatannya dan sudah menggunakan sistem sensor.

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 D. Maka untuk penilaian konsep B dan konsep D dapat dilihat di Tabel 13 di bawah ini

Tabel 13. Penilaian Konsep untuk Alat

		Konsep A		Konsep D	
		Rating	Nilai beban	Rating	Nilai beban
Kekuatan	0,233	4	0,933	4	0,9332
Tahan Lama	0,2	4	0,8	4	0,8
Mudah perawatannya	0,183	5	0,916	4	0,7332
dapat digunakan untuk semua ukuran <i>shet</i>	0,216	4	0,866	4	0,8668
Total nilai			3,516		3,3332
Ranking		1		2	

Keterangan :

- Konsep A adalah Alat Otomatisasi dengan sistem mekanis dan menggunakan *roller* yang diletakkan di atas lintasan *conveyor* mesin *long way*.
- Konsep D adalah Alat otomatisasi dengan sistem mekanis dan menggunakan *conveyor* yang diletakkan di atas lintasan *conveyor* mesin *long way*.

Penjelasan penilaian :

1. Konsep A memiliki sistem kerja yang lebih baik dikarenakan menggunakan sistem *roller*, maka konsep sistem kerja yang lebih baik dan lebih mudah dilakukan perawatan daripada konsep D.
2. Konsep D memiliki sistem kerja yang kurang baik karena menggunakan sistem *conveyor*. Selain itu konsep ini cukup susah untuk dilakukan perawatan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan pembahasan data kuesioner setelah menggunakan alat bantu

Untuk memperoleh data apakah alat bantu mengurangi tingkat kelelahan dari para pekerja maka disusunlah suatu kuesioner. Hasil dari kuesioner dapat dilihat di Tabel 14.

Tabel 14. Hasil dari Kuesioner

No Pertanyaan	Pilihan yang tersedia	Jumlah Pemilih (Orang)	Jawaban secara tertulis (Keterangan)
1	<20tahun	2	-
	20<-30tahun	-	
2	Ya	2	-
	Tidak	-	
3	Ya	2	-
	Tidak	-	
4	Ya	2	-
	Tidak	-	

Tabel 14. Hasil dari Kuesioner (*lanjutan*)

No Pertanyaan	Pilihan yang tersedia	Jumlah Pemilih (Orang)	Jawaban secara tertulis (Keterangan)
5	-	-	diberikan inverter agar dapat mengatur cepat lamanya putaran dinamo

Kuesioner dibagikan kepada 2 orang karyawan yang mengoperasikan mesin *Longway*. Dari hasil kuesioner dapat diketahui bahwa kelelahan, dan sakit yang dialami sebelum menggunakan alat bantu sudah dapat teratasi dengan adanya alat bantu tersebut.

Hasil penelitian dan pembahasan data pengukuran denyut jantung

Dengan melakukan pengukuran denyut nadi, maka dapat diketahui apakah terdapat penurunan tingkat kelelahan jika menggunakan alat bantu tersebut. Hal ini dapat dilihat perbandingan antara selisih denyut nadi (sebelum dan sesudah bekerja) tanpa menggunakan alat bantu dengan menggunakan alat bantu. Apabila selisih denyut nadi dengan menggunakan alat bantu lebih rendah dibandingkan dengan tanpa menggunakan alat bantu, maka dapat diketahui bahwa alat bantu tersebut terbukti dapat mengurangi kelelahan pekerja.

Data ini diperoleh melalui pengukuran denyut nadi terhadap dua orang pekerja pada bagian proses *printing*. Denyut nadi ini diambil pada saat sebelum dan sesudah bekerja. Pengambilan data ini dilakukan pada pukul 08.00 sampai 16.00 dan data diambil selama 3 hari. Pengukuran denyut nadi ini dilakukan total selama 3 hari kerja untuk membandingkan selisih pengukuran denyut nadi (sebelum dan sesudah bekerja) dengan menggunakan alat bantu dengan tanpa menggunakan alat bantu.

Berdasarkan hasil tersebut dapat diketahui apakah alat bantu tersebut berpengaruh dalam mengurangi tingkat kelelahan pekerja. Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan rata-rata denyut nadi sebelum dan sesudah bekerja dengan menggunakan alat bantu dan tanpa menggunakan alat bantu sebagaimana disajikan pada Tabel 15.

Tabel 15. Rata-Rata Denyut Nadi Menggunakan Alat Bantu

Pekerja	Hari ke-			Rata-rata denyut sebelum bekerja
	1	2	3	
1	74	72	73	73,00
2	73	77	74	74,67

Pekerja	Hari ke-			Rata-rata denyut setelah bekerja
	1	2	3	
1	104	102	105	103,67
2	105	104	105	104,67

Analisis data konsumsi energi

Data konsumsi energi pekerja disajikan pada Tabel 16.

Tabel 16. Konsumsi Energi (Menggunakan Alat Bantu)

Pekerja	Denyut Jantung		Pengeluaran Energi		Konsumsi energi
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	
1	73,00	103,67	2,646	4,500	1,854
2	74,67	104,67	2,724	4,575	1,851
Total konsumsi energi					3,705

Berdasarkan hasil perhitungan konsumsi energi pada Tabel 4 dan Tabel 16 dapat dibandingkan perbedaan konsumsi energi dengan menggunakan alat bantu dengan tanpa menggunakan alat bantu. Dari hasil perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa alat bantu tersebut terbukti dapat mengurangi kelelahan pekerja. Hal ini dapat dilihat dari hasil perhitungan total konsumsi energi dimana total konsumsi energi dengan menggunakan alat bantu lebih rendah (3,705 Kkal) daripada tanpa menggunakan alat bantu (4,724 Kkal). Oleh karena itu, penggunaan alat bantu terbukti dapat mengurangi kelelahan pekerja dalam proses *printing* pada mesin *Long Way*. Total penghematan energinya adalah 1,021 Kkal.

Analisis data konsumsi oksigen

Data konsumsi oksigen disajikan pada Tabel 17.

Tabel 17. Konsumsi Oksigen (Menggunakan Alat Bantu)

Pe- ker- ja	Denyut Jantung		Pengeluaran Energi		Konsumsi oksigen
	Sebe- lum	Sesu- dah	Sebe- lum	Sesu- dah	
1	73,00	103,67	0,460	1,073	0,613
2	74,67	104,67	0,493	1,093	0,600
Total konsumsi energi					1,213

Berdasarkan hasil perhitungan konsumsi energi pada Tabel 5 dan Tabel 17 dapat dibandingkan perbedaan konsumsi oksigen dengan menggunakan alat bantu dengan tanpa menggunakan alat bantu. Dari hasil perhitungan tersebut terbukti dapat mengurangi kelelahan pekerja. Hal ini dapat dilihat dari hasil perhitungan total konsumsi oksigen dimana total konsumsi oksigen pada dengan menggunakan alat bantu lebih rendah (1,213 liter) daripada tanpa menggunakan alat bantu (1,473 liter). Oleh karena itu, penggunaan alat bantu terbukti dapat mengurangi kelelahan pekerja dalam proses *printing* pada mesin *Long way*. Total penghematan oksigennya adalah 0,26 liter.

Analisis data berdasarkan produktivitas

Berikut adalah tabel yang menunjukkan produktivitas perusahaan sebelum dan sesudah menggunakan alat bantu sebagaimana disajikan pada Tabel 18 dan 19.

Tabel 18. Hasil analisis sebelum menggunakan alat bantu

Ujicoba	1	2	3	4	5
Jumlah	15	17	16	14	16

Tabel 19. Hasil analisis setelah menggunakan alat bantu

Ujicoba	1	2	3	4	5
Jumlah	22	20	21	23	21

Uji coba dilakukan selama 10 menit. Uji coba dilakukan selama 5 (lima) kali. Dari hasil uji coba dapat terlihat bahwa alat bantu membantu meningkatkan produktivitas perusahaan yang cukup signifikan.

Analisis biaya

Analisis biaya ditujukan dengan menganalisis besar dan kecilnya biaya operasional dalam pembuatan alat otomatisasi tersebut. Biaya langsung dari pembuatan alat tersebut meliputi biaya bahan-bahan yang digunakan dan biaya ongkos pembuatan dan disajikan pada Tabel 20.

Tabel 20. Biaya untuk pembuatan alat bantu

No	Kompo- nen	Keterangan: tebal (mm) x panjang (cm) x diameter (cm)	Bahan	Jum- lah	Harga
1	paking karet	3x100x-	karet	1	96000
2	pipa	1x110x7,3	besi baja	1	50000
3	besi as	-x600x0,2	besi baja	1	142000
4	gear	-x-x-	-	2	100000
5	pipa	- x600x4,125	besi baja	1	80000
6	bearing	-x-x2,22	besi baja	12	48000
7	pillow block	-x-x2,22	besi baja	7	105000
8	plat besi	-x120x0,3	besi baja	1	300000
9	sproket	-x-x-	-	4	60000
10	per	-x-x-	-	1	6000
11	ongkos bubut	-x-x-	-	-	600000
12	Dinamo dan gear box	-x-x-	-	1	1150000
Total					2737000

Dari tabel di atas dapat dilihat pembuatan alat otomatisasi tersebut adalah Rp 2.737.000

KESIMPULAN

Kesimpulan dari perancangan alat otomatisasi peletakan *sheet* pada mesin *long Way* adalah sebagai berikut:

1. Keluhan sakit di beberapa bagian-bagian tubuh pekerja dapat berkurang sehingga pekerja dapat bekerja lebih nyaman;
2. Denyut nadi pekerja menjadi lebih rendah setelah menggunakan alat tersebut;
3. Energi yang dikeluarkan pekerja juga dapat berkurang sehingga kelelahan pekerja dapat berkurang;
4. Pekerjaan menjadi lebih ringan karena tidak perlu meletakkan *sheet* di atas lintasan *conveyor* melainkan hanya menumpuk *sheet* diatas alat bantu;
5. Alat bantu dapat disesuaikan dengan lebar *sheet*.

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] Suma'mur, P.K., *Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan*, Hlm. 13-16, Penerbit Haji Masagung, Jakarta, 1989