

USULAN PERBAIKAN MESIN PENDINGIN MENGGUNAKAN METODE TRIZ DENGAN PENDEKATAN BIOMEKANIKA DI PT TAMBI UP TANJUNGSARI

Lutvina Anggraeni, Susatyo Nugroho W P

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Soedarto, SH. Semarang 50275

Telp. (024) 7460052

E-mail: anggraeni.lutvina@gmail.com, nwp.susatyo@gmail.com

Abstrak

Gejala muskuloskeletal merupakan gangguan pada otot, saraf, tendon, ligament, persendian, kartilago, dan discus invertebralis. Menggunakan postur yang baik saat bekerja dapat membantu mengurangi gejala muskuloskeletal. Pekerjaan di pabrik sebaiknya dapat dilakukan dengan postur pekerja yang baik, karena pekerjaan tersebut biasanya dilakukan secara berulang-ulang. PT Tambi UP Tanjungsari merupakan perusahaan yang bergerak dibidang pengelolaan teh hijau. Urutan pengelolaan teh melalui mesin yaitu Withering trough, rotary panner, pendingin, roller, ECP, Rotary Drier, dan Ball Tea. Pada mesin pendingin pekerja melakukan pekerjaannya dengan cara yang kurang efisien, dan harus membungkuk lalu berdiri secara berulang-ulang sehingga dapat menyebabkan gejala muskuloskeletal dan menurunkan produktivitas pekerja. Dengan demikian diperlukan perbaikan dan redesign mesin pendingin untuk memudahkan pekerja dan meningkatkan produktivitas. Redesign dilakukan menggunakan metode TRIZ dengan pendekatan biomekanika. Dari metode TRIZ yang telah dilakukan maka dapat dihasilkan redesign mesin pendingin. Sedangkan melalui pendekatan biomekanika didapatkan nilai RULA untuk postur tubuh sebelum dan setelah redesign mesin pendingin.

Kata kunci: *Gejala muskuloskeletal, TRIZ, RULA*

Abstract

Symptoms of musculoskeletal is the failure of muscles, nerves, tendons, ligaments, joints, cartilage, and discus invertebralis. Using good posture while working can help reduce the symptoms of musculoskeletal. Work on the plant should be done with a good worker's posture, since the work is usually performed repeatedly. PT Tambi UP Tanjungsari is a company engaged in the management of green tea. The sequence management of tea through the machine i.e. Withering trough, rotary panner, reflux, roller, ECP, a Rotary Drier, Tea and Ball. On the engine coolant, the worker do his job in a way that is less efficient, and should be bent and then stood up repeatedly so that can cause the symptoms of musculoskeletal then causing lower worker productivity. Thus the required improvements and a redesign of the engine coolant to make workers and increase productivity. Redesign is done using the method of TRIZ and biomechanica approach. TRIZ method is used to generate redesign the engine coolant. Whereas through the approach of biomechanica obtained RULA's value to posture before and after the redesign of the engine coolant.

Keywords: *Symptoms of musculoskeletal, TRIZ, RULA*

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Tumbuhan teh, (*Camellia sinensis*) umumnya telah dikenal penduduk Indonesia sebagai minuman penyegar. Teh merupakan salah satu produk minuman terpopuler yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia maupun masyarakat dunia dikarenakan teh mempunyai rasa dan aroma yang khas. Tanaman teh sendiri merupakan salah satu komoditi unggulan yang dikenal masyarakat sejak zaman Hindia Belanda (tahun 1860). PT Tambi merupakan salah satu perusahaan yang sudah berdiri sejak tahun 1865. PT Tambi awalnya bernama Bagelen Thee En Kina Maatschappij merupakan perusahaan perkebunan milik pemerintah Hindia Belanda yang disewakan kepada pengusaha-pengusaha swasta Belanda.

Dalam kegiatan produksi teh ada beberapa cara yaitu cara tradisional dan modern. Kedua cara tersebut memiliki perbedaan dari segi alat hingga metode yang digunakan. Cara-cara tersebut dapat diaplikasikan dalam pembuatan teh hitam maupun teh hijau. Pengolahan teh hitam dan teh hijau sendiri memiliki perbedaan. Dalam hal ini, pembahasan akan berfokus pada pengolahan teh hijau karena pada perik teh tambi sedang mengembangkan produksi teh hijaunya untuk memenuhi pemenuhan pasar domestik.

Pada PT Tambi terdapat 3 UP (Unit Perkebunan) untuk pengolahan teh hijau dan teh hitam. Pengolahan teh hijau itu sendiri berada di salah satu UP dari PT Tambi yaitu UP Tanjungsari. UP yang digunakan untuk mengolah teh hijau tersebut masih terbilang baru yaitu didirikan pada tahun 2012 lalu, namun beberapa mesin-mesin produksi yang digunakan pada UP tersebut masih menggunakan mesin-mesin lama (peninggalan Belanda) yang diperbaiki dan dimodifikasi oleh perusahaan. Selain itu, mesin yang ada masih sangat manual sehingga dibutuhkan tenaga manusia di setiap mesin yang beroperasi. Padahal, proses operasi tersebut dilakukan selama 8 jam kerja.

Pekerjaan yang dilakukan secara manual pada setiap mesin adalah menyalakan dan mematikan mesin, memindahkan material dari mesin yang satu ke mesin lainnya, dan membersihkan area di sekitar mesin. Salah satu mesin yang menjadi fokus dalam hal ini adalah mesin pendingin. Pada mesin pendingin pekerja melakukan pekerjaannya dengan cara yang kurang efisien, dikarenakan belum terdapat penampung teh yang keluar dari mesin tersebut sehingga pekerja harus mengumpulkan teh yang jatuh ke lantai untuk dimasukkan ke dalam keranjang yang kemudian dimasukkan ke dalam mesin roller secara berulang-ulang. Hal tersebut menyebabkan pekerja harus membungkuk dan berdiri berulang-ulang sehingga dapat menyebabkan gejala muskuloskeletal dan menurunkan produktivitas

pekerja. Dengan demikian diperlukan perbaikan dan redesign mesin pendingin untuk memudahkan pekerja dan meningkatkan produktivitas.

2. Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka permasalahan yang akan dibahas dalam laporan kuliah kerja industri ini adalah bagaimana mendesain mesin pendingin yang dapat memberikan perbaikan postur tubuh pekerja dan memudahkan pekerja dalam memindahkan material ke mesin roller, sehingga dapat meningkatkan produktivitas pekerja.

3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

- 1) Mendeskripsikan *tradeoff* / kontradiksi dari masalah yang terjadi, memetakan sumber daya yang akan dilibatkan, menentukan hasil akhir yang ideal, mengidentifikasi pola *evolusi*/trend, dan menentukan prinsip-prinsip TRIZ yang akan digunakan dalam menyelesaikan masalah.
- 2) Merancang mesin pendingin yang dapat meningkatkan produktivitas perusahaan dan tanpa mengesampingkan fungsi awalnya yaitu mendinginkan pucuk teh dari mesin panner.
- 3) Memberikan usulan untuk perbaikan postur tubuh pekerja dengan melakukan redesign mesin pendingin.

4. Batasan Masalah

Pembatasan masalah untuk penelitian ini adalah:

- 1) Penelitian hanya dilakukan di bagian lantai produksi PT. Tambi UP. Tanjungsari
- 2) Objek penelitian berupa mesin pendingin yang digunakan untuk mendinginkan hasil keluaran teh dari mesin panner.
- 3) Objek penelitian lainnya adalah postur tubuh pekerja pada mesin pendingin.
- 4) Pengamatan dilakukan selama 1 bulan dari tanggal 14 Juni sampai 26 Agustus 2014.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Produk

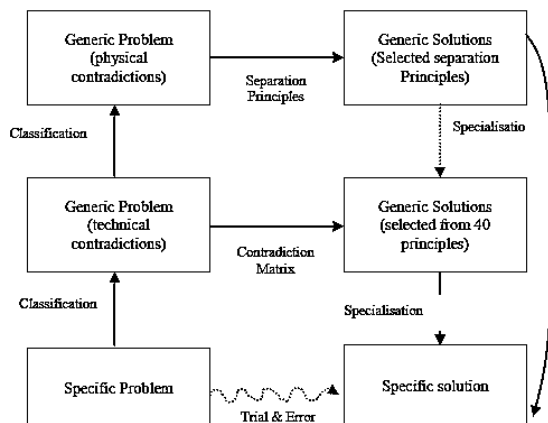
Secara konseptual produk adalah pemahaman subyektif dari produsen atas sesuatu yang bisa ditawarkan sebagai usaha untuk mencapai tujuan organisasi melalui pemenuhan kebutuhan dan kegiatan konsumen, sesuai dengan kompetensi dan kapasitas organisasi serta daya beli pasar. Selain itu produk dapat pula didefinisikan sebagai persepsi konsumen yang dijabarkan oleh produsen melalui hasil produksinya.

2. Desain Industri

Menurut Undang-Undang Desain Industri No. 31 Tahun 2000 BAB I Ketentuan Umum Pasal 1 ayat (1) yang menyatakan: “Desain industri adalah suatu kreasi tentang bentuk, konfigurasi atau komposisi garis atau warna, atau garis dan warna, atau gabungan daripadanya yang berbentuk tiga dimensi atau dua dimensi yang memberikan kesan estetis dan dapat diwujudkan dalam pola tiga dimensi atau dua dimensi yang memberikan kesan estetis serta dapat dipakai untuk menghasilkan suatu produk, barang, komoditas industri, kerajinan tangan.”

3. Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ)

Secara umum TRIZ merupakan kombinasi dari beberapa disiplin ilmu pengetahuan yaitu ilmu pengetahuan yang mempelajari alam (biologi, fisika, kimia, dll), ilmu pengetahuan yang mempelajari kebiasaan dan kehidupan manusia dalam bermasyarakat (psikologi, sosiologi, dll), ilmu pengetahuan yang mempelajari objek buatan (teknik rekayasa, disain, root cause dll). Prosedur dasar dari TRIZ dapat digambarkan dalam bentuk gambar di bawah ini:



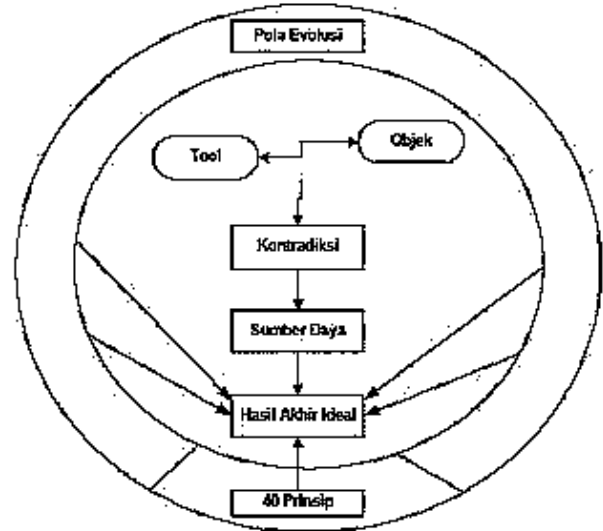
Gambar 1. The TRIZ Problem Solving Method
Sumber : (Stratton, Mann, & Otterson, 2000)

Model pemecahan masalah TRIZ yang berarti “teori pemecahan masalah berdaya cipta” menggunakan lima buah konsep, yaitu :

1. Kontradiksi, menyelesaikan sebuah masalah berarti membuang kontradiksi.
2. Sumber daya, sumber daya tersedia tetapi tidak dipakai, energi, sifat atau benda lain dalam atau di dekat sistem dapat digunakan untuk menyelesaikan kontradiksi.
3. Hasil akhir ideal, dicapai pada saat kontradiksi diselesaikan. Fitur yang diinginkan harus diperoleh tanpa kompromi.

4. Pola evolusi, dapat digunakan untuk mendapatkan ide baru dan memprediksi sistem.
5. Prinsip-prinsip inovatif, memberikan isyarat konkrit bagi solusi.

Diagram yang menunjukkan hubungan antara lima konsep tersebut adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Diagram Hubungan 5 Konsep

4. Biomekanika

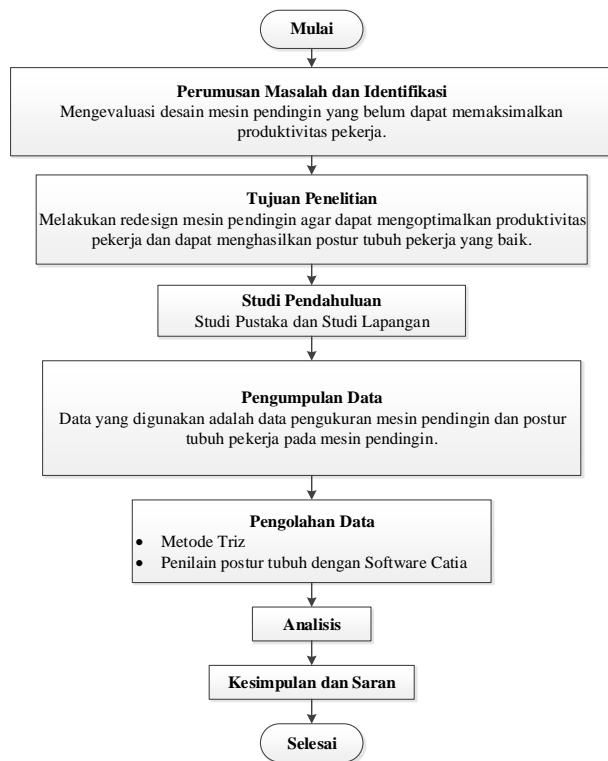
Biomekanika merupakan ilmu yang membahas aspek-aspek mekanika dari gerakan-gerakan tubuh manusia.

5. RULA

Rapid Upper Limb Assesment adalah metode yang dikembangkan dalam bidang ergonomi yang menginvestigasikan dan menilai posisi kerja yang dilakukan oleh tubuh bagian atas.

METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan siklus pemecahan suatu masalah dan menentukan dari mana suatu masalah akan dibangun. Metodologi penelitian suatu permasalahan akan dipecahkan dengan lebih terstruktur, sehingga langkah-langkah yang diambil tidak terpecah. Alur proses penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 3. Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Deskripsi Produk

Mesin Pendingin (Cooler) adalah alat yang digunakan untuk mendinginkan pucuk teh setelah proses pelayuan. Pucuk daun teh yang telah layu dimasukkan kedalam mesin pendingin, hal ini bertujuan agar pucuk daun teh tidak terlalu panas saat dilakukan proses penggulungan. Di dalam mesin pendingin terjadi sirkulasi udara yang masuk melalui lubang-lubang kecil pada sisi tabung saat berputar, sehingga dapat mendinginkan daun teh hangat yang ada di dalamnya. Sirkulasi udara tersebut mengalir secara terus menerus selama tabung berputar. Tabung berputar karena gaya putar yang dihasilkan oleh 4 pemutar yang ada di masing-masing ujung pada kerangka mesin pendingin dan bersinggungan langsung dengan cincin mesin pendingin.



Gambar 4. Mesin Pendingin

2. Identifikasi Stakeholder

Stakeholder dari mesin pendingin yaitu :

- 1) Operator mesin roller
- 2) Operator mesin pendingin
- 3) Pengawas produksi
- 4) Operator teknisi
- 5) Pekerja yang membersihkan mesin
- 6) Konveyor dari Rotary Panner menuju Pendingin
- 7) Pucuk teh yang telah dilayukan.

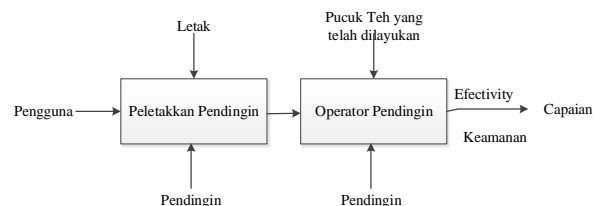
3. Pemecahan Masalah dengan Metode TRIZ

Berdasarkan penggunaan mesin pendingin pada PT TAMBI UP Tanjungsari terkadang terjadi kendala atau muncul beberapa permasalahan seperti:

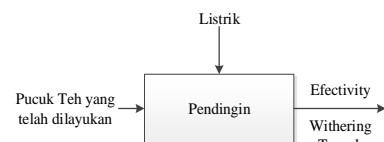
- 1) Hasil keluaran tidak jatuh pada titik yang diinginkan (keranjang), tetapi justru tidak beraturan dan berserakan di lantai karena bentuk mesin pendingin berupa lingkaran.
- 2) Postur tubuh pekerja tidak ergonomi, dimana banyak postur tubuh yang berpotensi menyebabkan gejala muskuloskeletal pada kegiatan-kegiatan berikut:

- Postur tubuh saat mengambil daun teh yang jatuh.
- Postur pekerja memasukkan daun teh ke dalam keranjang.
- Postur pekerja mengangkat keranjang dari lantai.
- Postur pekerja membawa keranjang menuju mesin roller.

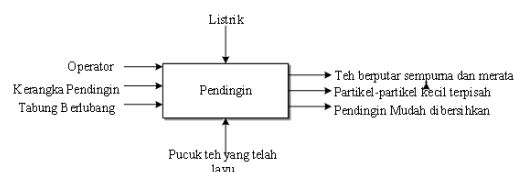
Interaksi antar subfungsi yang menyusun fungsi umum mesin pendingin terlihat pada gambar berikut:



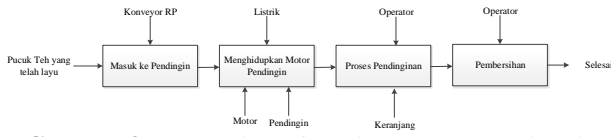
Gambar 5. Interaksi Antar Subfungsi Mesin Pendingin



Gambar 6. Subfungsi Mesin Pendingin



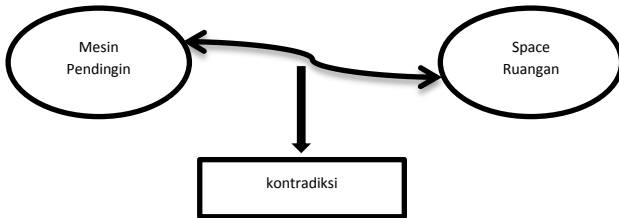
Gambar 7. Subfungsi Mesin Pendingin



Gambar 8. Interaksi Subfungsi Proses pada Withering Trough

Pada dasarnya kontradiksi atau Tradeoff muncul karena adanya hubungan antara alat dengan obyek, dimana pada konteks withering trough ini adalah :

- Tool (mesin pendingin)
- Obyek (space ruangan), sehingga terdapat kontradiksi didalamnya.



Gambar 9. Trade-Off Withering Trough Dan Pekerja

Tradeoff yang terjadi diantaranya adalah apabila mesin pendingin di modifikasi maka dapat berpengaruh terhadap space ruangan yang ada, dimana akan terjadi penambahan fasilitas pada mesin pendingin sehingga memungkinkan space ruangan yang ada jadi berkurang akibat penambahan fasilitas tersebut.

Pengurangan space ruangan, nantinya akan berpengaruh pada jalur trolley dari mesin roller ke ECP, karena letak mesin pendingin yang berada di antara mesin tersebut dan juga space ruangan yang digunakan merupakan jalur trolley tersebut.

Berikut ini adalah prinsip-prinsip yang dihasilkan berdasarkan kontradiksi teknis yang telah ditentukan diatas:

Tabel 1. Prinsip-Prinsip Yang Dihasilkan Berdasarkan Kontradiksi Teknis

| Kontradiksi | | Prinsip |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------|
| Fitur yang diperbaiki (<i>Improving feature</i>) | Fitur yang menburuk (<i>worsening feature</i>) | |
| Tinggi dan penambahan part pada sistem. | Panjang mesin pendingin yang bertambah pada ruangan. | 7,17,28,31 |

Tabel 2. Rekapitulasi Prinsip yang Muncul

| Prinsip | Keterangan |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (7) Persaranaan (Nested Structure) | <ul style="list-style-type: none"> • Menempatkan satu obyek ke obyek lainnya di samping atau di dalam.. |
| (17) Penambahan Dimensi (<i>Moving to Another dimension</i>) | <ul style="list-style-type: none"> • Mengubah System atau objek ke dalam ruang dua atau tiga dimensi • Mengubah orientasi objek |
| (28) Penggantian system / teknik (<i>Replace a Mechanical System</i>) | <ul style="list-style-type: none"> • Mengubah sistem kerja yang sebelumnya dengan sistem yang baru. • Merubah objek sedemikian rupa sehingga tidak menghabiskan banyak waktu dalam prosesnya, dan mendapatkan hasil yang lebih efisien. |
| (31) Bahan berpori dan membran (<i>Porous materials and membranes</i>) | <ul style="list-style-type: none"> • Membuat objek berongga atau tambahkan elemen berongga • Jika objek sudah berongga gunakan pori-pori sebagai substansi |

4. Pemilihan Alternatif Solusi Desain Terbaik

Evaluasi penilaian dilakukan untuk menemukan alternatif mana yang akan dipilih. Dalam proses ini dilakukan dengan menggunakan metode seleksi konsep matriks pugh. Matriks pugh merupakan matriks yang membandingkan antara alternatif desain/konsep desain dengan syarat kriteria yang diunggulkan/dibutuhkan selama pemecahan masalah dan mendapa solusi.

Tabel 3. Matriks Pugh

| Kriteria | Alternatif desain | | | |
|---------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|
| | Alterntif 1 | Alterntif 2 | Alterntif 3 | Alterntif 4 |
| Adaptability terhadap ruang di lantai produksi | | - | + | + |
| Stabilitas komposisi objek | S | + | + | S |
| Kenyamanan penggunaan dan kenyamanan lingkungan sekitar | S | - | + | S |
| Ketinggian alas keranjang mesin pendingin | + | + | + | S |
| Ketinggian mesin pendingin | + | + | + | S |
| Minimasi penggunaan bahan | - | - | - | + |
| Perkiraan biaya pembuatan | - | - | - | - |
| Kemudahan untuk Perawatan | + | + | + | + |
| Kesesuaian pada standar ergonomi | S | S | + | S |
| Jumlah (+) | 4 | 4 | 7 | 3 |
| Jumlah (-) | 2 | 4 | 2 | 1 |
| Jumlah (S) | 3 | 1 | 0 | 5 |

Keterangan

(+) = kriteria yang diunggulkan atau ditingkatkan

(-) = kriteria yang kurang unggul atau dikurangi

(S) = kriteria yang tidak mengalami banyak perubahan / memenuhi syarat

5. Desain Produk Terpilih

Dari alternatif desain terpilih, maka dapat dilihat bahwa penilaian tertinggi jatuh pada alternatif 3 yaitu prinsip 28 : Penggantian system / teknik (Replace a Mechanical System), karena memiliki nilai keunggulan yang lebih baik diantara semua alternatif yang diusulkan, dengan perolehan nilai keunggulan (+) sebanyak 7 poin, dan memiliki standar ergonomi yang sesuai. Berikut ini adalah desain produk setelah dilakukan penggantian system/ teknik:

6. Deskripsi Produk Terpilih

Komponen yang diubah adalah :

- Kerangka mesin pendingin terlalu pendek untuk ukuran postur tubuh pekerja. Sehingga perlu dilakukan penambahan tinggi kerangka mesin pendingin yaitu dengan cara melepas baut yang di hubungkan dengan lantai dan membuat kerangka tambahan yang akan di sambungkan di bagian bawah kerangka mesin pendingin. Tinggi mesin pendingin ditambahkan 40 cm.
- Pada bagian depan tabung diberikan corong yang berfungsi sebagai pengatur jalur daun teh yang keluar dari tabung agar jatuh ke keranjang yang dimaksud.
- Pada penyangga corong dibuat sama tinggi dengan tinggi jari-jari tabung ke lantai yaitu 129 cm.
- Pada corong diberikan pembatas pada sisi kanan dan kirinya untuk menjaga daun teh agar tidak berceceran ke lantai.

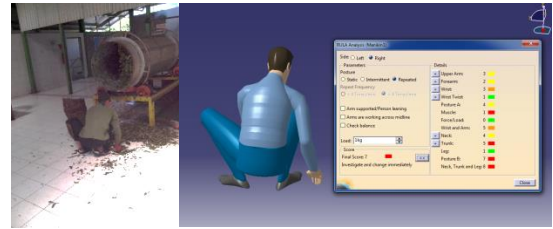
Dari perubahan yang dilakukan diatas akan timbul beberapa kontradiksi diantaranya:

- 1) Tinggi mesin pendingin yang berubah akan mempengaruhi tinggi dari konveyor yang digunakan untuk penghubung dari mesin panner menuju mesin pendingin.
- 2) Penambahan corong dan meja membuat space ruangan berkurang dan menghalangi jalur trolley dari mesin roller menuju mesin ECP.

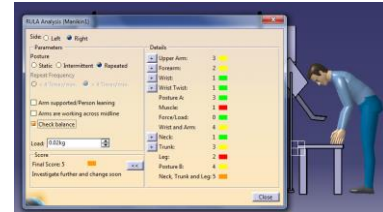
Alternatif ini baik digunakan karena memiliki paling banyak poin (+) sehingga layak dipilih.

7. Perbandingan RULA sebelum dan sesudah redesign

- Postur Tubuh Saat Mengumpulkan Daun yang Jatuh ke Lantai

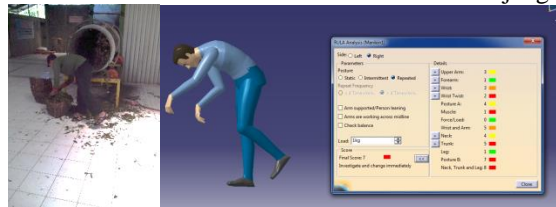


Gambar 10. Postur Tubuh Saat Mengumpulkan Daun yang Jatuh ke Lantai (Sebelum Redesign)



Gambar 11. Postur Tubuh Saat Mengumpulkan Daun yang Jatuh ke Lantai (Setelah Redesign)

- Postur Tubuh Saat Memasukkan Daun ke Keranjang

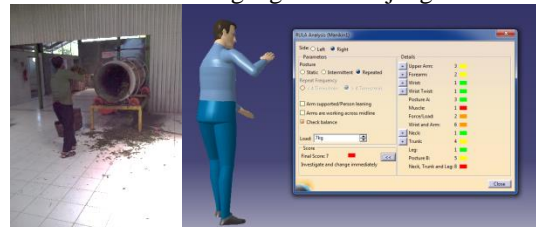


Gambar 11. Postur Tubuh Saat Memasukkan Daun ke Keranjang (Sebelum Redesign)



Gambar 12. Postur Tubuh Saat Memasukkan Daun ke Keranjang (Setelah Redesign)

- Postur Tubuh Saat Mengangkat Keranjang



Gambar 13. Postur Tubuh Saat Mengangkat Keranjang (Sebelum Redesign)



Gambar 14. Postur Tubuh Saat Mengangkat Keranjang (Setelah Redesign)

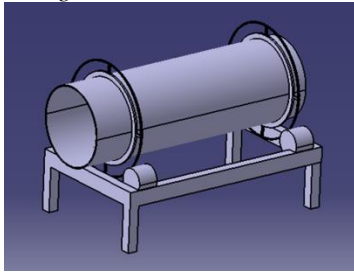
menangani kasus yang menimbulkan resiko pada muskuloskeletal saat pekerja melakukan aktivitas.

- **Postur Tubuh Saat Memasukkan Daun ke Keranjang**
 Pada hasil RULA dari 2 postur tubuh pada saat memasukkan daun teh ke dalam keranjang dapat dilihat bahwa pada RULA sebelum dilakukan redesign terdapat banyak nilai yang merah dari analisis RULA yang dilakukan menggunakan software CATIA. Nilai merah tersebut muncul karena adanya kegiatan/aktivitas yang berulang-ulang dan beresiko muskuloskeletal pada bagian – bagian yang berwarna merah.

Setelah dilakukan redesign, dapat dilihat bahwa terjadi perbaikan terhadap nilai aktivitas pada analisis RULA. Dengan adanya analisis RULA maka dapat menangani kasus yang menimbulkan resiko pada muskuloskeletal saat pekerja melakukan aktivitas.

8. Perbandingan Desain Sebelum dan Sesudah Redesign

- **Sebelum Redesign**



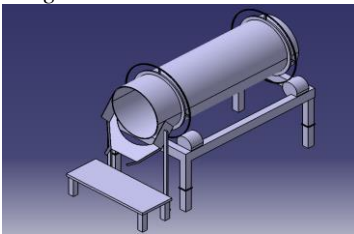
Gambar 15. Mesin Pendingin Sebelum Redesign

- **Postur Tubuh Saat Mengangkat Keranjang**

Pada hasil RULA dari 2 postur tubuh pada saat keranjang dari lantai dapat dilihat bahwa pada RULA sebelum dilakukan redesign terdapat beberapa nilai yang merah dari analisis RULA yang dilakukan menggunakan software CATIA.

Setelah dilakukan redesign, dapat dilihat bahwa terjadi perbaikan terhadap nilai aktivitas pada analisis RULA dengan berkurangnya nilai yang merah walaupun masih terdapat beberapa nilai yang merah.. Dengan adanya analisis RULA maka dapat menangani kasus yang menimbulkan resiko pada muskuloskeletal saat pekerja melakukan aktivitas.

- **Setelah Redesign**



Gambar 16. Mesin Pendingin Setelah Redesign

9. Analisis Perbandingan RULA Sebelum dan sesudah redesign

- **Postur Tubuh Saat Mengumpulkan Daun yang Jatuh ke Lantai**

Pada hasil RULA dari 2 postur tubuh pada saat mengumpulkan daun teh yang terjatuh ke lantai dapat dilihat bahwa pada RULA sebelum dilakukan redesign terdapat banyak nilai yang merah dari analisis RULA yang dilakukan menggunakan software CATIA. Nilai merah menunjukkan bahwa aktivitas yang dilakukan oleh bagian tubuh tersebut tidak baik jika dilakukan secara terus-menerus. Sedangkan warna hijau menandakan gerakan tersebut aman dilakukan.

Setelah dilakukan redesign, dapat dilihat bahwa terjadi perbaikan terhadap nilai aktivitas pada analisis RULA. Dengan adanya analisis RULA maka dapat

KESIMPULAN

1. Prinsip- prinsip TRIZ yang digunakan dalam penelitian ini adalah prinsip 7, 17, 28, dan 31. Dari keempat prinsip tersebut, kemudian dijadikan alternatif pilihan desain. Alternatif yang terpilih dari prinsip tersebut adalah prinsip 28 yaitu Penggantian system / teknik (Replace a Mechanical System).
2. Dari metode TRIZ yang telah dilakukan maka dapat dihasilkan redesign mesin pendingin dengan menambahkan corong di depan tabung untuk membantu mengalirkan daun teh menuju keranjang sehingga tidak berserakan di lantai. Selain itu juga ditambahkan meja untuk mempermudah pekerja dalam mengambil keranjang.
3. Usulan perbaikan postur tubuh pekerja dibuat dengan menggunakan analisis RULA yaitu untuk penilaian postur tubuh bagian atas. Dengan analisis RULA di dapatkan bahwa postur tubuh pekerja sebelum redesign mesin pendingin menunjukkan banyak nilai/scoring activity yang merah. Hal tersebut tidak baik untuk

pekerja karena dapat mengakibatkan gejala muskuloskeletal. Setelah dilakukan redesign mesin pendingin dapat dilihat bahwa nilai postur rubuh pekerja membaik dengan berkurangnya warna merah pada analisis RULA.

DAFTAR PUSTAKA

- Diegel, O. (2004). Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch (TRIZ). Creative Industries.
- Kotler, P., & Armstrong, G. (2001). Prinsip-prinsip Pemasaran, Jilid 2, Edisi Kedelapan. Jakarta: Erlangga.
- Lueder (1996). A Proposed RULA for Computer User : Proceedings for the Ergonomics Summer Workshop. San Fransisco: UC Berkeley Center for Occupational & Environmental Health Continuing Educational Program.
- McAtamney, L., & Nigel, E. C. (1993). RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. N.Y: Appl Ergon.
- Nasution, M. (2005). Total Quality Management. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Nurmianto, E. (2003). Ergonomi : Konsep Dasar dan Aplikasinya, Edisi Kedua. Surabaya: Guna Widya.
- Rantanen, K., & Domb, E. (2007). Simplified TRIZ, Second Edition: New Problem Solving Applications. N.Y. USA: Auerbach Publications.
- Stratton, R., Mann, D., & Otterson, P. (2007). From trade-offs to innovation -the underlying principles of TRIZ and TOC applied. Systematic innovation and the underlying principles behind TRIZ and TOC applied to manufacturing. UK: Systematic Innovation.
- <http://www.triz40.c>. diakses pada 24 Oktober 2014 pukul 21:07 WIB.
- <http://en.wikipedia.org/wiki/SoftwareErgonomi>. diakses pada 3 Oktober 2014 pukul 09:54 WIB.