

# DESAIN LINGKUNGAN KERJA INDUSTRI KARET BERBASIS ERGONOMI GUNA REDUKSI BEBAN KERJA DAN PENINGKATAN PRODUKTIVITAS

**Heri Setiawan**

Jurusan Teknik Industri, Sekolah Tinggi Teknik (STT) Musi Palembang  
Jl. Bangau 60 Palembang, Sumatera Selatan 30113  
e-mail: herisetiawan1971@gmail.com

## ABSTRACT

*Achievement of plant capacity and reducing bottlenecks in the production process at wet blanket physical work environment determined on the level worker of workload and result of the production per work shift. Capabilities and limitations of workers, equipment, task, and environmental organizations must be harmonized for level worker of workload and result of the production per work shift. The problem scale priority based on total ergonomics must be applied early with identification of 8 aspects of ergonomics, planned and considered systemic, holistic, interdisciplinary and participatory and apply the concept of appropriate technology become one of problem solution about this case. Reduction of level worker of workload and increase result of the production per work shift based on ergonomics; include redesigning of the table and standing-seat chair folding work wet blanket, setting the pattern system of pair work, giving an active break, providing additional nutrition in the form of sweet tea and snack pempek, provision of personal protective equipment, and redesigning of the physical work environment. Experimental research was using the treatment by subject design, with involved 17 workers samples who perform activities on the conditions of activity before and after the redesign based on ergonomics. The level worker of workload and result of the production per work shift data were analyzed using Two Pair Sample t-test at a significance level of 5%. The results of study showed that after redesign of wet blanket physical work environment based on ergonomics there was a significant reduction of the level worker of workload as 24.39%, and increase result of the production per work shift as 20.29%.*

**Keywords:** *Physical Work Environment Design, Rubber Industry, Total Ergonomics, Workload and Result of The Production per Work Shift.*

## INTISARI

Pencapaian kapasitas pabrik dan reduksi *bottleneck* proses produksi di lingkungan fisik kerja *blanket* basah sangat ditentukan oleh tingkat beban kerja pekerja dan hasil produksi per *shift* kerja. Kemampuan dan keterbatasan pekerja, peralatan kerja, *task*, organisasi dan lingkungan kerja harus diserasikan guna mereduksi beban kerja pekerja dan meningkatkan hasil produksi per *shift* kerja. Penentuan skala prioritas permasalahan berbasis ergonomi total dilakukan sejak dini dengan identifikasi 8 aspek ergonomi, direncanakan dan dipertimbangkan secara sistemik, holistik, interdisipliner dan partisipatori serta menerapkan konsep teknologi tepat guna menjadi salah satu metode yang mampu memberi solusi terhadap masalah tersebut. Reduksi beban kerja pekerja dan hasil produksi per *shift* kerja berbasis ergonomi meliputi; redesain meja dan kursi kerja lipat *blanket* basah, pengaturan pola sistem kerja berpasangan, pemberian istirahat aktif, pemberian asupan nutrisi tambahan berupa teh manis dan *snack* pempek, pemberian alat pelindung diri, dan redesain lingkungan fisik kerja. Penelitian eksperimental dengan rancangan sama subjek, melibatkan 17 pekerja sampel yang melakukan aktivitas pada kondisi lingkungan fisik kerja sebelum dan setelah desain berbasis ergonomi. Data beban kerja dan hasil produksi per *shift* kerja dianalisis dengan uji *Two Pair Sample t-test* pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, setelah desain lingkungan fisik kerja *blanket* basah berbasis ergonomi terjadi reduksi beban kerja sebesar 24,39% dan peningkatan hasil produksi per *shift* kerja sebesar 20,29%.

**Kata kunci :** Desain Lingkungan Fisik Kerja, Industri Karet, Ergonomi Total, Beban Kerja dan Hasil Produksi per *Shift* Kerja.

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang Masalah

*Output* produksi stasiun kerja *blanket* basah (SKBB) industri karet X di Palembang, Sumatera Selatan belum dapat memenuhi kebutuhan *input* stasiun kerja *crumb rubber*, karena SKBB masih banyak didominasi oleh pekerjaan manual.

Pada SKBB terdapat fasilitas kerja; beberapa mesin *breaker*, *hammer mill*, tiga mesin *creeper* pembuat *blanket* basah, enam meja lipat *blanket* basah, salangan dan *trolley* yang dikelola secara manual. Selanjutnya *blanket* basah yang telah ditimbang segera dibawa ke kamar jemur untuk dijemur. Kapasitas produksi *crumb rubber* pabrik yang terpasang, sebesar 60.000 ton/tahun. Pada tahun 2012 baru mampu memproduksi 76,67% dari kapasitas pabrik terpasang (Setiawan, 2012a). Oleh sebab itu, kecepatan produksi di SKBB harus ditingkatkan lagi untuk mengimbangi kecepatan produksi mesin *creeper* dan kebutuhan stasiun kerja *crumb rubber*.

Proses produksi di SKBB secara umum, adalah: *bokar* dari gudang diproses dalam mesin *breaker*, mesin cuci, mesin *fine hammer mill* dan masuk ke mesin *creeper* menjadi kepingan *blanket* basah. *Output* tiga mesin *creeper* adalah *blanket* basah berupa kepingan setebal 10 - 13 mm, lebar  $\pm$  50 cm dan keluar secara kontinyu dari mesin tersebut. *Blanket* basah kemudian diproses secara manual oleh pekerja yang bekerja di enam meja lipat dengan komposisi satu meja/pekerja. Pekerja bertugas melipat dan memotong *blanket* basah hingga ukuran panjang 4 - 6 m kemudian meletakkannya di salangan. Berat *blanket* basah tiap keping 10 - 15 kg dan setelah sejumlah 10 - 15 keping/salangan akan dibawa dengan *trolley* untuk ditimbang dan digantungkan pada *drying shed chains* menuju kamar jemur.

Di SKBB masih sering terjadi *bottleneck* proses produksi, dikarenakan tidak seimbangya kecepatan proses tiga mesin *creeper* dengan proses melipat dan memotong *blanket* basah oleh enam pekerja di meja lipat *blanket* basah, kapasitas pabrik belum terpenuhi dan dominasi kerja manual. Oleh sebab itu diperlukan redesain SKBB berbasis ergonomi dengan menyeimbangkan lintasan antara mesin *creeper* dengan proses pelipatan *blanket* basah di meja lipat. Redesain lingkungan fisik kerja di SKBB yang dilakukan adalah meredesain meja lipat *blanket* basah dan kursi kerja, redesain organisasi kerja, dan redesain lingkungan fisik kerja. Proses

pengerjaan melipat *blanket* basah secara manual yang belum mampu mengimbangi kecepatan *output* mesin *creeper*, diduga menjadi faktor utama terjadinya *bottleneck blanket* basah yang akan dikirim ke kamar jemur. Pada proses kerja melipat tersebut, faktor manusia memiliki peranan penting dalam proses produksi di SKBB yang didominasi oleh pekerjaan manual. Dominasi kerja manual merupakan salah satu faktor yang berpotensi terjadinya peningkatan beban kerja pekerja. Tingkat beban kerja yang dialami pekerja yang cukup tinggi, berakibat pada kerja yang melambat yang pada akhirnya berakibat kepada hasil produksi per *shift* kerja yang rendah atau gagalnya pencapaian target produktivitas (Grandjean, 2000).

Pekerja melakukan pekerjaan manual mengelola benda kerja berupa kepingan *blanket* basah hasil dari mesin *creeper* dengan tangan untuk mengambil, menarik, melipat, memotong, mengangkat, dan meletakkan *blanket* basah. Punggung membungkuk, tangan melipat dan memotong *blanket* basah secara monoton dan repetitif dengan sikap dan posisi kerja yang tidak ergonomis. Kondisi sikap kerja yang repetitif dan memerlukan energi lebih besar pada proses memotong kepingan *blanket* basah akan berdampak pada beratnya beban kerja dan sangat berisiko menimbulkan keluhan nyeri punggung bawah (Cardon dan Balague, 2004; Albayrak et al., 2010). Keluhan - keluhan yang dialami oleh pekerja tersebut diatas adalah sebagai akibat perhatian terhadap kualitas hidup pekerja yang masih rendah dan berdampak pada produktivitas pekerja yang rendah.

Hasil penelitian pendahuluan dengan dua variabel tergantung sebagai berikut: skor beban kerja  $136,75 \pm 8,22$  dan hasil produksi per *shift* kerja  $12350,67 \pm 1188,36$  kg/*shift* kerja (Setiawan, 2012b). Hasil ini menunjukkan bahwa indikator beban kerja pekerja meningkat di atas 15% dibandingkan keadaan normal, sehingga perlu direduksi atau diturunkan. Demikian juga hasil produksi per *shift* kerja atau produktivitas pekerja perlu ditingkatkan sehingga mampu mereduksi fenomena *bottleneck* dan mencapai kapasitas terpasang pabrik, yaitu 60.000 ton/tahun.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut diatas perlu dilakukan redesain lingkungan fisik kerja di SKBB berbasis ergonomi secara menyeluruh dan mempertimbangkan segala aspek dengan pendekatan Ergonomi Total yang mencakup konsep teknologi tepat guna (TTG) dan *systemic, holistic, interdisciplinary*, dan *partisipatory* (SHIP) yang dilakukan secara

konsekuen dan berkesinambungan (Manuaba, 2005). Perbaikan atau redesain dilakukan pada aspek: *task*, organisasi kerja dan lingkungan fisik kerja di SKBB, agar tercipta kondisi kerja yang efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien (ENASE).

Berdasarkan uraian tersebut di atas dipandang perlu untuk melaksanakan suatu penelitian redesain lingkungan fisik kerja di SKBB dengan intervensi berbasis ergonomi total, sehingga mampu (1) mereduksi beban kerja pekerja dan (2) meningkatkan hasil produksi per *shift* kerja. Melalui intervensi berbasis ergonomi total dalam industri karet/*crumb rubber* tersebut diharapkan hasil yang dicapai lebih manusiawi, kompetitif, dan lestari (Istijanto. 2005; Manuaba, 2006).

### Metode Penelitian

Desain penelitian eksperimental dengan rancangan sama subjek dengan pelaksanaannya secara seri dan *washing out period* serta adaptasi selama dua hari. Besar sampel dihitung berdasarkan rumus Colton adalah 17 orang pekerja laki-laki di SKBB yang berumur 25 - 50 tahun dan dipilih secara *simple random sampling*. Redesain SKBB berbasis ergonomi dengan merancang meja lipat (MLB2-R) dengan permukaan meja berbasis *roll*, diberi pisau pemotong *blanket* basah, ketinggian meja dapat diatur dan ergonomis; desain kursi kerja *blanket* basah (K2B2-D), pemberian istirahat aktif setiap bekerja 30 menit istirahat 30 menit; pengaturan pola sistem kerja berpasangan dan rota kerja per minggu; pemberian asupan nutrisi tambahan berupa segelas teh manis (120 cc) ditambah *snack* dua buah pempek (250 gr) pada istirahat aktif pk. 09.00 WIB dan segelas teh manis (120 cc) pada istirahat aktif pk. 14.00 WIB, istirahat panjang untuk ishioma (istirahat, sholat dan makan siang) pk.11.30-12.30 WIB; pemakaian APD berupa *wearpack*, *ear muff*, *gloves*, dan *boots*; pembuatan satu buah ventilasi alami di dinding ukuran 1,5 x 2 m, pemasangan tiga buah *fans* di setiap sudut; pengecatan dinding dengan warna kuning gading; pemasangan tiga buah atap transparan/ tembus cahaya ukuran 1 x 3 m dan perbaikan penempatan tiga unit lampu dengan tiang gantung dan lampu hemat energi; penyemprotan *deurob* sehari tiga kali; dan menambah petugas kebersihan di area SKBB.

Dilakukan pendataan terhadap kondisi subjek untuk mengetahui berat badan, tinggi badan, umur, tekanan darah dan tinggi siku posisi berdiri pekerja (antropometri). Pendataan kondisi lingkungan fisik kerja dicatat setiap jam mulai pk. 07.00 - 16.00 WIB di 4 titik (Barat,

Utara, Timur dan Selatan) dengan jarak ½ m, 1 m, 1,5 m, 2 m dan 2,5 m. Kondisi lingkungan fisik kerja yang diukur adalah; suhu kering, suhu basah, kelembaban, kecepatan angin, tingkat kebisingan dan intensitas pencahayaan. Hasil pengukuran kondisi fisik kerja direrata untuk memperoleh kondisi lingkungan fisik 36 hari pada periode sebelum redesain lingkungan fisik kerja SKBB (P0) dan setelah redesain berbasis ergonomi (P1).

Pengambilan data produktivitas pekerja melalui perhitungan perbandingan antara rerata hasil produksi *blanket* basah/*shift* kerja yang mampu dihasilkan dengan denyut nadi kerja dikalikan jam *shift* kerja, dan hasil produksi per *shift* kerja diukur setelah aktivitas bekerja (*post-test*) pada P0 dan P1. Sedangkan data beban kerja pekerja melalui pengukuran denyut nadi subjek sebanyak 2 kali, yaitu awal sebelum bekerja (*pre-test*) dan data akhir sesaat setelah bekerja (*post-test*) baik pada P0 maupun P1. Pengukuran denyut nadi istirahat (*pre-test*) dilakukan dengan menggunakan metode 15 detik. Untuk mengetahui beban kerja maksimum, pengukuran denyut nadi kerja juga dilakukan setiap 30 menit. Analisis diperkuat dengan % CVL (*cardiovascular load*). Untuk mendapatkan ECPT dan ECPM juga dihitung denyut nadi pemulihan dengan metode *tens pulse method*, yaitu dengan mengukur denyut nadi setiap menit selama 30 detik sampai menit kelima setelah subjek berhenti bekerja.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Kondisi dan Karakteristik Subjek

Kondisi dan karakteristik pekerja di SKBB disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1**  
**Karakteristik Pekerja di SKBB**

No	Uraian	Rerata	SB
1.	Umur (th)	39,47	5,86
2.	Berat Badan (kg)	56,88	8,60
3.	Tinggi Badan (cm)	159,12	7,07
4.	Tinggi Siku Posisi Berdiri (cm)	97,24	4,19
5.	Pengalaman Kerja (th)	14,88	6,03
6.	DNI Periode I (dpm)	82,82	5,92
7.	IMT (kg/m <sup>2</sup> )	22,50	3,99

Keterangan : SB = Simpang Baku; DNI = denyut nadi istirahat; dpm = denyut/menit

Rerata umur pekerja 39,47 ± 5,86 tahun. Kapasitas fisik seseorang berbanding lurus dengan umur tertentu (Manuaba, 2005). Rerata umur pekerja mempunyai kapasitas kekuatan otot dan fisik yang sudah tidak optimum lagi untuk melakukan aktivitas kerja, khususnya pekerja yang berumur > 40 tahun, namun relatif masih normal. Rerata berat badan pekerja 56,88 ± 8,60 kg, dan rerata tinggi badan 159,12 ± 7,07 cm yang termasuk dalam kategori

mendekati ideal, sehingga pekerja dapat melakukan pekerjaan secara normal. Berat badan dan tinggi badan pekerja menentukan angka indeks massa tubuh (IMT). IMT berguna untuk mengetahui keseimbangan energi yang masuk ke dalam tubuh melalui asupan nutrisi atau makanan sama dengan energi yang dikeluarkan. Keadaan ini akan menghasilkan berat badan normal (Almatzier, 2003; Azwar, 2004). Rerata IMT pekerja  $22,50 \pm 3,99 \text{ kg/m}^2$ , yang berarti status gizi sampel dalam kategori normal dan cukup baik untuk bekerja secara optimal. Rerata tekanan darah sistolik  $114,71 \pm 10,53 \text{ mmHg}$ , dan rerata tekanan darah diastolik  $77,06 \pm 4,70 \text{ mmHg}$ , yang dapat dikategorikan normal karena tekanan sistolik < 130 mmHg dan diastolik < 85 mmHg (Astrand dan Rodahl, 1986). Denyut nadi istirahat pekerja berada pada rerata  $82,82 \pm 5,92 \text{ dpm}$ , yang mengindikasikan pekerja dalam keadaan sehat dan mampu untuk melaksanakan tugas-tugas pekerjaan, walaupun tidak termasuk dalam kategori bujar.

Kondisi Lingkungan Fisik Kerja di SKBB Lama/ Sebelum Diredesain disajikan pada Gambar 1.



**Keterangan:**

Kondisi Kerja Sebelum Intervensi Ergonomi memakai MLB2-L, tanpa istirahat, tanpa asupan nutrisi tambahan, memakai pakaian dan alas kerja sehari-hari (tanpa APD) dan kondisi lingkungan kerja yang panas, bising, gelap dan bau.

Gambar 1. Kondisi Lingkungan Fisik Kerja di SKBB Lama/ Sebelum Diredesain

Rerata tinggi posisi berdiri tegak subjek adalah  $97,24 \pm 4,19 \text{ cm}$ . Data ini dipakai untuk menghitung tinggi permukaan MLB2-R, yaitu pada persentil 5 yang dihitung menggunakan rumus  $T = \bar{X} - 1,645SB$ , dan diperoleh tinggi (T) = 90,35 cm. Maka ukuran tinggi permukaan meja bagian belakang adalah 90,35. Rerata pengalaman kerja pekerja  $14,88 \pm 6,03$  tahun. Pengalaman kerja ini termasuk lama sehingga diyakini pekerja telah memiliki kemahiran dan

kemampuan untuk beradaptasi dengan lingkungan. Tingkat pendidikan subjek adalah dua pekerja tamatan SMA/STM, lima pekerja tamatan SLTP dan 10 pekerja tamatan SD. Tingkat pendidikan pekerja relatif rendah karena tingkatan SMA ke atas rata-rata tidak menyenangkan jenis pekerjaan ini karena selain berat tapi juga berbau dan dianggap tidak manusiawi dan tidak nyaman sewaktu melakukan aktivitas kerja. Jadi para pekerja yang tetap bekerja adalah para pekerja yang memang tidak ada pilihan untuk bekerja di tempat lain.

**Redesain Task dan Peralatan Kerja di SKBB**

Kondisi tugas (*task*) yang dilakukan oleh para pekerja di SKBB pada P0, yaitu pekerja dalam sikap kerja yang membungkuk/tidak alamiah dan memotong *blanket* basah dengan tangan manual karena fasilitas kerja meja lipat *blanket* basah lama (MLB2-L) yang dipakai selama ini tidak ada pisau pemotong *blanket* basahnya dan tidak ergonomis, tanpa diberikan istirahat aktif, tanpa diberikan asupan nutrisi tambahan, memakai pakaian kerja dan alas kaki sehari-hari saja dan faktor lingkungan fisik kerja yang sangat panas, agak gelap, sumpek, dinding dan lantai yang kotor sehingga kadang-kadang menyumbat aliran saluran pembuangan air di area SKBB dan sangat berbau. Sikap kerja yang tidak alamiah dan fasilitas kerja yang tidak ergonomis tersebut berdampak pada meningkatnya beban kerja pekerja, dan hasil produksi per *shift* kerja.

Sementara pada P1 berupaya melakukan perlakuan/intervensi dengan ergonomi total untuk mereduksi beban kerja pekerja dan meningkatkan hasil produksi per *shift* kerja. Intervensi yang dilakukan adalah; meredesain peralatan kerja (redesain MLB2-L menjadi MLB2-R dan K2B2-D) yang ergonomis, mengatur pola sistem kerja berpasangan, pemberian istirahat aktif, pemberian asupan nutrisi tambahan, pemakaian APD, dan meredesain lingkungan fisik kerja, melalui; pemasangan *fans*, pembuatan ventilasi alami di dinding, pengecatan dinding, penambahan dan modifikasi lampu - lampu dan atap transaran dan penyemprotan *deurob* serta penambahan jadwal petugas kebersihan di area kerja.

Redesain pada P1 ini terbukti mampu mereduksi beban kerja pekerja dan meningkatkan hasil produksi per *shift* kerja. Pemilihan MLB2-R didasarkan pada alasan objektif (beban kerja dan antropometri). Desain MLB2-R dianggap mampu memenuhi

keinginan pekerja, yaitu dengan menambah permukaan berbasis *roll*, dan pisau pemotong *blanket* basah yang digerakkan secara manual didasarkan pada peningkatan hasil produksi per *shift* kerja. Manfaat lain yang menjadi dasar pertimbangan untuk melakukan perubahan dan modifikasi adalah beban kerja pekerja yang tereduksi. Desain kursi K2B2-D didasarkan atas pertimbangan masukan dari para pekerja dan mandor yang berhasil ditabulasi dalam lokakarya dan juga pertimbangan beban kerja pekerja, karena selama ini pekerja melakukan aktivitas bekerja melipat *blanket* basah dengan berdiri sepanjang waktu *shift* kerja. Proses kerja di SKBB termasuk jenis pekerjaan dinamik repetitif dengan sikap kerja berdiri atau duduk-berdiri. Oleh sebab itu akan lebih alamiah/ fisiologis jika didisainkan *standing-seat chair* (K2B2-D) yang relevan dengan antropometri pekerja dan dapat diatur ketinggiannya. Rancangan K2B2-D didesain dengan menggunakan kaki kursi tripod, landasan kursi *saddle* sepeda, terdapat *adjustable height* dibawah kursi *saddle* dan kursi dapat dilipat sehingga mudah dipindahkan dan pekerja dapat dengan bebas memilih duduk atau duduk-berdiri memakai K2B2-D. Desain K2B2-R yang sesuai antropometri pekerja dapat mengurangi beban kerja pekerja.

Kondisi Lingkungan Fisik Kerja di SKBB Baru/ Setelah Diredesain disajikan pada Gambar 2.



**Keterangan:**

Kondisi Kerja Setelah Intervensi Ergonomi memakai alat MLB2-R, istirahat selama 30 menit setiap selesai bekerja selama 30 menit (berpasangan-bergantian), dengan asupan nutrisi tambahan, memakai APD dan kondisi lingkungan kerja yang telah diredesain.

Gambar 2. Kondisi Lingkungan Fisik Kerja di SKBB Baru/ Setelah Diredesain

**Redesain Organisasi Kerja di SKBB**

Pekerja di SKBB pada P0, bekerja selama satu *shift* kerja/ hari (delapan jam) tanpa bergantian. Ada enam pekerja yang bekerja pada enam unit MLB2-L. Pencapaian hasil produksi per *shift* kerja sangat jarang

hingga terpenuhi target 90 ton/*shift* kerja/tim, sehingga menimbulkan ketidakpuasan para pekerja karena tidak berhasil mendapatkan upah tambahan. Enam pekerja dengan enam unit MLB2-L tersebut masih sering terjadi *bottleneck* dalam menyeimbangkan *output blanket* basah dari mesin *creeper*. *Bottleneck* terjadi karena waktu siklus proses produksi per keping yang belum optimal, masih membutuhkan waktu yang lama dengan memakai MLB2-L terutama pada saat memotong *blanket* basah dengan tangan manual dan faktor kelelahan pekerja yang tanpa diselingi dengan istirahat aktif. Istirahat resmi hanya diberikan satu kali saat ishoma pada pk. 12.00-13.00 WIB, sehingga selama aktivitas kerja sebelum ishioma pekerja mengalami *overload* beban kerja. Pekerja di SKBB sangat jarang melakukan istirahat aktif karena akan mengurangi jam kerja dan dianggap melanggar peraturan perusahaan. Sehingga rasa lelah yang dialami oleh pekerja hanya disiasati dengan melakukan istirahat curian. Tidak ada istirahat aktif diluar istirahat resmi tersebut dan tanpa diberi asupan nutrisi tambahan. Rotasi kerja antar *shift* dilakukan per bulan yang berdampak pada kebosanan pekerja yang terlalu lama untuk menunggu suasana *shift* kerja yang baru.

Redesain organisasi kerja di SKBB pada P1 dilakukan dengan cara intervensi ergonomi total, sehingga permasalahan - permasalahan pada organisasi kerja P0 dapat diperbaiki. Intervensi berbasis ergonomi yang dilakukan adalah; memberikan istirahat aktif yang diatur secara terencana/ sangat baik, sehingga mampu mereduksi beban kerja (Kadarusman dan Rachmat, 2002). Pekerja diatur bekerja secara berpasangan-pasangan, dua pekerja untuk melakukan aktivitas kerja melipat *blanket* basah pada satu unit MLB2-R dan K2B2-D. Dua pekerja bekerja secara bergantian, saat pekerja pertama sedang bekerja maka pekerja yang kedua melakukan istirahat aktif. Pengaturan istirahat aktif dilakukan dengan pola 30 menit bekerja kemudian 30 menit istirahat aktif. Pengaturan pola kerja terbukti mampu mereduksi beban kerja pekerja, dan meningkatkan hasil produksi per *shift* kerja yang berdampak pada pencapaian target minimal 90 ton/*shift* kerja/tim, sehingga pekerja mendapatkan upah tambahan diluar gaji pokok.

Intervensi lain adalah memberikan asupan nutrisi tambahan berupa teh manis (120 cc) dan *snack* dua buah pempek (250 gr) pada istirahat aktif. Selain pemberian dua kali asupan nutrisi tersebut, pekerja diperbolehkan minum air putih yang disediakan di tempat istirahat selama pekerja memperoleh jadwal

istirahat aktif secara bergantian dengan pasangan pekerja lainnya.

Organisasi kerja dapat meningkatkan produktivitas pekerja sehingga mencapai target dan mereduksi *bottleneck* proses produksi yang memberi dampak psikologis dan fisiologis pekerja.

### Redesain Lingkungan Fisik Kerja di SKBB

Rerata suhu kering pada P0 adalah  $39,28 \pm 2,62$  °C dan pada P1 adalah  $33,38 \pm 2,74$  °C, demikian juga suhu basah pada P0 adalah  $36,82 \pm 2,79$  °C dan menurun menjadi  $31,27 \pm 1,88$  °C pada P1. Rerata suhu tersebut berada di luar zona nyaman mengingat suhu zona nyaman untuk orang Indonesia berkisar antara 22 - 28 °C, namun Grandjean (2000) memberikan batas toleransi suhu tinggi di lingkungan fisik kerja sebesar 35 - 40 °C. Suhu pada P0 lebih tinggi karena kondisi lingkungan fisik kerja di SKBB belum dilakukan intervensi dengan pemasangan *fans* di setiap sudut dan penambahan ventilasi alami di dinding, sehingga hasil uji beda menunjukkan bahwa adanya perbedaan bermakna ( $p < 0,05$ ) antara suhu kering dan suhu basah pada P0 dan P1. Hasil penelitian ini sesuai dengan laporan Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Wilayah II Prov. Sumatera Selatan untuk periode Maret 2013 dengan suhu udara 24 - 34 °C dan kelembaban 63 - 98 % (BMKG Prov. Sumsel, 2013).

Rerata kelembaban udara/RH pada P0 adalah  $76,65 \pm 4,89\%$  dan pada P1 adalah  $66,70 \pm 4,92\%$ , yang dikategorikan di atas kriteria nyaman untuk orang Indonesia yaitu 70 - 80% (Manuaba, 2005). Sedangkan Grandjean (2000) memberikan batas toleransi untuk tingkat kelembaban udara di lingkungan kerja sebaiknya berkisar antara 40 - 50%. Perbandingan kelembaban udara antara P0 dengan P1 adalah komparabel dengan nilai  $p < 0,05$  yang bermakna bahwa subjek berada pada kondisi yang tidak nyaman untuk bekerja. Penurunan kelembaban udara dari P0 ke P1 sebesar 12,98% terjadi karena pada P1 dilakukan intervensi redesign lingkungan fisik kerja di SKBB dengan menambah ventilasi buatan dan pemasangan *fans* sehingga sirkulasi atau pergerakan udara menjadi lebih lancar yang berimplikasi pada tingkat kelembaban yang menurun. Jika berpedoman pada standar yang ditetapkan oleh sebesar 40 - 60% (Helander, 2003) dan oleh sekitar 70 - 80% (Manuaba, 2006), maka kelembaban udara pada P1 dianggap relatif sudah sesuai standar.

Rerata kecepatan angin/gerakan angin pada P0 sekitar  $1,50 \pm 1,00$  m/det, pada P1 sebesar  $1,06 \pm 0,61$  m/det, dan berbeda bermakna ( $p < 0,05$ ), dikarenakan pada P1 ditambah ventilasi alami di dinding seukuran  $1,5 \times 2$  m dan pemasangan tiga buah *fans* disetiap sudut SKBB.

Rerata tingkat kebisingan pada P0 sebesar  $101,20 \pm 6,78$  dBA, pada P1 sebesar  $61,16 \pm 6,73$  dBA dan memiliki makna berbeda/signifikan  $p = 0,000$  ( $p < 0,05$ ). Penurunan tingkat kebisingan pada P1 sebesar 39,56% dikarenakan pekerja memakai tutup telinga (*ear muff*) yang dapat mengurangi kebisingan sebesar  $\pm 30$  dBA (Pulat, 1992).

Rerata intensitas pencahayaan pada P0 dan P1, masing-masing adalah  $179,90 \pm 9,83$  lux dan  $200,09 \pm 6,59$  lux. Uji beda rerata intensitas pencahayaan pada P0 dengan P1 memiliki perbedaan yang bermakna ( $p < 0,05$ ). Pada P1 terjadi peningkatan intensitas pencahayaan sebesar  $200,09 \pm 6,59$  lux (naik 10,90%) dikarenakan intervensi redesign pada P1 dengan menambah tiga buah atap transparan berada tepat diatas area kerja, modifikasi tiang lampu, menambah lubang ventilasi buatan/alami di dinding dan pengecatan dinding dengan warna kuning gading yang diharapkan dapat memberikan reflektan sebesar 60 - 65%.

Sumber bau yang menjadi masalah utama kegiatan industri karet/*crumb rubber* diperkirakan berasal dari bokar tidak dapat dihilangkan tetapi dapat direduksi dengan perbaikan mutu *raw material* sejak saat pembekuan bokar dan cara proses pengolahan khususnya pada gudang bahan baku dan proses produksi di SKBB. Reduksi bau pada bokar menggunakan cairan asap cair *deurob* yang disemprotkan pada gudang bahan baku, SKBB dan seluruh area yang menimbulkan sumber bau. Penyemprotan *deurob* dilakukan tiga kali/shift kerja, selain itu didapatkan redesign usulan tahapan proses reduksi bau dari Gapkindo Prov. Sumsel dan Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi UPTD Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja Prov. Sumsel, namun masih perlu diadakan penelitian lanjutan.

### Beban Kerja Pekerja

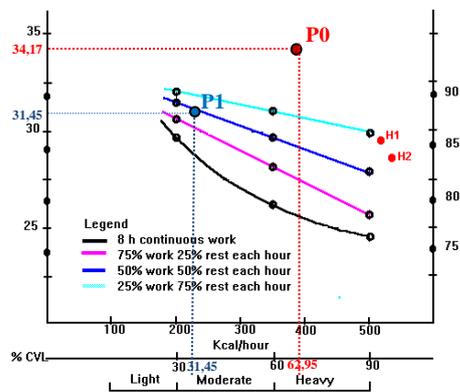
Beban kerja pekerja diukur melalui denyut nadi, ECPT, ECPM dan %CVL disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2**  
**DNI, DNK, %CVL, ECPT dan ECPM**  
**Pekerja di SKBB**

Variabel	Periode I		Periode II	
	Rerata	SB	Rerata	SB
DNI	82,82	5,92	81,71	4,99
DNK	144,43	4,53	121,24	4,82
%CVL	62,95	6,67	40,73	8,69
ECPT	45,25	12,72	38,50	8,99
ECPM	269,86	21,53	249,82	20,6

Keterangan : DNK = denyut nadi kerja; ECPT = *extra cardiac pulse due to temperature*; ECPM = *extra cardiac pulse due to metabolisme*; dan % CVL = *persen cardiavascular load*

Beban kerja dalam kajian waktu kerja dan istirahat berdasarkan WBGT dan % CVL seperti yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik waktu kerja dan istirahat berdasarkan WBGT dan %CVL

Pada P0 (SKBB lama) terlihat bahwa sebelum redesain lingkungan fisik kerja di SKBB dengan melakukan intervensi ergonomi total pada *task*, organisasi kerja dan lingkungan kerja fisik pekerja pada kategori 25 % kerja dan 75 % istirahat, berada pada kategori beban kerja berat dengan DNK 144,43 dpm, WBGT 34,17 °C dan % CVL sebesar 62,95 %. Sedangkan pada P1 (SKBB baru) setelah dilakukan intervensi berbasis ergonomi garis grafik bergeser ke kiri menurun menjadi kategori 50 % kerja dan 50% istirahat, dengan DNK 121,24 dpm, WBGT 31,45 °C dan % CVL sebesar 40,73 % (Vanwonderghem dan Intaranont, 1993). Hal tersebut sesuai dengan redesain organisasi kerja dengan menerapkan kerja berpasangan setiap 30 menit bekerja kemudian diberikan istirahat 30 menit (Gambar 3).

Hasil pengukuran ECPM lebih besar daripada ECPT. Hal tersebut membuktikan bahwa gerakan kerja memberikan dampak beban metabolisme yang besar dibandingkan

pengaruh temperatur. Namun demikian redesain lingkungan kerja fisik terbukti secara simultan telah menurunkan WBGT yang berdampak pula pada menurunnya beban kerja yang terukur melalui penurunan %CVL. Beban kerja secara umum mengalami penurunan sebesar 16,06 %. Beban kerja pada P0 dalam kategori kerja berat menjadi beban kerja kategori kerja sedang pada P1.

Denyut nadi kerja pada P0 adalah 144,43 ± 4,53 dpm dan pada P1 adalah 109,20 ± 4,82 dpm (menurun 24,39 %), pekerja dikategorikan memiliki denyut nadi kerja yang relatif tinggi. Denyut nadi pada P0 masih berada pada kategori beban kerja berat, sedangkan pada P1 termasuk beban kerja sedang (Grandjean, 2000). Terjadinya penurunan beban kerja adalah sebagai akibat redesain lingkungan fisik kerja di SKBB berbasis ergonomi dengan pendekatan SHIP dan TTG yang diterapkan pada P1. Nadi kerja (selisih denyut nadi kerja dengan denyut nadi istirahat) pada P0 adalah 42,66 dpm sedangkan pada P1 sebesar 25,17 dpm (kelebihan 0,17 dpm). Peningkatan frekuensi denyut nadi dengan subjek orang Indonesia diprediksi sebaiknya tidak boleh melebihi 25 dpm untuk pria dan 21 dpm untuk wanita (Adiputra, 2003). Denyut nadi kerja maksimum setiap 30 menit, pada P0 dan P1 terjadi pada pengamatan ke-3 atau 90 menit setelah aktivitas. Perbedaan denyut nadi maksimum disebabkan oleh perbedaan intervensi yang diberikan pada subjek. Pada P0 pekerja tidak diberikan istirahat aktif dan asupan nutrisi tambahan saat pengukuran beban kerja pertama sehingga beban kerja terakumulasi dan mencapai puncak pada 90 menit setelah aktivitas, sedangkan pada P1 diberikan istirahat selama 30 menit setelah bekerja 30 menit bergantian dengan pasangan kerjanya dan pemberian asupan nutrisi tambahan, sehingga beban kerja tidak meningkat lagi setelah aktivitas berlangsung 30 menit.

Besarnya beban kardiovaskular (% CVL) tergantung pada denyut nadi maksimum, denyut nadi kerja dan denyut nadi istirahat. Pada P0 % CVL pekerja adalah 62,95 ± 6,67 %, sedangkan pada P1 menurun menjadi 28,73 ± 8,09 %. Nilai % CVL pada P0 menandakan kegiatan melipat *blanket* basah tidak boleh dilakukan dalam waktu yang lama tanpa istirahat aktif dan harus bergantian agar pekerja tidak secara terus - menerus bekerja sepanjang satu *shift* kerja tanpa bergantian dengan pasangannya. Pekerja dalam bekerja diselingi istirahat aktif secara periodik, sedangkan % CVL pada P1 berada pada rentangan yang aman, pekerja tidak

merasakan kelelahan. Terjadinya penurunan beban kardiovaskular ini disebabkan oleh redesain yang dilakukan pada SKBB, seperti; redesain MLB2-R, K2B2-D, pola sistem kerja berpasangan, pemberian istirahat aktif, pemberian teh manis dan *snack* pempek, pemberian APD serta redesain lingkungan fisik kerja.

Kajian ECPT dan ECPM juga diperhitungkan untuk memperkuat kajian beban kerja pekerja. ECPT adalah beban kerja karena pengaruh suhu, sedangkan ECPM adalah beban kerja karena pengaruh gerak. ECPT pada P0 adalah  $45,24 \pm 12,72$  dpm, dan pada P1 sebesar  $38,50 \pm 8,99$  dpm. ECPM pada P0 adalah  $269,86 \pm 21,53$  dpm, dan pada P1 sebesar  $249,82 \pm 20,64$  dpm. Nilai ECPT pada P1 mengalami penurunan sebesar 14,90 % dibanding pada P0, demikian juga nilai ECPM menurun 7,43 % pada P1. Nilai ECPT < ECPM pada P1 menandakan kenaikan beban kerja subjek dominan karena pengaruh gerak. Namun demikian pengaruh lingkungan, khususnya panas terhadap beban kerja tetap harus diperhatikan. ECPT dan ECPM pada P0 dan P1 berbeda bermakna ( $p < 0,05$ ), disebabkan temperatur lingkungan yang berbeda antara P0 dan P1 karena redesain lingkungan fisik kerja.

### Hasil Produksi per Shift Kerja

Hasil produksi per *shift* kerja adalah jumlah hasil produksi *blanket* basah yang berhasil dikerjakan dan dimasukkan ke dalam salangan untuk dijemur oleh pekerja selama 1 *shift* kerja. Satu salangan berisi 10-15 keping *blanket* basah dengan berat 100-225 kg/salangan.

Beda rerata hasil produksi per *shift* kerja pada P0 dan P1 adalah 12.689,51 kg/*shift* kerja dan 15.919,78 kg/*shift* kerja dengan nilai  $p = 0,000$  ( $p < 0,05$ ), yang menandakan perlakuan ergonomi pada P1 berdampak meningkatkan hasil produksi per *shift* kerja secara signifikan, yaitu meningkat 20,29%. Sedangkan indeks produktivitas pekerja yang dihitung adalah indeks produktivitas parsial, yaitu rasio rerata *output* total hasil produksi *blanket* basah/*shift* kerja oleh pekerja dan *input* rerata denyut nadi pekerja/*shift* kerja. Beda rerata indeks produktivitas pekerja pada P0 dan P1 adalah  $59,62 \pm 4,83$  dan  $81,93 \pm 3,79$  dengan nilai  $p = 0,000$  ( $p < 0,05$ ), yang menandakan bahwa perlakuan ergonomi dengan redesain SKBB pada P1 berdampak meningkatkan indeks produktivitas pekerja secara signifikan, sebesar 27,23%.

### Benefit and cost ratio (B/C Ratio) dan Break event point (BEP)

Biaya dan manfaat atau *cost and benefit* dalam redesain SKBB berbasis ergonomi juga diperlukan suatu analisis kelayakan ekonomi yaitu *B/C Ratio*. *B/C Ratio* pada P0 dan P1, adalah: 3,91 dan 4,35. Dari hasil perhitungan *B/C Ratio*, kedua proyek sebelum dan setelah redesain SKBB layak dilaksanakan karena *B/C Ratio* > 1 akan tetapi lebih menguntungkan P1 atau setelah redesain SKBB berbasis ergonomi karena *BCR* pada P1 > *BCR* pada P0.

Dengan redesain SKBB berbasis ergonomi pada pekerja pelipat *blanket* basah di SKBB ternyata baik pekerja maupun pihak perusahaan mendapatkan manfaat yang besar bila dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan.

Perhitungan *BEP* atau titik pulang pokok untuk meredesain SKBB berbasis ergonomi meliputi: (a) biaya total yang terdiri atas: biaya tetap dan biaya variabel untuk P1 sebesar Rp. 7.760.000,00 dan (b) pendapatan bersih/hari sebesar Rp. 220.374.080,30. Jadi *BEP* sebesar Rp. 0.04 yang berarti untuk mencapai *BEP* terhadap investasi biaya-biaya yang dikeluarkan pada P1 hanya membutuhkan waktu 0,04 hari (kurang dari satu hari) semua biaya yang dikeluarkan sudah kembali/ *BEP*.

### Temuan Baru Hasil Penelitian (Novelty)

Pada penelitian ini ditemukan kebaruan (*novelty*) yang terdiri atas.

1. Sebuah model redesain lingkungan fisik kerja di SKBB dalam industri karet/ *rubber industry* berbasis ergonomi total dengan pendekatan SHIP dan TTG yang dapat mereduksi tingkat beban kerja pekerja dan meningkatkan hasil produksi per *shift* kerja.
2. Produk/alat yang dihasilkan adalah MLB2-R dengan permukaan meja berbasis *roll* dan penambahan pisau pemotong *blanket* basah dan K2B2-D yang ergonomis dan *adjustable*, sehingga pekerja menjadi lebih ENASE dalam melakukan aktivitas melipat *blanket* basah.
3. Implikasi dari hasil penelitian adalah: (1) reduksi beban kerja pekerja; dan (2) peningkatan hasil produksi per *shift* kerja.

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### Kesimpulan

Desain lingkungan fisik kerja di stasiun *blanket* basah industri karet X Palembang berbasis ergonomi, menghasilkan:

1. Reduksi beban kerja pekerja sebesar 24,39%.

2. Peningkatan produktivitas, yaitu; hasil produksi per *shift* kerja pekerja sebesar 20,29%.

#### Saran

1. Redesain lingkungan fisik kerja di SKBB berbasis ergonomi dengan merancang MLB2-R dan kursi K2B2-D, pemberian istirahat aktif, pengaturan pola sistem dan rota kerja, pemberian asupan nutrisi tambahan, pemakaian APD, pembedaan ventilasi alami, pemasangan *fans*, dan penyemprotan *deurob*, ini terbukti dapat mereduksi tingkat beban kerja pekerja.
2. Redesain lingkungan fisik di SKBB berbasis ergonomi dengan merancang MLB2-R dan K2B2-D melalui pendekatan SHIP dan TTT hendaknya menjadi prioritas untuk diterapkan mengingat MLB2-R dan K2B2-D sangat sederhana, mudah dibuat, dan murah biayanya, namun dapat meningkatkan hasil produksi per *shift* kerja..
3. Perlu penelitian lebih lanjut untuk redesain stasiun kerja *crumb rubber*/ bagian proses produksi II, sikap dan posisi kerja serta reduksi bau di semua bagian yang berbasis ergonomi, sehingga berimplikasi ENASE, meningkatkan kualitas hidup dan produktivitas para pekerja di semua lini proses produksi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adiputra, N., 2003, *Kapasitas Kerja Fisik Orang Bal*, Majalah Kedokteran Udayana (Udayana Medical Journal). 34(120): 108-110, Denpasar Bali.
- Albayrak, A., Richard, H.M.G., Chris, J.S., Huib de R., dan Geert, K., 2010, *Impact of a Chest Support on Lower Back Muscles Activity During Forward Bending*, Journal of Applied Bionics and Biomechanics, 7(2): 131-142.
- Almatzier, S., 2003, *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Astrand, P.O., dan Rodahl, K., 1986, *Textbook of Work Physiology*. 2<sup>nd</sup> ed. WB, Saunders Comp., Philadelphia.
- Azwar, A., 2004, *Tubuh Sehat Ideal dari Segi kesehatan*, [cited 2013, May 23], Available from: URL: <http://gizi.net/gaya-hidup/tubuh-ideal.pdf/htm>.
- BMKG Prov. Sumsel, 2013, *Prakiraan Cuaca untuk Daerah Palembang, Sumatera Selatan dan Daerah Sekitarnya*, Tanggal 14-16 Pebruari 2013, Available at <http://www.provsumsel.go.id/index.php?action=news&task=detail&id=457>. Accessed March 20, 2013.
- Cardon, G., dan Balague, F., 2004, *Low Back Pain Prevention's Effects in School Children*, European Spine Journal, 13(8): 663-679.
- Grandjean, E., 2000, *Fitting The Task to The Man: A Textbook of Occupational Ergonomics*, Taylor & Francis Ltd., London.
- Helander, M., 2006, *A Guide to Human Factors and Ergonomics*, 2<sup>nd</sup> Edition, Taylor & Francis, USA.
- Istijanto, 2005, *Riset Sumber Daya Manusia: Cara Praktis Mendeteksi Dimensi-Dimensi Kerja Karyawan*, Gramedia, Jakarta.
- Kadarusman, A., dan Rachmat, A., 2002, *Fatigue Design dan Relokasi waktu Istirahat*, Majalah Kedokteran Udayana (Udayana Medical Journal), Denpasar Bali, 33(116):129-135.
- Manuaba, A., 2005, *Total Approach in Evaluating Comfort Work Place*. Presented at UOEH International Symposium on Confort at The Workplace. Kitakyushu: 23-25 October.
- Manuaba, A., 2006, *A Total Approach In Ergonomics is A Must To Attain Human, Competitive, and Sustainable Work System and Products*, Presented at Ergo Future 2006: International Symposium On Past, Present and Future Ergonomics, Occupational Safety and Health. Denpasar 28-30<sup>th</sup> August.
- Oesman TI, Yusuf M, Irawan L. 2010, Analisis Sikap dan Posisi Kerja Pada Perajin Batik Tulis di Rumah Batik Nakula Sadewa Sleman. Seminar Nasional Ergonomi.
- Setiawan, H., 2012a, *Short Rest Time and Accompanying Work Music Decrease Work Fatigue and Work Stress to Workers at Crumb Rubber Factory*, Proceedings International Conference 2012, Southeast Asian Network of Ergonomics Societies Conference (SEANES), July 9-12, 2012., ISBN No. 978-983-41742, Langkawi-Malaysia.
- Setiawan, H., 2012b, *Identifikasi dan Rekomendasi 8 Aspek Permasalahan Ergonomi dalam Industri Crumb Rubber Berbasis Pendekatan 'SHIP' di PT. Sunan Rubber Palembang*. Prosiding Seminar Nasional dan Kongres PEI. Bandung, 13-14 Nopember 2012, ISBN No: 978-602-17085-0-7.
- Vanwonterghem, K., dan Intaranont, K., 1993, *Study of Exposure Limit in Contraining Climatic Conditions for Strenous Task: An Ergonomics Approach, (Final Report)*, Chulangkorn University, Department of Industrial Engineering, Bangkok.