

PENDEKATAN ERGONOMI MAKRO SEBAGAI SOLUSI PERENCANAAN SISTEM KERJA BERGILIR UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS, KUALITAS DAN KESELAMATAN KERJA INDUSTRI

Macro Ergonomics Approach on Shift Work Design to Improve Productivity, Quality and Occupational Safety and Health

Lamto Widodo¹, Bambang Pramudya², Sam Herodian³, dan M. Faiz Syu'aib⁴

ABSTRACT

According to IEA (International Ergonomics Association), ergonomics or human factors is the scientific discipline concerned with the understanding of interactions among humans and other elements of a system, and the profession that applies theory, principles, data and methods to design in order to optimize human well-being and overall system performance. To achieve effectiveness and productivity, work system designer have to consider not only the technological aspects, but also the relationship between user and system. User satisfaction, comfortability, adjustability and worker safety, for example, are the most important parameters to be considered in the design processes. There are two ergonomics approach in the job design, i.e., micro ergonomics and macro ergonomics. Micro ergonomics analyzes task-sub task, optimize worker, focused on detail design, and generally physical measure such as length, force, lumens, decibels, time, etc. Macro ergonomics analyzes group of worker, focused on broad overview and generally organizational and/or subjective measures such as number of people, span of controls, attitudes, morals, shift schedules and sosio-technical design. Shift work is well recognized risk factors for occupational safety and health. Evaluation and design of working time arrangements gain importance due to economical changes and overall reduction of safety and health problems. The aim of this paper is to review the main factors of ergonomics approach applied on shift work design to improve systems productivity and occupation safety and health.

Keywords : *macro ergonomics, shift work design, productivity, occupation safety and health*

PENDAHULUAN

Dalam rangka memenuhi kebutuhan hidup, setiap manusia senantiasa akan

melakukan aktifitas "kerja". Bukan hanya sebagai sarana untuk mempertahankan kehidupan, tetapi juga untuk tujuan meningkatkan kualitas hidup baik dalam

¹ Mahasiswa Sekolah Pasca Sarjana, S3, PS Keteknikan Pertanian, FATETA, IPB, Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin, FT, Universitas Tarumanagara Jakarta, Jalan S.Parman No.1 Jakarta 11440, lamto-mesin@tarumanagara.ac.id

^{2,3,4} Staf Pengajar Departemen Teknik Pertanian, FATETA, IPB, Kampus IPB Darmaga Bogor 16680

skala pribadi, keluarga maupun komunitasnya. Untuk itulah diperlukan rancangan sistem kerja yang dapat menjamin terpenuhinya tujuan tersebut. Hal yang perlu dipertimbangkan adalah bahwa manusia memiliki sejumlah kemampuan dan kekurangan. Sistem kerja yang baik adalah yang sesuai dengan kemampuan manusia dan dapat mentolerir kekurangannya.

Menurut Bridger (1995) sistem kerja terdiri dari beberapa sub sistem yaitu sub sistem manusia, alat dan lingkungan. Masing-masing sub sistem saling terkait dan saling mempengaruhi sehingga jika dikehendaki hasil yang maksimum dari sistem tersebut harus dilakukan optimalisasi potensi sub sistem. Sub sistem manusia mencakup efektor, panca indra dan proses pendukung. Sub sistem alat meliputi mekanisme alat, pengendali dan display. Sedangkan sub sistem lingkungan mencakup ruang kerja, lingkungan fisik dan lingkungan organisasi.

Dalam merancang sistem kerja, faktor utama yang harus dipertimbangan sebagai pusat perhatian adalah faktor manusia (*Human Centre Design*). Menurut Alexander dan Pulat (1991) pendekatan dalam perancangan industrial disebut dengan *Human Integrated Design*, yaitu dengan memanfaatkan segala informasi tentang manusia mencakup kelebihan dan kekurangannya dan secara terintegrasi digunakan sebagai dasar perancangan sistem. Pendekatan ini juga dikenal dengan pendekatan secara ergonomis. Tujuan pokok pendekatan ergonomi adalah agar terpenuhinya kenyamanan, keamanan dan kesehatan kerja, sehingga efektifitas dan efisiensi sistem kerja dapat tercapai.

Dalam makalah ini akan disajikan tentang pendekatan perancangan sistem kerja mulai dari pendekatan ergonomi mikro sampai dengan ergonomi makro yang sedang berkembang dewasa ini. Dalam makalah ini dipaparkan

perkembangan pendekatan ergonomi makro yang diterapkan pada penelitian dalam lingkup sistem kerja industri pertanian khususnya tentang kerja bergilir (*shift work*).

PERKEMBANGAN PENELITIAN DAN APLIKASI ERGONOMI

Ergonomi berasal dari bahasa Yunani *Ergos* yang berarti kerja dan *Nomos* yang berarti aturan. Dengan demikian ergonomi dimaksudkan sebagai disiplin keilmuan yang mempelajari manusia dalam kaitannya dengan pekerjaannya. Disiplin ini akan secara khusus mempelajari kemampuan dan keterbatasan manusia dalam berinteraksi dengan teknologi dan produk-produk buaatannya. Disiplin ini berangkat dari kenyataan bahwa manusia memiliki batas-batas kemampuan baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang pada saat berhadapan dengan lingkungan pekerjaannya yang berupa perangkat keras (mesin, peralatan kerja, dsb.) dan perangkat lunak (metode kerja, sistem dan prosedur). Pada bulan Agustus 2000 IEA Council (*International Ergonomics Association*) mendefinisikan bahwa *Ergonomics (or human factors) is the scientific discipline concerned with the understanding of interactions among humans and other elements of a system, and the profession that applies theory, principles, data and methods to design in order to optimize human well-being and overall system performance*. Dengan demikian ergonomi adalah multidisiplin ilmu mencakup *human science, engineering science* dan *economic and social science*. Secara organisatoris bidang ilmu, hubungan antar bidang ilmu tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.

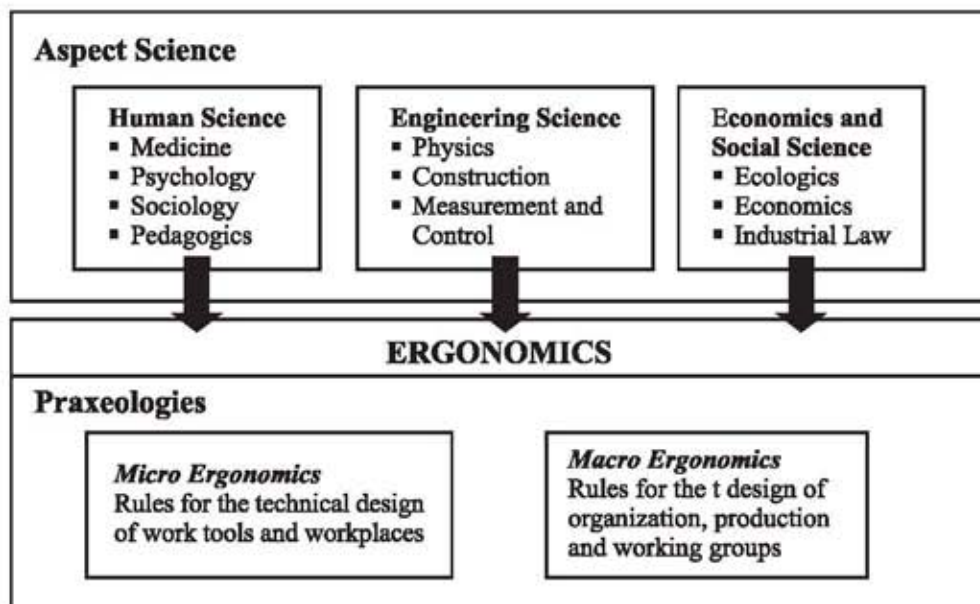
Dalam membahas penerapan ergonomi, Schmidtke (1993) menyatakan bahwa tujuan ergonomi adalah untuk meningkatkan performansi seluruh sistem kerja dan pada waktu yang sama

mengurangi ketegangan pekerja selama melaksanakan pekerjaan tersebut dengan cara menganalisa pekerjaan, lingkungan kerja dan interaksi manusia mesin. Lingkup ini adalah lingkup ergonomi mikro atau disebut juga *traditional ergonomic*. Hubungan kualitas dan performansi kerja ditunjukkan dalam Gambar 2.

Karena tujuan ergonomi adalah untuk mencapai hasil kerja yang lebih baik, sejak perkembangan peradaban manusia, secara *common sense* manusia sudah mengembangkan peralatan yang cocok digunakan sesuai dengan kondisi fisiknya. Contohnya adalah peninggalan antropologi jaman purba dan jaman prasejarah dimana manusia membuat alat pemotong daging hewan sesuai dengan bentuk dan ukuran genggaman tangan sehingga lebih nyaman saat digunakan. Contoh lain di peradaban yang lebih modern adalah pengembangan alat-alat makan, tempat duduk, tempat tidur dan peralatan masak yang sesuai dengan kondisi saat itu.

Perkembangan lebih lanjut yang dapat disaksikan hingga sekarang adalah pengembangan alat-alat pembelaan diri/perang secara tradisional misalnya pembuatan tombak, pedang, keris dan sebagainya yang sangat mempertimbangkan aspek keseimbangan, titik berat dan momen inersia sehingga dapat digunakan secara dinamis dengan sangat baik.

Secara historis menurut Nelbel (1999) hasil penelitian ergonomi secara ilmiah dimulai dengan publikasi Frederick Winslow Taylor pada tahun 1903 di hadapan *American Society of Mechanical Engineer (ASME)* dengan judul makalah "*Shop Management*" yang mencakup pokok-pokok hasil penelitian tentang *scientific management* meliputi : studi waktu, standardisasi alat dan pekerjaan, usulan departemen perancangan, penggunaan *slide rules*, kartu instruksi untuk pekerja, bonus untuk pencapaian unjuk kerja, perbedaan penggajian, sistem *routing* dan sistem pembiayaan modern. Hasil tersebut merupakan



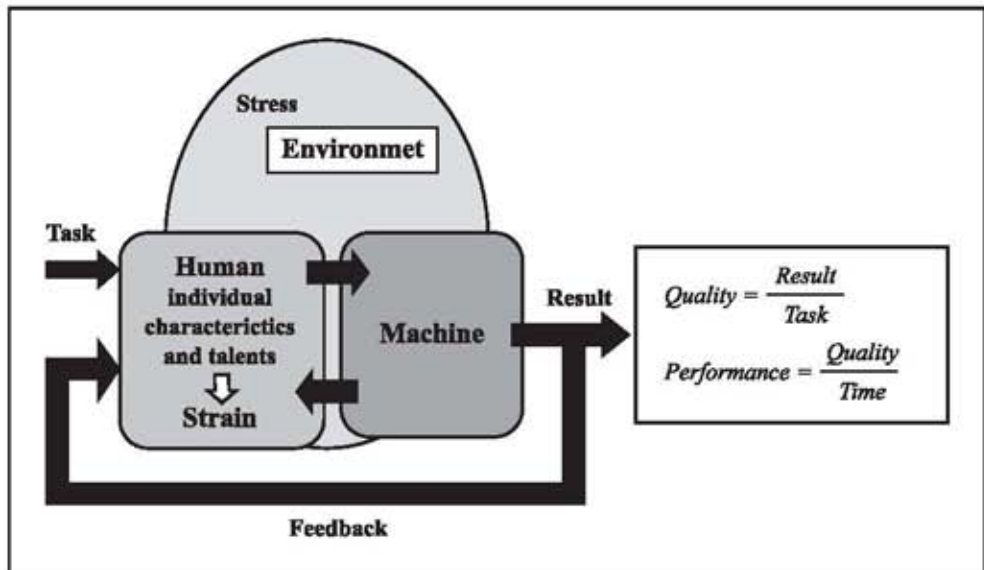
Gambar 1. Bidang keilmuan yang terkait dengan ergonomi
(sumber : <http://www.lfe.mw.tu-muenchen.de/lehrstuhl/ergonomic-e.htm>)

yang dibuat untuk meneliti ukuran sekop yang sesuai dengan fisik pekerja sehingga dapat meningkatkan produktivitas kerja dari hanya 12,5 ton perhari menjadi 47 sampai 48 ton perhari. Sekop tersebut digunakan untuk memindahkan biji besi yang akan dilebur di perusahaan tempat Taylor bekerja. Menurut Neibel (1999), penelitian selanjutnya dalam rangka mengembangkan sistem kerja yang dianggap fenomenal adalah penelitian Frank & Lillian Gilbreth tahun 1948 yang meneliti tentang studi gerakan (*motion study*). Gilbreth suami istri meneliti tentang bagaimana gerakan-gerakan pekerja (tukang) pada perusahaan konstruksi dalam menyelesaikan pekerjaannya. Beliau berdua mengembangkan teknik analisis *cyclegraphic* dan *chronocyclographic* yang digunakan untuk mempelajari arah-arah gerakan operator. Berdasarkan hasil studi ini Gilbreth menyimpulkan bahwa tidak semua gerakan kerja produktif. Banyak gerakan tidak produktif yang dapat direduksi sehingga kecepatan menyelesaikan kerja

akan meningkat. Ada 17 elemen kerja baik yang produktif maupun yang tidak produktif yang disebut dengan Therblig, yang istilah tersebut tidak lain adalah kebalikan dari nama beliau sendiri. Penelitian berikutnya yang dianggap cukup mempengaruhi perkembangan ergonomi adalah studi dari Elton Mayo yang meneliti pengaruh lingkungan fisik terhadap produktivitas dan efisiensi kerja. Penelitian mencakup pengaruh iluminasi cahaya, kebisingan, getaran, bau-auan, temperatur dan lain-lainnya.

ERGONOMI MIKRO DAN ERGONOMI MAKRO

Sampai saat ini ada 2 pendekatan perancangan secara ergonomi yaitu pendekatan mikro ergonomi dan makro ergonomi. Pada awal perkembangan ergonomi, para ergonomis lebih memfokuskan pada perancangan system kerja yang menitikberatkan pada kaitan kesesuaian kemampuan manusia dengan pekerjaan/tugas yang harus diselesaikan.



Gambar 2. Model hubungan manusia-mesin-lingkungan dalam system kerja (sumber : <http://www.lfe.mw.tu-muenchen.de/lehrstuhl/ergonomie-e.htm>)

Tabel 1. Perbandingan antara Mikro Ergonomi dan Makro Ergonomi.

	<i>Micro Ergonomics</i>	<i>Macro Ergonomics</i>
<i>Level of detail</i>	<i>Micro</i>	<i>Macro</i>
<i>Unit of Work</i>	<i>Task-sub task</i>	<i>Group, Division</i>
<i>Goal</i>	<i>Optimize Worker</i>	<i>Optimize Work System</i>
<i>Focus</i>	<i>Details</i>	<i>Broad Overview</i>
<i>Measurement tools</i>	<i>Generally physical measure such as length, force, lumens, decibles, time</i>	<i>Generally organizational such as number of people, span of control, attitude, morale</i>
<i>Reseach History as Part of Ergonomics Field</i>	<i>20 - 40 years</i>	<i>3 – 5 years</i>
<i>Application History</i>	<i>10 -20 years</i>	<i>1 – 2 years</i>
<i>Application Skill</i>	<i>Anatomy, Physiology, Perceptual Psychology, Industrial Engineering</i>	<i>Organizational Behavior, Organizational Psychology</i>

(sumber : Pulat, Babur Mustafa dan David C. Alexander (Editors), *Industrial Ergonomics – Case Study*, 1991)

Pendekatan seperti ini menurut Pulat (1991) adalah cirihias dari ergonomi mikro. Tahapan proses dari pendekatan mikro ergonomi adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah.
2. Perbandingan pekerjaan/tugas dengan kemampuan manusia. Kemudian memverifikasi apakah benar-benar ada masalah dengan persoalan yang dimaksud.
3. Pengembangan solusi alternatif, mencakup solusi teknis dan administratif.
4. Memilih solusi terbaik.
5. Mengimplementasi solusi.
6. Melakukan tindak lanjut (follow up).

Dari tahapan di atas terlihat bahwa interaksi di luar lingkungan fisik hanya diperhatikan pada saat implementasi dan tindak lanjut. Pendekatan ini yang nantinya diubah dalam ergonomi makro.

Dalam perkembangan selanjutnya, Hendrick (1987) dan Hendrick (2002)

menyampaikan suatu pendekatan perancangan sistem kerja yang dikaitkan dengan struktur organisasi, interaksi manusia dan organisasi serta aspek motivasi dalam pekerjaan. Pendekatan ini dikenal dengan **Macro Ergonomics**. Di dalam sistem industri, pendekatan ini disebut juga dengan *Organizational Design (OD)* dan digunakan dalam perancangan struktur organisasi dan hubungan antar komponen struktur tersebut. Dalam paper yang berjudul *"Macro Ergonomics : A Concep Whose Time Has Come"*, Hendrick menyampaikan bahwa ada 3 urutan generasi pengembangan. Generasi pertama adalah ergonomi yang memfokuskan pada perancangan tugas secara spesifik, kelompok kerja, hubungan manusia-mesin, termasuk *display*, pengaturan ruang kerja, lingkungan fisik kerja. Penelitian ergonomi dalam tahap ini diarahkan pada

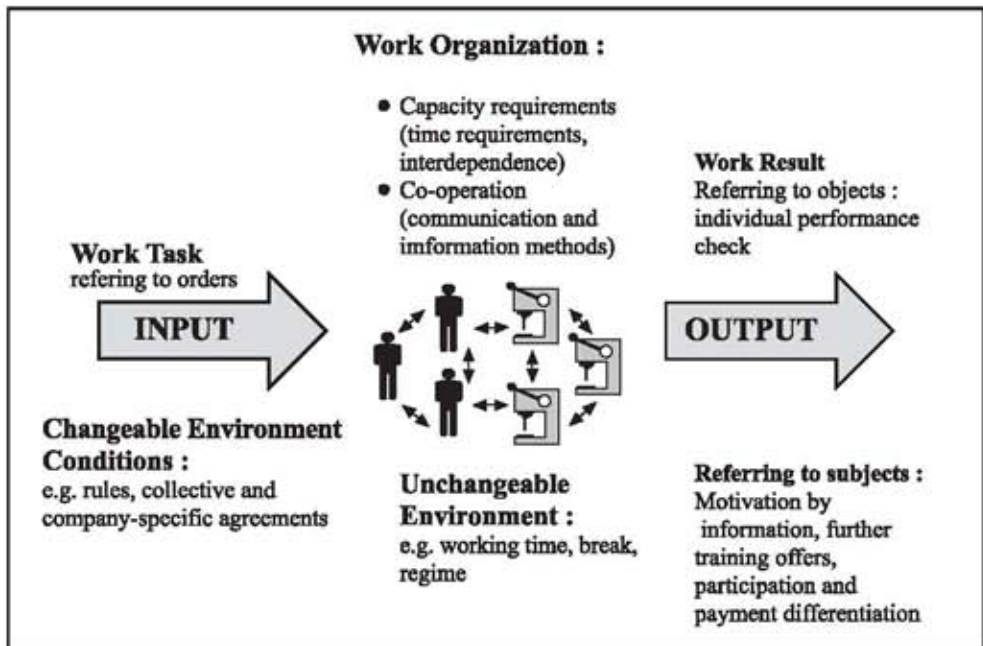
antropometri dan karakteristik fisik manusia dan implikasinya dalam perancangan alat. Menurut IEA, definisi ergonomi generasi pertama ini disebut *Physical Ergonomics*.

Generasi kedua menitikberatkan pada peningkatan perhatian faktor kognitif kerja yang direfleksikan dalam perancangan sistem. Model pengembangan yang ditekankan adalah *user-system interface technology*. Pengembangan ergonomi di era kedua ini menjadi dasar pada pengembangan selanjutnya karena sudah mulai banyak menyentuh masalah sistem teknologi. Pendekatan yang serupa ini di Amerika Serikat disebut juga *Human Faktor Engineering*. Menurut IEA, ranah ini disebut dengan *Cognitive Ergonomics*.

Generasi ketiga yang menurut IEA disebut dengan *Organizational Ergonomics*, lebih menitikberatkan pada perancangan sistem secara makro, optimisasi sistem kerja dalam kaitannya dengan perilaku organisasi dan psikologi

organisasi. Model pengembangan yang ditekankan adalah *organization-machine interface technology*. Pendekatan ini disebut dengan ergonomi makro, dimana dalam proses perancangan dilakukan penilaian terhadap organisasi dari atas ke bawah menggunakan pendekatan sistem sosio-teknik. Yang perlu diperhatikan adalah bahwa perancangan level komponen atomistik spesifik tidak dapat dilakukan secara efektif tanpa diawali dengan membuat keputusan ilmiah tentang keseluruhan organisasi, termasuk bagaimana hal tersebut nantinya akan diatur.

Perbedaan utama antara pendekatan *micro ergonomics* dan *macro ergonomics* dipaparkan pada Tabel 1. Aspek penerapan ergonomi makro memiliki jangka pendek sehingga memerlukan penelitian berkelanjutan untuk dapat mengikuti perkembangan sistem organisasi yang sangat dinamis. Masalah lain yang membuka peluang penelitian

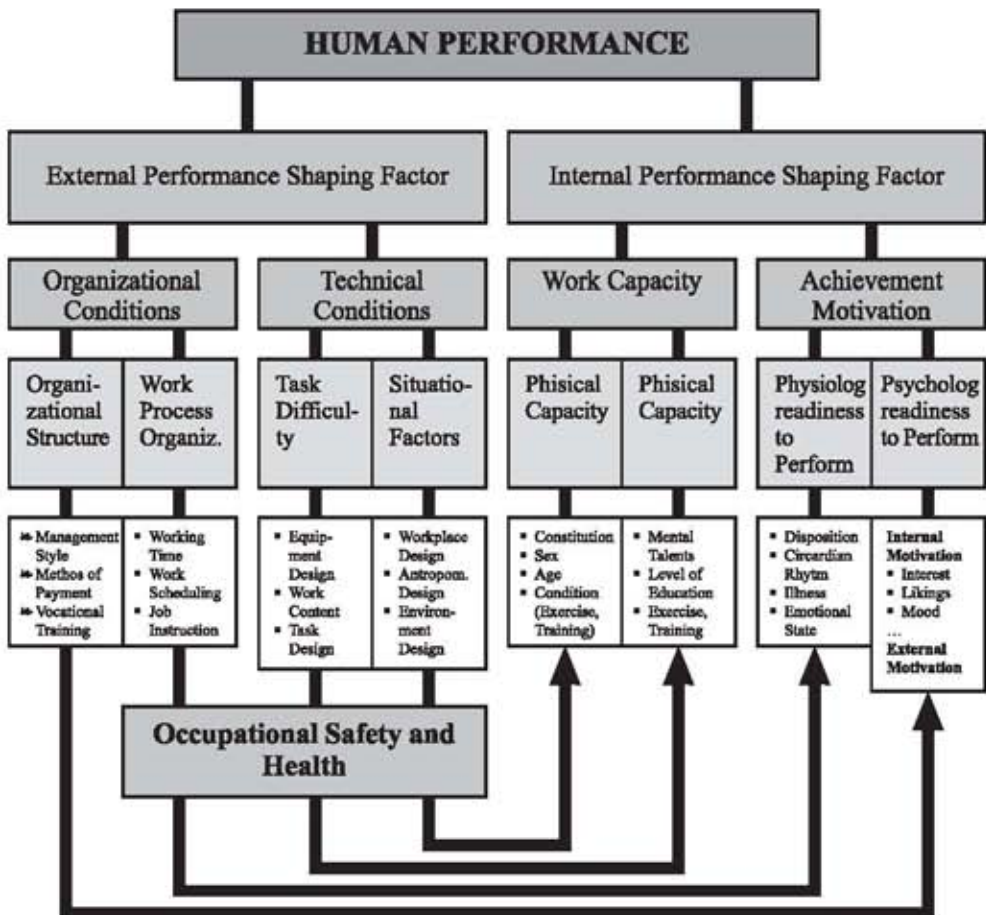


Gambar 3. Hubungan antar komponen system kerja terkait dengan organisasi (sumber: <http://www.lfe.mw.tu-muenchen.de/lehrstuhl/ergonomie-e.htm>)

adalah perbedaan tempat dan waktu yang akan berbeda satu dengan yang lain sesuai dengan pola hidup dan kehidupan masyarakat setempat.

Pendekatan lain yang serupa dan merupakan ranah ergonomi makro diperkenalkan oleh Manuaba (2002) dan Manuaba (2005) dengan istilah *SHIP Approach*. SHIP merupakan singkatan dari *Sistemic, Holistic, Interdisciplinary, Participatory*. Pendekatan ini merangkum dari berbagai kepentingan perencanaan dan dalam cakupan aspek yang sangat luas, sehingga tingkat keberterimaan hasil di lapangan sangat baik. Artinya dalam

merancang sistem kerja harus mempertimbangan segala faktor terkait dan dalam tinjauan sistem (bukan parsialis), setiap elemen harus diintegrasikan dalam rancangan dengan prinsip optimasi dan harus melibatkan pihak-pihak terkait dalam pertimbangan rancangannya. Dalam perkembangan terbaru bahkan masalah pengembangan lestari (*sustainable environment, sustainable energy dan sutainable development*) sangat dipertimbangkan dalam perancangan sistem kerja. Pendekatan *participatory ergonomic* juga dikemukakan oleh Haims (1998),



Gambar 4. Saling keterkaitan antara factor eksternal dan internal yang mempengaruhi Human Performance

(sumber : <http://www.lfe.mw.tu-muenchen.de/lehrstuhl/ergonomie-e.htm>)

Jeppensen (2003), dan Hignet (2005), dan untuk menentukan strategi dan penelitian system kerja bergilir, melakukan perbaikan secara kontinyu dan sebagai solusi perancangan ergonomis.

Dalam penelitian penulis sebelumnya (Widodo, 2005), diketemukan terjadinya perubahan ritme biologi yang terkait dengan ritme sosio-spiritual sebuah komunitas yang pada gilirannya harus diperhatikan khususnya dalam perancangan system kerja bergilir. Jika hal tersebut diabaikan akan terjadi ketidakseimbangan pola kehidupan individu dan terjadi kesenjangan dalam kehidupan sosial kemasyarakatan.

Secara utuh hubungan antar komponen sistem kerja terkait dengan organisasi dipaparkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.

APLIKASI ERGONOMI MAKRO DI INDUSTRI

Beberapa aplikasi ergonomi makro di industri yang sudah dan sedang dikembangkan antara lain *Ergonomics Circle at Work, Crew Toolbox Meetings, Work Teams, Autonomous Work Group, Shifting Work Hour, Sociotechnical System Approach, The Concept of Self-Organizing Systems* dan lain-lain. Semua aplikasi tersebut memberikan hasil bahwa perancangan sistem kerja yang sukses (terutama di industri) harus memperhatikan faktor manusia (fisik, psikis, emosional dan spiritual), hubungan antar pekerja, pengaruh sosial dan lingkungan, pola perilaku organisasi, serta proses pengorganisasian masyarakat secara menyeluruh.

Nagamachi (1996) telah mengkaji masalah hubungan antara perancangan sistem kerja, ergonomi makro dan produktivitas. Dalam penelitian tersebut ditunjukkan bahwa ada hubungan sangat erat antara perkembangan teknologi dan perkembangan manusia, terutama dalam

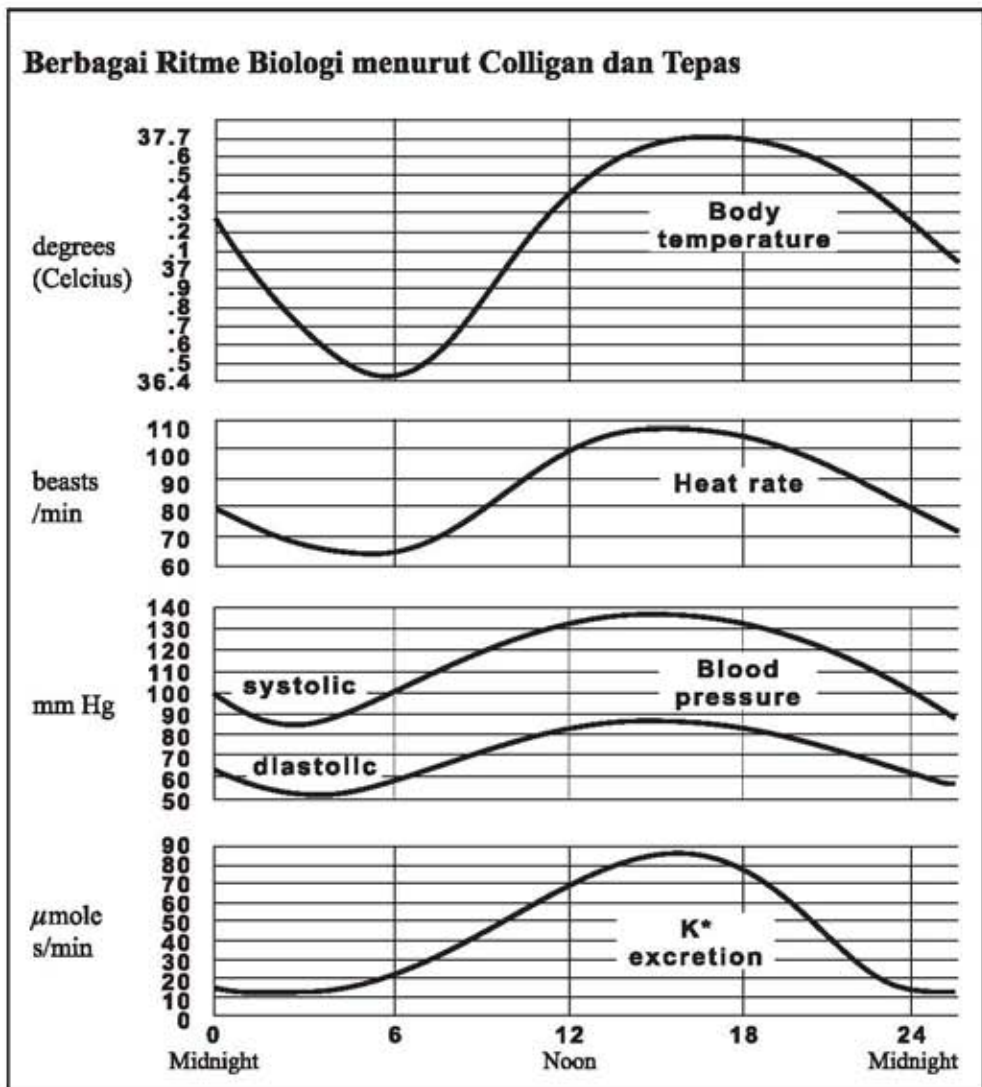
sistem industri yang banyak melibatkan tenaga kerja. Harus dilakukan harmonisasi dari kedua aspek tersebut sehingga akan didapatkan sistem yang produktivitasnya meningkat. Hendrick (2002) mempublikasikan bahwa perancangan ergonomi yang baik mencakup ergonomi makro dan mikro yang dikaitkan dengan organisasi akan memberikan keuntungan ekonomi yang juga baik. Efektifitas organisasi juga akan meningkat jika Ergonomi Makro diterapkan dalam rancangan kerja organisasi. Sedangkan menurut Demerouti (2004), terdapat hubungan antara konflik di rumah, tanggung jawab pekerjaan, kesehatan kerja dan tingkat absensi dari pekerja dengan tatacara pengaturan kerja bergilir. Tidak terlalu bermasalah bagi pekerja yang selalu bekerja siang hari (*dayshift*) selama seminggu, sedangkan bagi pekerja yang bekerja senantiasa pergiliran malam akan mengalami konflik di rumah yang cukup banyak walaupun ada hari libur pada akhir minggu. Dengan demikian harus ada fleksibilitas pengaturan kerja bergilir sesuai karakter individu pekerja. Cruz *et al.* (2003) menyatakan bahwa pengaturan kerja bergilir dengan rotasi searah jarum jam dan berlawanan arah tidak terlalu mempengaruhi durasi tidur, waktu dan kualitasnya, tetapi yang menjadi masalah adalah perubahan pada pergiliran pagi (06.00) dan pergiliran tengah malam (10.00).

Dalam berbagai penelitiannya, Costa (2002) yang mengkaji pengaruh dan dampak sosial dari pengaturan jam kerja bergilir (*shiftwork*). Hasil penelitiannya menyatakan bahwa biaya sosial akibat pengaturan jam kerja lembur sangat besar untuk jangka waktu yang panjang. Oleh karena itu perancangan jam kerja bergilir harus mempertimbangkan ritme biologi (*circadian rhythm*), serta ritme sosial masyarakat pekerja tersebut (*socio rhythm*). Seperti dikutip Kroemer (2001) bahwa menurut Colligan dan Tepas,

beberapa pola biologis manusia mengikuti ritme yang senantiasa berulang selama satu hari. Keberulangan ini tergantung dari berbagai kebiasaan hidup masing-masing individu. Berbagai ritme biologi manusia dapat dilihat pada Gambar 5.

Efek dari circardian Rythm juga dibahas oleh Natale *et al.* (2003), yang mempengaruhi tipologi kebiasaan tidur-bangun pada pengendali lalu lintas udara.

Secara khusus dalam ranah teknologi manufaktur, Pinochet *et al.* (1996), melakukan konstruksi system knowledge-based untuk mendiagnosis integrasi sosioteknik pada teknologi manufaktur yang modern. Beberapa peneliti lain seperti Carayon (2000), Kleiner (2001), dan Axtell (2001) juga mencermati tentang berbagai hubungan penerapan teknologi, pendekatan ergonomic dan aspek sosioteknik yang ditimbulkan.



Gambar 5. Berbagai ritme biologi manusia (*circardian rhythm*) selama 1 hari (sumber : Kroemer (2001) Ergonomics, How to Design for Ease and Efficiency)

PENDEKATAN ERGONOMI MAKRO PADA RANCANGAN KERJA INDUSTRI PERTANIAN

Salah satu industri yang melibatkan banyak pekerja dan berlangsung dengan metode kerja bergilir adalah industri pertanian. Agar tercapai keselarasan dalam organisasi kerja meliputi kesehatan dan keselamatan manusia (pekerja), efektifitas dan efisiensi produksi, kinerja organisasi, serta dampak sosio-spiritual-teknik, maka dalam merancang sistem kerja secara keseluruhan termasuk pembagian kerja bergilir harus mempertimbangkan ergonomi makro. Sasaran penelitian yang membutuhkan pengkajian lanjut adalah industri yang potensial menghasilkan kebutuhan pokok masyarakat, bernilai ekonomi dan sosial tinggi serta beban kerja yang cukup berat. Analisis dan simulasi hubungan antar variable dapat dibuat dalam bentuk program dinamis sehingga dampak dari berbagai manipulasi kebijakan dapat terlihat sebelum kebijakan tersebut diimplementasikan di lapangan. Pendekatan yang digunakan adalah dengan mengkombinasikan pendekatan ergonomi makro dan pendekatan SHIP.

Salah satu industri yang dimaksud adalah industri pertanian pengolah tebu menjadi gula (pabrik gula). Pemilihan industri gula ini dengan pertimbangan bahwa pada saat musim giling, pekerja perusahaan (terutama bagian pabrikasi) harus bekerja secara bergilir dalam waktu 24 jam yang dibagi dalam beberapa pergiliran kerja. Kajian diarahkan kepada formulasi terbaik dari pengaturan kerja bergilir mencakup rentang waktu kerja per-pergiliran, mula dan akhir kerja per-pergiliran, perlakuan terhadap pekerja dalam setiap pergiliran termasuk nutrisi dan jam istirahat, serta jadwal pergantian pergiliran untuk menghindari *shiftlag*.

KESIMPULAN

Setelah melihat peta (*mapping*) ilmu ergonomi, perkembangan keilmuan ini secara umum dapat diurutkan sesuai dengan generasinya, yaitu *Micro Ergonomics (Physical Ergonomics, Cognitive Ergonomic)* serta *Macro Ergonomics (Organizational Ergonomics)*. Ranah penelitian yang terbuka lebar adalah lingkup penelitian ergonomi makro. Bukan berarti bahwa ranah mikro tertutup sama sekali. Berdasarkan pertimbangan tersebut makalah ini memaparkan penelitian tentang Pendekatan *Macro Ergonomics* sebagai Solusi Perencanaan Sistem Kerja Bergilir (*Shiftwork*) untuk Meningkatkan Produktivitas, Kualitas dan Keselamatan Kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Axtell, Carolyn; Kathryn Pepper, Chris Clegg, Toby Wall, Peter Gardner (2001), *Designing and evaluating new ways of working: The application of some sociotechnical tools*, Abstract, Human Factors and Ergonomics in Manufacturing Volume 11, Issue 1, Date: Winter 2001, Pages: 1-18, download 10 Februari 2006 (<http://www.ingentaconnect.com/>)
- Bridger, R.S., 1995, *Introduction to Ergonomics*, Mc Graw Hill, Inc, New York, Pages : 1 - 12
- Carayon, Pascale; Michael J. Smith (2000), *Work organization and ergonomics*, Abstract, Applied Ergonomics Volume 31, Issue 6, December 2000, Pages 649-662, download 10 Februari 2006 (<http://www.ingentaconnect.com/>)
- Costa, Giovanni, 2002, *Ergonomics And Shiftwork: Problems And Solution*, 2002, Prosiding International Seminar On Ergonomics and Sport Physiology, Denpasar, 14-17 Oktober 2002.

- Cruz, Crystal; Cristy Detwiler; Thomas Nesthus; Albert Boquet (2003), Clockwise and Counterclockwise Rotating Shifts: Effects on Sleep Duration, Timing, and Quality, Abstract, Aviation, Space, and Environmental Medicine, Volume 74, Number 6, June 2003, pp. 597-605(9), Aerospace Medical Association, down load 10 Februari 2006 (<http://www.ingentaconnect.com/>)
- Demerouti, Evagelia, Sabine AE Geurts, Arnold B Bakker, Martin Euwema, 2004, *The impact of shiftwork on work home conflict, job attitudes and health*, Abstract, Ergonomics, 2004, Taylor & Francis, Volume 9 No. 12, pages 987 - 1002, down load 23 Januari 2006 (<http://journalonline.tandf.co.uk>)
- Haims., M.C.; Carayon P (1998), Theory and practice for the implementation of 'in-house', continuous improvement participatory ergonomic programs, Abstract, Applied Ergonomics, Volume 29, Number 6, December 1998, pp. 461-472(12), down load 10 Februari 2006 (<http://www.ingentaconnect.com/>)
- Hendrick, H.W., 1987, Macro Ergonomics: A Concept Whose Time Has Come, *Human Factor Society Bulletin*, February 1987
- Hendrick, Hal W., 2002, *Good Ergonomics is Good Economics*, 2002, Prosiding International Seminar On Ergonomics and Sport Physiology, Denpasar, 14-17 Oktober 2002.
- Hendrick, Hal W., 2002, *Macro Ergonomics : A Systems Approach To Improving Organizational Effectiveness*, 2002, Prosiding International Seminar On Ergonomics and Sport Physiology, Denpasar, 14-17 Oktober 2002.
- Hignett, Sue; Wilson, John R.; Morris, Wendy (2005), Finding ergonomic solutions—participatory approaches, Abstract, Occupational Medicine, Volume 55, Number 3, May 2005, pp. 200-207(8), Oxford University Press, down load 10 Februari 2006 (<http://www.ingentaconnect.com/>)
- Jeppensen, Hans J., 2003, *Participatory Approaches To Strategy And Research In Shift Work*, Abstract, Theoretical Issues In Ergonomics Science, 2003, Taylor & Francis, Volume 4 No. 3-4, pages 289 - 301, down load 23 Januari 2006 (<http://journalonline.tandf.co.uk>)
- Kleiner, Brian M.; John P. Shewchuk (2000), Participatory function allocation in manufacturing, Abstract, Human Factors and Ergonomics in Manufacturing Volume 11, Issue 3, Date: Summer 2001, Pages: 195-212, down load 10 Februari 2006 (<http://www.ingentaconnect.com/>)
- Kroemer, KHE., H.B. Kroemer, (2001), Ergonomics, How To Design For Ease And Efficiency, Prentice Hall
- Manuaba, Adnyana, 2002, *'SHIP' Approach Workshop On Democracy And Human Rights*, Prosiding International Seminar On Ergonomics and Sport Physiology, Denpasar, 14-17 Oktober 2002, ISBN : 979-8286-54-5
- Manuaba, Adnyana, 2005, *Pendekatan Total Perlu Untuk Adanya Proses Produksi Dan Produk Yang Manusiawi, Kompetitif dan Lestari*, Prosiding Seminar Nasional 2005-Perancangan Produk – Collaborative Product Design, Atmajaya Yogyakarta, 16-17 Februari 2005, ISBN : 979-9243-57-2
- Nagamachi, Mitsuo, 1996, *Relationship Between Job Design, Macroergonomics, And Productivity*, Abstract, International Journal Of Human Factor In Manufacturing, 1996 John Wiley and Sons, Volume 6 Issue 4, Pages 309 – 322, (published online 7 Dec 1998), downloaded 18 October 2005. (<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/jl/issue>)

- Natale, V.; Martoni M.; Cicogna P (2003), Effects of circadian typology on sleep-wake behavior of air traffic controllers, Abstract, Psychiatry and Clinical Neurosciences, Volume 57, Number 5, October 2003, pp. 539-541(3), Blackwell Publishing, download 10 Februari 2006 (<http://www.ingentaconnect.com/>)
- Niebel, Benjamin W., Andris Freivalds, 1999, Methods, Standards, and Work Design, Mc Graw Hill Inc., Singapore, pages : 8 – 19
- Pinochet, Alfredo., Yukihiro Matsubara, Mitsuo Nagamachi, 1996, *Construction of a knowledge-based system for diagnosing the sociotechnical integration in advanced manufacturing technologies*, Abstract, International Journal Of Human Factor In Manufacturing, 1996, John Wiley and Sons, Volume 6 Issue 4, Pages 323-348, (published online 7 Dec 1998), download 18 October 2005. (<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/jissue>)
- Pulat, Babur Mustafa dan David C. Alexander (Editors), 1991, *Industrial Ergonomics – Case Study*, Mc Graw Hill, Inc. New York, Pages: 6 – 11, Pages:275-285
- Schmidtke, H., 1993, Der Leistungsbegriff der Ergonomie. In H. Schmidtke (Hrsg.): Ergonomie, Carl Hanser München, Wien, page.110
- The Discipline of Ergonomics, International Ergonomics Association (IEA), downloaded: 6 Oktober 2005, <http://www.iea.cc/ergonomics/>
- Widodo, Lamto, 2005, *Biorythm dan Siso-Spiritual Rhythm Dalam Pengaturan Jam Kerja*, Prosiding Temu Ilmiah Dosen 2005, Universitas Tarumanagara Jakarta, 25-26 Mei 2005, ISBN : 979-99767-0-7