


**KAJIAN POTENSI ERGONOMI DIGITAL UNTUK MENDUKUNG SISTEM KERJA
 AGROINDUSTRI PANGAN**
DIGITAL ERGONOMICS STUDY TO SUPPORT WORK SYSTEM OF FOOD AGROINDUSTRY

Mirwan Ushada*

INFO ARTIKEL

Submit: 23 Februari 2018
 Perbaikan: 15 Januari 2019
 Diterima: 21 Januari 2019

Keywords:

Digital ergonomic,
 ergonomic sensor, work
 system, appropriate
 technology

ABSTRACT

The objective of this paper is to analyze the potency of digital ergonomics as an appropriate technology for work system of Indonesian Agroindustry. The research methodology consisted of 4 research method: 1) Questionnaire, 2) Information Dissemination, 3) Participation for Research and Development, and 4) Patent review. Respondent sampling was the owner of Small-medium sized Enterprises in Sleman Regency, Yogyakarta Special Region. The questionnaire results indicated the interest of agroindustry to the digital ergonomomy. The review was pursued on several patent related to ergonomic sensor with status of granted. In Indonesia, the researcher and his team have applied the patent application P00201601182 dan P00201703623. Invention of P00201601182 has developed integrated ergonomic assesment for producton system of agroindustry. Invention of P00201703623 has developed the sensor for determining the set point of workplace temperature. Invention of P00201804325 has developed ergonomic assesment system for food production system. The paper concluded the characteristic of digital ergonomic invention as: 1) Data measurement, 2) Design of conceptual system, 3) Development of artificial intelligence model, 4) Converting the weight of model to hardware, and 5) Finalizing the sensor prototype. Digital ergonomic is expected to integrate the data of workload, supporting equipment and environmental ergonomic for the proposed integrated ergonomic assesment.

1. PENDAHULUAN

Menurut strategi prioritas Kementerian Pertanian 2015-2019 (Anonim, 2015), sumber daya manusia memperoleh perhatian khusus dalam pengembangan pertanian Indonesia. Terkait dengan pengembangan sumber daya manusia, maka ergonomi perlu diperhatikan pada sektor agroindustri pangan. Ergonomi dapat didefinisikan sebagai *fitting the task to the man*. Ergonomi mempelajari kemampuan kerja terkait tubuh manusia dan keterbatasannya alam mencapai produktivitas tanpa mengorbankan kenyamanan dalam bekerja.

Faktor *environmental ergonomics* menjadi kebutuhan mengingat proses produksi bernilai tambah akan berpotensi menimbulkan lingkungan kerja yang kurang nyaman bagi pekerja. Di lain sisi, agroindustri pangan merupakan tipe produksi yang berbasis sistem kerja manual. Sistem kerja manual merupakan tipe sistem kerja bersifat padat karya dan interaksi manusia-mesin yang bersifat manual. Berdasarkan fakta tersebut, teknologi tepat guna berpotensi mudah diterapkan dalam sistem kerja agroindustri pangan.

Strategi prioritas Kementerian Pertanian 2015-2019 menyatakan bahwa inovasi dan teknologi pertanian sebagai salah satu prioritas. Inovasi dan teknologi pertanian berpotensi mendukung visi dari Indonesia tahun 2020 yaitu ekonomi digital. Ergonomi digital merupakan perpaduan yang tepat antara teknologi tepat guna, ergonomi dan pendekatan *artificial intelligence* atau yang dikenal dengan kecerdasan buatan.

Penilaian ergonomi biasa dilakukan dengan metode studi gerak-waktu, pemetaan risiko,

Mirwan Ushada
 Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi
 Pertanian, Universitas Gadjah Mada,
 Jl. Flora No.1 Bulaksumur Yogyakarta 55281
 *E-mail : mirwan_ushada@ugm.ac.id

nomogram, tabel dan metode numeris. Ergonomi digital merupakan penerapan teknologi informasi pada penilaian ergonomi. Implementasi ergonomi digital dapat berbasis utilisasi sensor, pangkalan data dan/atau internet. Penggunaan sensor untuk penilaian ergonomi diperlukan untuk mewujudkan ketenagakerjaan agroindustri yang modern dan berbasis ekonomi digital. Di lain sisi, dampak digitalisasi teknologi pada sektor padat karya, seperti agroindustri, perlu untuk dianalisis.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis potensi ergonomi digital sebagai teknologi tepat guna untuk sistem kerja agroindustri pangan. Penelitian bermanfaat untuk mempersiapkan ergonomi digital menggunakan pendekatan teknologi tepat guna.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini dilakukan dalam 4 (empat) tahapan sebagai berikut:

A. Kuesioner

Survei penelitian dilakukan terhadap sejumlah UMKM (Usaha Mikro, Kecil dan Menengah) agroindustri pangan. Kuesioner disebarkan kepada 22 agroindustri pangan yang ada di Sleman, bekerja sama dengan Asosiasi Pengusaha Makanan dan Minuman di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Kuesioner ini disebarkan pada saat pertemuan rutin asosiasi tersebut.

B. Diseminasi Informasi

Diseminasi informasi dalam bentuk presentasi ini bertujuan untuk memberikan literasi aplikasi ergonomi dan ergonomi digital. Presentasi ini berfungsi sebagai validasi terhadap hasil kuesioner. Presentasi menjelaskan tentang:

- Pengertian ergonomi
- Postur kerja
- Sistem kerja
- Budaya kerja
- Teknologi kerja

C. Uji Coba Penerapan Ergonomi Digital

Agassi *et al.*, (2018), telah melakukan penelitian melibatkan sampel dari UMKM yang telah mengikuti kuesioner dalam pengembangan *Kansei Engineering-based Sensor for Agroindustry* (KESAN) sebagai implementasi dari ergonomi digital. Responden yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 30 orang.

D. Penelaahan Paten

Penelaahan paten dilakukan karena kekayaan intelektual merupakan contoh praktis teknologi tepat guna yang dapat langsung diterapkan

dibandingkan dengan penelaahan menggunakan literasi pustaka menggunakan publikasi jurnal dan prosiding.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Ergonomi Digital

Penggunaan kata digital dapat didefinisikan sebagai perancangan dan pengembangan perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*) untuk penilaian kelayakan ergonomi terhadap sistem kerja. Ruang lingkup digital juga termasuk dalam penggunaan pendekatan kecerdasan buatan (*Artificial intelligence*) yang mempunyai kelebihan dalam pendekatan pendekatan probabilitas dan meniru kepintaran makhluk hidup/alam.

Jaringan Syaraf Tiruan (JST) merupakan salah satu metode kecerdasan buatan yang meniru pola kerja sistem biologis syaraf. Data ergonomi sistem kerja digunakan sebagai data pelatihan dan validasi. Prinsip kerja jaringan syaraf tiruan mendasarkan pada neuron dan bobot hasil pelatihan. Makin banyak data ergonomi yang digunakan, maka makin tinggi tingkat tantangan dalam proses pelatihan dan validasi. Proses pelatihan ini bertujuan untuk menentukan kombinasi yang tepat pada jumlah neuron dalam layer tengah. Proses pelatihan juga bertujuan mencapai minimum error atau tingkat kesalahan pelatihan. Pelatihan bertujuan untuk mencegah terjadinya *local optima* dan nilai koefisien determinasi yang sempurna atau *overfitting*.

Selain perangkat lunak jaringan syaraf tiruan, arduino atau perangkat keras pengendali mikro memiliki prospek untuk mendukung pengembangan ergonomi digital untuk sistem kerja agroindustri. Arduino merupakan sebuah *open source* pengendali mikro yang dapat digunakan untuk menyimpan bobot hasil pelatihan JST. Arduino mempunyai keunggulan dalam hal segi biaya yang minimal, bahasa pemrograman yang kompatibel dan *template* yang mudah dikustomisasi untuk aplikasi di sistem kerja. Arduino bisa digunakan sebagai purwarupa dalam pembuatan perangkat keras yang bisa disesuaikan dalam penerapan teknologi tepat guna.

Ruang lingkup digital juga membuka kesempatan bagi android untuk digunakan dalam pengembangan ergonomi digital. Penggunaan aplikasi android dalam *handphone* setiap hari oleh pekerja, merupakan aplikasi untuk penerapan ergonomi digital di agroindustri.

B. Kuesioner dan Diseminasi

Tabel 1 menunjukkan hasil survei ketertarikan sampel agroindustri pangan terhadap potensi ergonomi digital. Pertanyaan nomor 1 memperoleh tanggapan rerata $2,9 \pm 1,3$ yang berarti belum banyak pengusaha agroindustri yang paham akan ergonomi-kenyamanan kerja, walaupun dilain sisi nilai modus menunjukkan banyak yang paham dengan nilai tanggapan 4.

Tabel 1. Ketertarikan Ergonomi Digital (n=22, Skala Likert 1 sampai dengan 5)

No	Pertanyaan	Rerata	Modus
1.	Apakah anda tahu tentang ergonomi-kenyamanan kerja?	$2,9 \pm 1,3$	4
2.	Apakah anda terbiasa dengan kerja yang nyaman?	$3,5 \pm 1,2$	4
3.	Apakah anda sering menggunakan teknologi informasi? (HP, Laptop, Komputer dan sejenisnya)	$3,9 \pm 1,1$	4
4.	Apakah anda setuju fungsi teknologi informasi bisa membantu kerja menjadi nyaman?	$4,0 \pm 1,4$	5
5.	Apakah anda tertarik pada menerapkan kerja yang nyaman pada UMKM milik anda?	$3,8 \pm 1,4$	5

Pertanyaan nomor 2 memperoleh tanggapan rerata $3,5 \pm 1,2$ yang berarti belum banyak pengusaha agroindustri yang terbiasa dengan kerja yang nyaman, walaupun dilain sisi nilai modus menunjukkan banyak yang terbiasa dengan nilai tanggapan 4.

Pertanyaan nomor 3 memperoleh tanggapan rerata $3,9 \pm 1,1$ yang berarti pengusaha agroindustri sering menggunakan teknologi informasi (HP, Laptop, Komputer dan sejenisnya). Tanggapan ini didukung oleh nilai modus dengan nilai 4.

Pertanyaan nomor 4 memperoleh tanggapan rerata $4,0 \pm 1,4$ yang berarti pengusaha setuju fungsi teknologi informasi bisa membantu kerja menjadi nyaman. Tanggapan ini didukung oleh nilai modus dengan nilai 5.

Pertanyaan nomor 5 memperoleh tanggapan rerata $3,8 \pm 1,4$ yang berarti pengusaha tertarik menerapkan kerja yang nyaman pada UMKM milik mereka. Tanggapan ini didukung oleh nilai modus dengan nilai 5.

Dari kelima pertanyaan tersebut, point 1, 2 dan 3 memiliki nilai modus tanggapan 4. Point 4 dan 5 memiliki nilai modus tanggapan 5. Hasil tersebut menyimpulkan bahwa terdapat potensi

ketertarikan agroindustri terhadap ergonomi digital.

C. Partisipasi UMKM untuk Ergonomi Digital

Agassi *et al.*, (2018) telah melakukan pemetaan kebutuhan pemilik UMKM akan kebutuhan pengembangan KESAN sebagai teknologi ergonomi digital menggunakan pendekatan model kano. Agassi *et al.*, (2018), menyimpulkan 7 atribut yang sangat mempengaruhi kepuasan pemilik UMKM dalam pengembangan kebutuhan KESAN, 4 atribut yang harus ada dan 2 atribut untuk memunculkan KESAN atraktif. Berdasarkan analisa tingkat kepentingan, atribut yang paling penting adalah aplikasi desktop sebagai pelengkap KESAN dalam menampilkan informasi dan dokumentasi.

D. Penelaahan Paten

Proses penelaahan dilakukan terhadap beberapa invensi paten sensor ergonomi yang telah *granted* atau status terdaftar. Di tingkat internasional, terdapat beberapa paten terkait ergonomi digital. Paten nomor WO 2016/074037 A1 telah mengembangkan sistem penilaian stres berbasis pangkalan data (Wild and Foster, 2016). Paten nomor US20100204540 telah menggunakan pendekatan sistem *Kansei Engineering* untuk mengendalikan lingkungan berdasarkan preferensi manusia [Oohash *et al.*, 2010].

Paten nomor US20090030767 telah mengembangkan metode penjadwalan terhadap istirahat ergonomis dalam bekerja menggunakan alat penghitung dan masukan lingkungan kerja [Morris, 2009]. Paten nomor US7797771 telah mengembangkan sistem dan metode untuk menentukan ergonomika pengguna dalam ruang kerja berdasarkan informasi atribut personal pekerja, jenis pekerjaan, lingkungan dan tingkat kenyamanan [Bossen *et al.*, 2010]. Paten nomor US20130325544 telah mengembangkan metode pengaturan lingkungan, resiko keselamatan dan kesehatan dalam lingkungan manufaktur [Bonin and Morton, 2013].

Di Indonesia, penulis dan tim peneliti telah mengajukan Paten nomor P00201601182, P00201703623 dan P00201804325. Invensi nomor P00201601182 telah mengembangkan alat penilai beban kerja terpadu untuk sistem produksi agroindustri (Ushada *et al.*, 2016). Invensi nomor P00201703623 mengembangkan alat penentu untuk menentukan suhu acuan lingkungan kerja ergonomis (Ushada *et al.*, 2017). Kedua inovasi tersebut lebih dikenal dengan KESAN atau *Kansei Engineering-based Sensor for Agroindustry*. Invensi P00201804325 telah mengembangkan sistem penilaian ergonomi pada proses produksi pangan.

Digitalisasi agroindustri melalui penerapan ergonomi digital diharapkan dapat mengintegrasikan data beban kerja, peralatan pendukung dan kondisi lingkungan kerja untuk mempermudah penilaian ergonomi sistem kerja.

E. Potensi Penerapan

Sejak tahun 2013 tim penelitian di bawah koordinasi penulis, telah mengembangkan KESAN atau yang dikenal dengan *Kansei Engineering-based sensor for agroindustry*, sebagai salah satu bentuk implementasi ergonomi digital. KESAN telah dikembangkan dengan tujuan 2 fungsi yaitu penilaian beban kerja terpadu dan penentuan suhu acuan ergonomis untuk sistem kerja agroindustri. Berdasarkan hasil analisis, dirumuskan sejumlah rekomendasi terkait karakterisasi invensi ergonomi digital yang bisa diterapkan sebagai teknologi tepat guna untuk sistem kerja agroindustri pangan. Sebagai contoh, KESAN dibangun dengan menggunakan 5 tahapan yaitu:

1. Pengumpulan data
2. Perancangan konsep sistem
3. Pembuatan model jaringan syaraf tiruan
4. Transformasi bobot model jaringan syaraf tiruan menjadi perangkat keras
5. Perancangan dan pengembangan produk sensor

Selama periode pengembangan KESAN dari tahun 2013 hingga 2017 telah menghasilkan 5 jenis KESAN yaitu:

1. Mir-1
Seri ini mempunyai fungsi untuk menilai beban kerja terpadu dan hanya bersifat pengukuran diskrit tanpa terhubung dengan pangkalan data.
2. Mir-2
Seri ini mempunyai fungsi yang sama dengan Mir-1 dengan dilengkapi dengan kemampuan untuk menyimpan data dalam pangkalan data dan dapat diunduh dengan menggunakan *file* MS Excel.
3. Mir-3
Seri ini mempunyai fungsi yang sama dengan Mir-2 namun dengan ukuran dimensi yang lebih ergonomis berdasarkan hasil *User Acceptance Test* (UAT).
4. Mir-4
Seri ini mempunyai fungsi sebagai penentuan suhu acuan ergonomis pada sistem kerja agroindustri. Mir-4 mempunyai struktur yang sama dengan Mir-3 dengan mengutamakan kenyamanan pengguna dalam operasional di agroindustri.
5. KESAN App
Seri ini merupakan aplikasi android yang bisa digunakan oleh pengelola agroindustri pada

telepon genggam atau handphone. KESAN App ini merupakan gabungan dari KESAN Mir-1, Mir-2, Mir-3 dan Mir-4 dalam satu aplikasi. Pengembangan KESAN APP ini bertujuan untuk menjembatani transisi dari teknologi tepat guna menjadi ergonomi digital. KESAN App bertujuan untuk menyediakan platform pendahuluan pada riset kedepan yang lebih fokus pada pengembangan sistem penilaian kelayakan ergonomi pada sistem kerja agroindustri.

4. KESIMPULAN

Kajian potensi ergonomi digital telah dilakukan berdasarkan metode kuesioner, diseminasi informasi, uji coba penerapan dan penelaahan paten yang berpotensi sebagai teknologi tepat guna di agroindustri pangan. Hasil penelitian menunjukkan potensi ketertarikan agroindustri pangan terhadap ergonomi digital berdasarkan contoh partisipasi dan penelaahan paten teknologi tepat guna. Berdasarkan hasil analisis, dirumuskan sejumlah rekomendasi terkait karakterisasi invensi ergonomi digital yang bisa diterapkan sebagai teknologi tepat guna untuk sistem kerja agroindustri pangan:

1. Pengumpulan data
2. Perancangan konsep sistem
3. Pembuatan model jaringan syaraf tiruan
4. Transformasi bobot model jaringan syaraf tiruan menjadi perangkat keras
5. Perancangan dan pengembangan produk sensor

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh Kegiatan Penelitian Kerjasama Luar Negeri dan Publikasi Internasional Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Tahun 2016 (No: 015/SP2H/LT/DRPM/II/2016 dan No: 1037/UN1-P.III/LT/DIT-LIT/2016) dan Tahun 2017 (No: SP DIPA-042.06.1.401516/2017 dan No: 2273/UN1.P.III/DIT-LIT/LT/2017).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2015. Rencana Strategis Kementerian Pertanian 2015-2019. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Bossen, D., J. Landsman., S. Robbins. 2010. System and method for optimally determining appropriate ergonomics for occupants of a workspace. Patent No.US 7797771 B1.
- Bonin, S., R. Morton. 2013. Method for managing environmental, health and safety risks in a manufacturing environment. Patent No. US20130325544.
- Morris, D. S., A. J. B. Brush, B. R. Meyers, M. P. Czerwinski. 2009. Scheduling and improving ergonomic breaks using environmental information. Patent No. US20090030767.

- Oohashi T., N. Kawai, E. Nishina, R. Yagi, M. Honda, S. Nakamura, M. Morimoto, T. Maekawa, S. Nakamura, M. Nakamura. 2010. Method and apparatus for environmental setting and information for environmental setting. Patent No. US20100204540.
- Ushada, M., T. Okayama., A. Suyantohadi., N. Khuriyati., D.R. Fudholi. 2016. Alat penilai beban kerja terpadu di system produksi agroindustri. Patent Pending (Patent Application Indonesia No: P00201601182.
- Ushada, M., T. Okayama., A. Suyantohadi., N. Khuriyati., N.A.S. Putro, 2017. Alat penentu suhu acuan lingkungan kerja ergonomis di system produksi agroindustri. Patent Pending (Patent Application Indonesia No: P00201703623 on 8 Juni, 2017).
- Wild, T. L. and Foster, S. A. 2016. A System and a method for generating a profile of stress levels and stress resilience levels in a population. Patent no: WO 2016/074037A1.