

ISSN 0853 - 9677

PROSIDING PPIS



Pertemuan dan Presentasi Ilmiah
Standardisasi 2012

Penelitian Mendukung Inovasi Produk
Berbasis Standar Nasional Indonesia (SNI)

Bali, 8 Mei 2012



Universitas Udayana



Badan Standardisasi Nasional

PROSIDING

PERTEMUAN DAN PRESENTASI ILMIAH STANDARDISASI

Bali, 8 Mei 2012

PEMBINA

DR. Ir. Bambang Setiadi
(Kepala Badan Standardisasi Nasional)

Ir. TAR Hanafiah, MSc
(Deputi Bidang Penelitian dan Kerjasama Standardisasi)

PENYUNTING AHLI

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 1 Prof. Dr. Ir. Tien R. Muchtadi, MS | 12 Prof. Dr. Yeyet Cahyati S, Apt |
| 2 Prof. Ir. Himawan Adinegoro, M.Sc | 13 Prof. Dr. Ir. Suprpto, MSc, FPE, IPM |
| 3 Prof. Dr. I Made Damryasa, M.S | 14 Prof. Dr. Ing. Ir. Made Merta, DAA |
| 4 Dr. Paribotro, APU | 15 Tience Darmiati, M.Sc |
| 5 Prof. Dr. Made Dira Swantara, M.Si | 16 Suryadi, M.Sc, APU |
| 6 Dr. Ing Henki Wibowo Ashadi | 17 Drs. A.Rachman Mustar, M.Sc |
| 7 Ir. Nurasih Saleh Samhudi | 18 Prof. Dr. Ir. Carunia M. Firdausy, MA, APU |
| 8 Dr. Ing. Amir Partowiyatmo | 19 Ir. Wisnu Broto, MS |
| 9 Dr. Ir. Anita Firmanti, MT | 20 Ir. Abdul Rivai |
| 10 Dr. Ria Pardede | 21 Drs. Sunarya, Apt, DFT, MIFST, PhD |
| 11 Prof. Dr. Ir. Agus Taufik M., MT | 22 Prof. Dr. Ir. I Komang Budaarsa, M.S |

PERANCANGAN ULANG STANDAR LINGKUNGAN KERJA DAN SISTEM OTOMASI DI INDUSTRI JAMU EKSTRAK

Oleh

KI Ismara dan Riaya Listianing Rahmawati¹

Abstrak

Harapan hasil penelitian ini yaitu terpenuhinya persyaratan kerja yang nyaman, sehat dan selamat pada ruang atau tahap proses perajangan dan ekstraksi. Untuk itu perlu merancang ulang pengendalian potensi sumber bahaya di lingkungan kerja, meliputi kebisingan dan debu di ruang perajangan, uap alkohol dan hidrokarbon di ruang ekstraksi, pencahayaan, kondisi udara di ke dua ruang tersebut dan merancang ulang sistem otomasi. Perancangan tersebut berdasarkan psikologi teknologi, agar didapatkan *hardware*, dan *soft-ware* yang serasi dengan *human-ware*, dalam *man-machines interactions*.

Tahapan penelitian meliputi observasi awal untuk menganalisis atau mendeskripsikan masalah, mengevaluasi data pendukung, mengidentifikasi kriteria pemecahan masalah, mengembangkan alternatif penyelesaian, serta merancang ulang *hardware* dan *software* untuk menyelesaikan permasalahan. Penelitian ini hanya akan dibatasi sampai pada tahap pemeriksaan kelayakan peranan secara teoritis atau logis, tidak sampai kepada implementasi secara fisik dan empiris. Hipotesisnya adalah perancangan ulang sistem otomasi dan lingkungan kerja di proses perajangan dan ekstraksi akan berperan dalam peningkatan produktivitas kerja yang berwawasan kenyamanan, kesehatan dan keselamatan kerja, baik secara sendiri-sendiri maupun bersamaan secara terintegrasi.

Hasil penelitian ini berupa rekomendasi berdasarkan kajian psikologi teknologi terhadap perancangan ulang sistem otomasi dan lingkungan kerja, yang dilengkapi dengan, gambar skema, konstruksi, dan animasi dengan 3D-Max. Lingkungan kerja meliputi pengendalian potensi sumber bahaya, kebisingan dan debu, uap alkohol dan hidrokarbon, pencahayaan dan kondisi udara di proses perajangan dan ekstraksi pada pabrik jamu ekstrak. Sistem otomasi meliputi pengendalian pemasukan dengan ban berjalan dan pemantauan pengisian bahan baku nabati pada hopper di proses perajangan; pemompaan cairan penyari serta pengendalian valve dan motor pada proses ekstraksi dengan perkolasi. Berdasarkan perhitungan di tahap perancangan ulang dan kajian teoritis sekiranya diterapkan, maka dapat diketahui bahwa potensi sumber bahaya debu, uap alkohol dan kebisingan dapat dieliminasi. Pencahayaan dan kondisi udara dapat dibuat lebih nyaman dan sehat. Waktu operasi kerja dapat disederhanakan dan dipersingkat melalui sistem otomasi yang dapat dioperasikan secara remote, dengan bantuan perangkat elektronika dan PLC (*programmable logic controler*). Selain itu dapat direkomendasikan alternatif pengisolasian pekerja dalam

¹ Department of Educational of Electrical Engineering

ruang kendali. Dengan demikian hipotesis tentang peranan hasil perancangan sistem otomasi dan lingkungan kerja terhadap peningkatan produktivitas kerja yang berwawasan kenyamanan, kesehatan, dan keselamatan kerja, baik secara sendiri-sendiri maupun bersamaan secara terintegrasi, secara teoritis dan logis dapat diterima.

Kata Kunci: Lingkungan Kerja, Sistem Otomasi, Produktivitas

ABSTRACT

This research will prioritise to criss-cross process mill and extraction. Since they do not meet standard of work safety. The aim of this research is to re-design control system of potential hazard in the working environment, and to re-design automation system for both process. Furthermore, to find contribution of output re-designing towards development of working productivity based on convenience, health and safety working environment.

Research steps begin with pre-observation for problem description and analysis, criteria of solution identifications, develop alternative solution and re-design software and hardware for problem solving. This research will be limited to the step of verifying, for role feasibility in logic or theoretical instead of physical implementation and empiric.

The outcome of this research will be a recommendation based on re-designing automation and system of working environment, supported with scheme figures, construction and 3D-Max animation. Subject to implementation based on theoretical review, we can find that potential hazard of dust; alcohol fume and noise can be eliminated. Lighting and air condition can be improved, healthier and more convenient to work place. Automation system, covers controlling of conveyor loading and herb raw material controlling for hopper in the criss-cross process, the pumping of alcohol, also for controlling valve and motor in the extraction process with percolation system. Work operation time is simplified and reduced by remote automation system with mecatronics and programmable logic controller (PLC). Additionally we can recommend alternative ways to isolate workers in the control room. Therefore hypothesis for the role of result re-design of automation system and working environment towards development of working productivity based on convenience, health and working safety, will be accepted by theoretical and logical approach.

Key word: Work environment, Otomation system, Productivity

I. PENDAHULUAN

Ekstrak jamu merupakan zat aktif yang dibuat dari bahan baku dari tumbuh-tumbuhan. Proses pengambilan zat aktif dilakukan secara bertahap sesuai dengan standar CPOTB atau Cara Pembuatan Obat Tradisional yang Baik (Dep. Kes. RI, 1996). Tahapannya adalah sortasi atau pemilahan, pencucian atau sortasi basah, penirisan, perajangan, pengeringan, penyerbukan, ekstraksi, evaporasi, granulasi basah, granulasi kering, proses massa granul siap cetak, pencetakan, pengemasan, selanjutnya adalah pengecekan setiap kemasan dengan penimbangan, pemberian etiket, penyegelan dan diakhiri dengan pengartonan.

Kualitas produksi jamu dapat ditingkatkan melalui perancangan ulang sistem otomasi yang nyaman, sehat dan selamat. Proses produksi yang semula hanya bersifat mekanis, kemudian berkembang menjadi berbasis mekatronik, mikroprosesor atau mikrokomputer. Sebagian tugas manusia yang banyak menimbulkan kesalahan kerja, dan sebagai sasaran dari berbagai potensi sumber bahaya (*Hazard*) di lingkungan kerja, dapat digantikan oleh mesin melalui sistem otomasi. Interaksi antara manusia, mesin dan lingkungan kerja, merupakan kajian utama dalam penelitian.

Perancangan ulang dalam penelitian ini, menekankan pada penerapan aspek psikologi teknologi (*engineering psychology*), yang diprioritaskan pada proses perajangan dan ekstraksi. Di Ruang kedua proses tersebut paling banyak terjadi pemborosan, serta memiliki potensi sumber bahaya kecelakaan dan penyakit kerja.

Tujuan penelitian pengembangan ini adalah merancang ulang sistem otomasi yang terintegrasi dengan lingkungan kerja yang berwawasan kenyamanan, kesehatan dan keselamatan kerja. Mendeskripsikan peranan sistem otomasi dan lingkungan kerja terhadap peningkatan motivasi, kepuasan, performansi dan produktivitas kerja. Tujuan lainnya adalah membuat model pabrik jamu yang nyaman, aman, dan sehat, dengan menerapkan aspek psikologi teknologi.

Kenyamanan, kesehatan, dan keselamatan kerja, merupakan motivasi urutan ke dua menurut pendapat Maslow, serta motivasi higienis yang mendasar menurut pendapat Herzberg yang harus dipenuhi terlebih dahulu (Berry, 1998). Lingkungan kerja adalah ruang perajangan dan ekstraksi yang digunakan untuk memproduksi jamu. Menurut Pulat (1992), Cheremisinoff (1995), Bridger (1995), dan Mundel (1994) lingkungan kerja terdiri dari pencahayaan, kebisingan, getaran, suhu dan kelembaban ruangan kerja, sirkulasi udara, debu serta bau-bauan. Tingkat kebisingan, getaran, debu, temperatur dan kelembaban ruangan, mengacu kepada NAB (nilai ambang batas) yang diatur oleh pemerintah RI.

Kenyamanan dalam hal ini adalah kondisi yang dirasakan oleh manusia ketika bekerja atau berinteraksi dengan mesin dan lingkungan kerjanya. Hal ini berarti organ tubuh tenaga kerja tersebut tidak mendapat tekanan, tidak menanggung beban, dan tidak menerima paparan yang berlebihan dari prosedur pekerjaan, *hazard* di tempat kerja, dan lingkungan pekerjaannya. Timbul perasaan menyenangkan, aman, nyaman, tidak membosankan, tidak menjenuhkan, dan tidak menimbulkan kelelahan yang berlebihan (Apple, 1987; Berry, 1998; Cautela and Kearney, 1984; Bridger, 1995; dan Woodside and Kocurek, 1997).

Kesehatan kerja adalah derajat kesehatan yang diusahakan melalui tindakan promotif, preventif dan kuratif terhadap kemungkinan timbulnya penyakit akibat kerja

dan gangguan kesehatan yang diakibatkan oleh faktor pekerjaan serta lingkungan kerja. Paparan bahan kimia tertentu, tingkat kebisingan, suhu ruangan, kelembaban, debu di tempat kerja, atau getaran mesin yang melampaui ambang batas, dapat menimbulkan kegelisahan, stress, perasaan kurang nyaman, dan lebih lanjut akan menjadi salah satu penyebab penyakit akibat kerja (Berry,1998; Scott,1995; LaDou,1990; dan Zenz,1994).

Bridger (1995) menganggap bahwa manusia atau pekerja, tempat kerja dan mesin-mesin otomatis merupakan bagian dari lingkungan kerja, yang akan saling mempengaruhi dan berinteraksi dalam menentukan keberhasilan kerja, untuk itu perlu ada kesesuaian antara manusia, lingkungan kerja dan sistem otomatis. Kesesuaian tersebut akan dapat menimbulkan perasaan nyaman, aman, dan sehat, tidak membosankan, tidak menjenuhkan, tidak menimbulkan kelelahan (*fatigue*), bahkan dapat meningkatkan motivasi kerja, kepuasan kerja, mengoptimalkan performansi kerja, dan menekan stressor kerja.

II. TEORI

2.1 *Engineering Psychology*

Psikologi Teknologi (*engineering psychology*), merupakan cabang psikologi yang mengkaji hal-hal yang terkait dengan proses dan produk hasil teknologi modern. Cautela dan Kearney (1984) memberi batasan berupa kajian terhadap perilaku manusia yang terkait erat dengan peralatan, perlengkapan, mesin-mesin (*hard-ware*); program komputer, sistem otomatis dan robotik (*control*), tampilan tombol panel pengendali mesin (*complex display*) atau ikon di layar komputer (*software*), yang merupakan bagian dari sistem manusia-mesin yang melibatkan proses transfer informasi antara keduanya (*human information processing*). Perilaku manusia (*human-ware*) yang terkait dengan sistem mesin yang berkarakter teknologi modern, meliputi kepuasan kerja, produktivitas kerja, motivasi kerja, dan di sisi lain adalah tekanan beban kerja, kebosanan, kelelahan, kejenuhan, ketidak-nyamanan, ketidak-sehatan, serta ketidak-amanan. *Human-ware* juga meliputi berbagai keterbatasan, kapabilitas, performansi dan kompetensi manusia dalam menggunakan serta saling menyesuaikan diri terhadap berbagai perangkat (keras dan lunak) yang berteknologi modern.

Dalam hal ini mesin diinterpretasikan sesuatu yang digunakan manusia, sebagai hasil kreasi dan inovasi dari para insinyur, analis dan programmer komputer, arsitek, pengembang pendidikan dan latihan, serta para perancang atau desainer lainnya. Hasilnya dapat berupa proses produksi, prosedur kerja, beban kerja, dan kemasan, berupa produk-produk baru, iklan (*human information processing*), peralatan tangan, atau tata-letak ruangan dalam pabrik (Cautela dan Kearney,1984). Psikologi teknologi di industri akan membantu manusia untuk menemukan kesesuaian diri (apa yang diperkenankan, dilarang, yang menyebabkan gagal atau keberhasilan) terhadap penggunaan berbagai peralatan berteknologi baru. Proses operasi teknologi modern tersebut biasanya membutuhkan lebih banyak keterampilan penginderaan (*high altitude and more complex sensing*), pemrosesan, pengontrolan, meliputi input (*stimulus*) terhadap operator dan manajemen output (*respon*). Teknologi modern

tersebut biasanya juga menimbulkan banyak dampak terhadap kondisi lingkungan kerja yang cenderung kurang menguntungkan, karena dapat berfungsi sebagai *stressor*. Penting kiranya untuk menyesuaikan performansi manusia yang dipengaruhi oleh adanya tekanan kondisi lingkungan kerja tersebut. Misalnya adalah tekanan dari percepatan mesin, getaran, kebisingan, tekanan dan temperatur udara, cahaya yang menyilaukan, bau yang menyengat, atau udara yang kurang sehat (kekurangan oksigen, adanya bahan kimia berbahaya dan beracun, jamur, bakteri, virus dan lain-lain); yang disebabkan oleh polutan baik yang bersifat fisik, kimia, atau biologis.

Menurut Chapanis (1976) Psikologi Teknologi (*engineering psychology*) terutama memperhatikan penemuan dan penerapan informasi tentang perilaku manusia dalam kaitannya dengan mesin-mesin, peralatan, pekerjaan dan lingkungan kerja. Tujuan akhir psikologi teknologi adalah membantu dalam rancangan dari peralatan, tugas-tugas, tempat-tempat kerja, dan lingkungan kerja yang sedemikian rupa sehingga mereka merupakan pasangan yang paling tepat bagi kemampuan dan keterbatasan tenaga kerja. Chapanis selanjutnya mengatakan bahwa dalam Teknologi terdapat faktor-faktor manusia (*human factor*) yang perlu diperhatikan antara lain unjuk kerja (*performance*), motivasi, kepuasan kerja, perilaku manusia dan pelatihan dalam sistem mesin-manusia. Psikologi Teknologi memandang pekerja sebagai suatu konstanta psikologis dan biologis yang mengandung banyak kecakapan dan keterbatasan yang ditentukan oleh pembawaan. Psikologi Teknologi mempunyai tugas mengubah mesin-mesin dan alat-alat yang digunakan manusia dalam pekerjaan, atau lingkungan tempat bekerja, agar menjadi lebih sesuai, nyaman, aman, dan sehat bagi manusia.

Psikologi Teknologi dikelompokkan dalam psikologi keterampilan yang menangani pengolahan informasi dan pengambilan keputusan dan psikologi kejuruan yang menangani pelatihan, upaya dan perbedaan individual. Sasaran dari Teknologi faktor-faktor manusia (*human-factor*) ialah menunjang peningkatan efisiensi dan efektivitas (*work productivity*) dalam penggunaan objek-objek fisik dan fasilitas untuk memelihara atau menunjang nilai-nilai manusia tertentu yang baik (*desirable*). Hal tersebut meliputi *input, output, coding, feedback, and information channel*, dan yang terkait dengan proses di dalamnya (misalnya: kenyamanan, kesehatan, keselamatan, kepuasan). Cakupan psikologi Teknologi menekankan pada efisiensi dalam melakukan tugas pekerjaan, yang membuat berbagai macam peralatan yang disesuaikan dengan bentuk, fungsi anggota badan dan lingkungan kerja. Melalui analisis waktu dan gerak Gilbreth sampai pada penyederhanaan dan pembakuan kerja (*work simplification and work standardization*). Lingkungan kerja mencakup setiap hal dari fasilitas ruang di pabrik, warna, rancangan ruang, temperatur dan pengkondisian udara, jumlah cahaya, getaran, bau, serta suara bising di ruang kerja. Kesemuanya itu terkait erat dengan interaksi manusia mesin dan lingkungan kerja, di dalam proses produksi (Adams, 1989).

2.2 STANDAR LINGKUNGAN KERJA DAN SISTEM OTOMASI

Otomasi bertujuan untuk lebih mendukung kenyamanan, keselamatan, dan kesehatan manusia yang selanjutnya akan dapat memperbaiki bahkan mengatasi keterbatasan manusia dalam rangka peningkatan produktivitas kerja, melalui peningkatan motivasi

kerja, kepuasan kerja, dan performansi kerja. Otomasi dalam proses produksi akan mendukung interaksi manusia dengan mesin dan lingkungan kerjanya. Penerapan sistem otomasi yang terintegrasi dengan lingkungan kerja tersebut, dapat berperan terhadap kemudahan, penghematan biaya, dan peningkatan hasil produksi secara massal serta terstandar, mengeliminasi kotoran, mengurangi kebosanan, mengatasi pekerjaan yang berulang, dan berbahaya dengan tetap konsisten terhadap kualitas (Pulat,1992; Morris,1994; Bridger,1995; Suzaki,1997; Mundel et. all.,1994; dan Sugiyanto,2000).

Meredith (1992) lebih lanjut menjelaskan bahwa otomasi merupakan penggunaan perangkat mekanik dan elektronik untuk menggantikan sebagian kemampuan tenaga kerja manusia. Mesin sebaiknya dilengkapi dengan kecerdasan untuk mengindra keadaan tak wajar dan memberikan informasi pada operator agar dapat melakukan tindakan seperlunya. Terjadinya kondisi tidak wajar seperti cacat produksi, kerusakan alat atau kekurangan komponen, membuat mesin memberikan isyarat pada operator agar menghentikan operasi, yang dikendalikan secara *remote* dan terprogram, sehingga pekerja dapat diisolasi dari potensi sumber bahaya.

Pemecahan permasalahan otomasi proses produksi yang paling strategis dewasa ini hanyalah dengan menerapkan PLC. *Programmable Logic Controler* (PLC) didefinisikan sebagai suatu peralatan elektronik yang bekerja secara digital yang menggunakan memori terprogram untuk melakukan tugas khusus seperti logika, pengurutan, pemilihan waktu, penghitungan dan aritmetika serta pengendalian melalui peralatan masukan/keluaran dari berbagai jenis mesin mekanis dalam proses produksi. PLC yang dikombinasikan dengan mesin mekanis disebut mekatronik (Ismara,2001).

Meredith (1992), Suzaki (1997), Hutchins (1996), Aroef (2000) menggambarkan bahwa perancangan ulang lingkungan kerja di pabrik (*design for manufacturability*) yang berintegrasi dengan sistem otomasi proses produksi, dikembangkan berdasarkan *JIT (just in time)*, karena dalam hal ini pabrik jamu ekstrak adalah *product line-based flow shop*. Harapannya adalah hasil perancangan ulang sistem otomasi yang terintegrasi dengan lingkungan kerja dengan pertimbangan *JIT*, dapat meningkatkan kontinyuitas produksi dan meningkatkan pelayanan pada pelanggan.

2.3 PRODUKTIVITAS KERJA

Produktivitas kerja dapat diketahui dari jumlah *output* dibagi jumlah tenaga kerja, atau dari jumlah *output* dibagi dengan jumlah waktu yang digunakan, atau jumlah *output* dibagi dengan jumlah modal untuk *input* (Aroef,2000). Kesehatan dan keselamatan kerja merupakan faktor yang sangat penting dalam peningkatan produktivitas kerja (Aroef,2000). Menurut Suma'mur (1996) hal-hal yang mempengaruhi produktivitas kerja dalam lingkungan kerja antara lain meliputi penerangan, kebisingan, ventilasi untuk menurunkan kadar polusi dan memberikan asupan udara segar, serta suhu kerja yang ideal untuk menurunkan tingkat kelelahan pekerja dan meningkatkan kenyamanan kerja. Chapanis (1976), Cautela dan Kearney (1984), Berry (1998), dan Adams (1989) menyatakan bahwa lingkungan kerja yang nyaman, aman, dan sehat akan dapat