

PERANCANGAN SISTEM KERJA YANG ERGONOMIS DI INDUSTRI PEMELIHARAAN LOKOMOTIF “BALAI YASA YOGYAKARTA” Studi Gerakan dan Posisi Kerja Sebagai Kontribusi Penerapan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja Perkeretaapian

*ERGONOMIC WORK SYSTEM DESIGN
IN LOCOMOTIVE MAINTENANCE INDUSTRY “BALAI YASA YOGYAKARTA”
Motion and Working Position Study as Contribution for Application of
Occupational Safety and Health Management System of Railway Affairs*

Widodo Hariyono¹, Soebijanto², Adi Heru Husodo³, Lientje Setyawati Maurits⁴

¹Program Studi IKM, FKM Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta

²Bagian Anatomi, FK UGM, Yogyakarta

³Bagian Ilmu Kesehatan Masyarakat, FK UGM, Yogyakarta

⁴Program Studi Ilmu Kesehatan Kerja, FK UGM, Yogyakarta

ABSTRACT

Background: Balai Yasa PT Kereta Api (Persero) Yogyakarta is the only diesel locomotive maintenance industry operating in Java Island that has a major role in determining the successfulness of whole train transportation mode operated. A 'new' locomotive it produces indicates locomotive system reliability operating. This is a result of a reliable maintaining process. Balai Yasa Yogyakarta applies manual process in doing its job. It means that the operator uses his hands to fix the problems. In the meantime, working process in some units are not ergonomics from the point of motion, working position, and operator working hour. Besides, the application of Occupational Safety and Health Management System is not integrated with industry management system. This can lead to risks such as accident and illness of work, ineffective and not efficient work, and finally produces unqualified products.

Objective: Based on (1) strategic task of Balai Yasa Yogyakarta, (2) product and work system produced, (3) operator interest on occupational safety and health in production process, and (4) Occupational Safety and Health Management System interest in locomotive maintenance industry, the research conducted in order to discover (a) an ergonomic work system, on motion and operator working position, (b) time duration in production process of work unit, (c) audit result of Occupational Safety and Health Management System can be applied as an integrated department with industry management system.

Method: This is a non-experimental and observational research using modelling style and evaluating in nature.

Result: (1) In nine work stations representing complete work process characters, the operators show unergonomics motion and working position. It risks work accident and illness, non optimum work gain because of improper motion and working position. It needs total recovery in operator motion and their working position in two standards: standing or sitting must be in straight back. (2) Time duration, work hour for a locomotive is 143 hours normally. This can be the guideline to arrange a standard in operator motion and their working position based on time duration. (3) Occupational Safety and Health Management System has done the audit and the standard parameter result is 11%. The absence of Occupational Safety

and Health Committee causes occupational safety and health run in non standard application. Occupational Safety and Health Management System must be integrated in total industry management system.

Conclusion: Balai Yasa Yogyakarta has not applied Occupational Safety and Health Management System and ergonomic program, so that it must implement ergonomic program and Occupational Safety and Health Management System.

Keywords: ergonomics, occupational safety and health management system, railway affairs, work system design

ABSTRAK

Latar belakang: Balai Yasa PT Kereta Api (Persero) Yogyakarta merupakan satu-satunya industri (pabrik) pemeliharaan lokomotif diesel dan kereta rel diesel yang beroperasi di Pulau Jawa, sehingga menentukan seluruh operasionalisasi moda transpor kereta api. Lokomotif 'baru' yang dihasilkan menjadi penentu kehandalan sistem lokomotif yang beroperasi. Hal tersebut ditentukan oleh proses kerja pemeliharaan yang handal pula. Adapun proses kerja di Balai Yasa Yogyakarta dilakukan secara *manual*, yaitu operator langsung menangani berbagai komponen dengan ketrampilan tangan mereka. Saat ini proses kerja yang berlangsung pada berbagai unit kerja masih belum ergonomis, ditinjau dari segi gerakan, posisi kerja, dan waktu kerja para operator. Selain itu, Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) belum diterapkan secara integral dengan sistem manajemen industri. Persoalan tersebut mengakibatkan risiko terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja, kerja yang tidak efektif dan efisien, dan akibatnya dihasilkan mutu produk yang tidak optimal.

Tujuan: Berdasarkan pada (1) tugas strategis Balai Yasa Yogyakarta, (2) kehandalan produk dan sistem kerja, (3) kepentingan keselamatan dan kesehatan kerja operator yang melakukan proses produksi, (4) kepentingan SMK3 dalam industri pemeliharaan lokomotif, maka tujuan penelitian ini untuk mengetahui (a) bentuk sistem kerja yang ergonomis, ditinjau dari segi gerakan dan posisi kerja para operator pada stasiun

kerja, (b) durasi waktu dalam proses produksi yang terdapat pada unit-unit kerja, (c) hasil audit SMK3 yang dapat diterapkan sebagai bagian yang tidak terpisahkan dengan sistem manajemen industri.

Metode: Penelitian ini berjenis non-eksperimental dan observasional, cara penelitiannya *modelling*, dan sifat penelitiannya evaluatif.

Hasil: (1) Pada 9 stasiun kerja yang mewakili karakteristik lengkap proses kerja, diketahui gerakan dan posisi kerja para operator, hampir seluruhnya tidak ergonomis. Selain berisiko terjadi kecelakaan dan penyakit akibat kerja, bekerja menjadi tidak optimal, karena disebabkan oleh gerakan dan posisi kerja yang tidak tepat. Perlu perubahan total dalam gerakan dan posisi kerja para operator dengan dua bentuk standar, yaitu berdiri atau duduk, keduanya dengan punggung tegak. (2) Segi durasi waktu, dihasilkan jam kerja normal, dengan total waktu 143 jam untuk 1 lokomotif. Hal ini dapat menjadi pedoman penyusunan standar gerakan dan posisi kerja yang didasarkan pada durasi waktu. (3) Hasil audit SMK3, kesesuaian dengan parameter standar hanya sebesar 11%. Ketiadaan Panitia Pembina Keselamatan dan Kesehatan Kerja/P2K3 menjadi penyebab tidak dilaksanakannya program keselamatan dan kesehatan kerja yang standar. SMK3 harus terintegrasi dalam manajemen industri total.

Kesimpulan: Balai Yasa Yogyakarta belum menerapkan SMK3 dan program ergonomi, sehingga harus menerapkan program ergonomi dan SMK3.

Kata Kunci: ergonomi, sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja, perkeretaapian, perancangan sistem kerja

PENGANTAR

Perkeretaapian adalah salah satu kajian dalam bidang transportasi darat, yang aspek kajiannya bervariasi, misalnya nilai ekonomis operasinya, kehandalan moda transportasinya, keselamatan transporanya, dan sistem pemeliharaan moda transportasi tersebut. Kehandalan sistem kereta api ditentukan oleh pabrik yang melakukan pekerjaan pemeliharannya (di Indonesia disebut sebagai Balai Yasa).¹ Ada keterkaitan antara kehandalan sistem lokomotif dengan hasil kerja yang dilakukan oleh pabrik pemeliharannya. Seperti halnya untuk pemeliharaan lokomotif diesel dan kereta rel diesel, di Wilayah Usaha Pulau Jawa, tugas tersebut dilaksanakan oleh Balai Yasa PT Kereta Api (Persero) Yogyakarta sebagai pabrik pusat pemeliharaan satu-satunya. Kehandalan sistem kerja di Balai Yasa Yogyakarta perlu ditingkatkan, sehingga kinerja lokomotifnya juga handal.

Berdasar hasil penelitian terdahulu, dalam hal gerakan dan posisi kerja operator, berbagai akibat negatif yang potensial dan sudah terjadi pada para pekerja di Balai Yasa Yogyakarta², diantaranya adalah: (1) Terjadinya pemborosan tenaga para pekerja. (2) Cidera otot pada pekerja, terutama jenis pekerjaan yang berat. (3) Kelelahan fisik dan psikis pada sebagian besar pekerja. (4) Pekerjaan yang tidak sistematis atau prosedural dari satu tahap ke

tahap berikutnya. (5) Kecelakaan akibat kerja, baik derajat ringan sampai fatal. (6) Produktivitas kerja yang menurun, baik perseorangan maupun komunal. Berdasar observasi ulang oleh peneliti secara detil pada unit-unit kerja di Balai Yasa Yogyakarta, hal-hal yang merupakan problema tersebut di atas, disebabkan oleh cara kerja pekerja yang tidak ergonomis. Penyebab negatif tersebut diantaranya adalah: (1) Operator bekerja dengan posisi kerja jongkok, duduk, berdiri, dan berbaring terlentang dengan sudut tertentu pada tubuh secara tidak tepat, dikombinasikan dengan gerakan tubuh yang salah. (2) Operator bekerja dengan ritme gerakan yang tidak teratur secara berulang-ulang. (3) Operator bekerja pada tempat yang menyulitkan aktivitas gerakan, misalnya di ketinggian, di kolong mesin, di bawah landasan atau lorong benda kerja, atau di suatu area sempit. (4) Operator bekerja dengan menggunakan peralatan kerja dan bahan baku yang dimensinya berat, keras, runcing, tidak standar, dan sebagainya. (5) Operator bekerja pada tempat yang faktor fisiknya buruk, misalnya suhu terlalu panas, bising, pencahayaan yang kurang, getaran mekanis yang cukup tinggi, bau dan tumpahan minyak yang berlebihan, dan sampah logam yang berserakan. (6) Operator bekerja dengan durasi waktu yang cukup lama untuk suatu jenis atau bentuk pekerjaan. Hal-hal tersebut secara *visual* dapat dilihat sebagai jenis-jenis penyebab negatif. Berbagai persoalan yang menjadi penyebab tersebut akhirnya menghasilkan akibat. Penyebab yang terjadi pada aktivitas kerja para pekerja pada unit-unit kerja di Balai Yasa Yogyakarta, telah menghasilkan akibat yang dikeluhkan dan ditemui oleh para pekerja.

Sistem industri tidak pula dapat eksis tanpa peran signifikan para manajernya. Perangkat manajemen yang handal dengan pengetahuan dan keahlian manajernya yang paham, kredibel, tangguh, atau dengan kata lain profesional, sangat menentukan keberlangsungan dan daya tahan industri dari berbagai guncangan organisasional maupun ekonomi. Dalam konteks "Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)", pada segi manajerial atau skala "makro" telah ada regulasi yang ditetapkan oleh Pemerintah Republik Indonesia, yaitu pada Peraturan Menteri Tenaga Kerja, Nomor: Per.05/Men/1996, tanggal 12 Desember 1996, tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3).

Problema serius yang menjadi masalah skala "mikro" (lingkup pembahasan kerja teknis), terdapat pada sistem kerja, yaitu gerakan dan posisi kerja pekerja. Terdapat pula masalah durasi waktu proses produksi yang belum ditentukan secara pasti. Hal

lain yang juga berpengaruh adalah belum diterapkannya SMK3 yang menjadi bagian utuh sistem manajemen industri. Berdasarkan hasil inventarisasi problema tersebut, masalah penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut: (1) Bagaimanakah bentuk sistem kerja yang ergonomis, ditinjau dari segi gerakan dan posisi kerja para operator pada berbagai stasiun kerja yang berbentuk interaksi antara manusia—mesin di Balai Yasa Yogyakarta? (2) Berapakah durasi waktu dalam proses produksi yang terdapat pada unit-unit kerja di Balai Yasa Yogyakarta? (3) Bagaimanakah hasil audit SMK3 dan gambaran kondisi lingkungan fisik di Balai Yasa Yogyakarta?

Tujuan umum penelitian ini adalah untuk mengetahui rancangan sistem kerja yang ergonomis pada industri pemeliharaan lokomotif di Indonesia, yaitu di Balai Yasa Yogyakarta. Tujuan khusus penelitian ini adalah untuk mengetahui hal-hal sebagai berikut: (1) Bentuk sistem kerja yang ergonomis, ditinjau dari segi gerakan dan posisi kerja para operator pada berbagai stasiun kerja yang berbentuk interaksi antara manusia—mesin di Balai Yasa Yogyakarta. (2) Durasi waktu dalam proses produksi yang terdapat pada unit-unit kerja di Balai Yasa Yogyakarta. (3) Hasil audit SMK3 dan gambaran kondisi lingkungan fisik di Balai Yasa Yogyakarta.

BAHAN DAN CARA PENELITIAN

Penelitian ini berjenis non-eksperimental dan observasional, yaitu penelitian yang pengamatannya dilakukan terhadap sejumlah ciri atau variabel subjek menurut keadaan apa adanya (*in nature*), tanpa adanya manipulasi atau intervensi peneliti. Berdasarkan caranya, penelitian ini dapat disebut sebagai *modelling*, berarti merancang atau meniru bentuk, atau membuat sebuah gambaran atau simulasi (*simulation study*). Maksud dari model adalah sistem yang berisi dalil, data, dan peranan yang ditampilkan sebagai gambaran matematis dari sebuah kenyataan atau keadaan. Sifat penelitian adalah evaluatif.

Pemilihan objek penelitian didasarkan pada ragam aktivitas fisik para pekerja di beberapa stasiun kerja yang dikelompokkan berikut: (1) Stasiun kerja pembongkaran *bogie* lokomotif. (2) Stasiun kerja *reconditioning bogie* lokomotif. (3) Stasiun kerja *assembly* traksi motor. (4) Stasiun kerja pengelasan komponen mesin. (5) Stasiun kerja penggerindaan komponen. (6) Stasiun kerja pengetesan komponen mesin, meliputi (a) pengetesan *power speed*, (b) pengetesan *injection part*, (c) pengetesan subkomponen pada *injection part*. (7) Stasiun kerja

assembly komponen *body* lokomotif. (8) Stasiun kerja *finishing* atau pra-pengecatan. (9) Stasiun kerja fasilitas kerja, meliputi (a) proses *pre-spull*, (b) proses *re-winding* motor listrik. Pemilihan sembilan stasiun kerja tersebut didasarkan pada karakteristik “beban kerja” dan “beban tambahan” para pekerjanya yang dilihat secara visual menunjukkan kerja berat, melelahkan, dan berisiko. Pada stasiun kerja terpilih tersebut, fokusnya pada gerakan dan posisi kerja para pekerja, baik dalam durasi waktu kerja lama maupun singkat, sehingga telah mewakili konteksnya.

Subjek penelitian ini adalah para pekerja teknik yang bekerja di stasiun kerja-stasiun kerja yang dipilih. Pada setiap subjek tidak dibedakan umur, pengalaman kerja, tingkat keahliannya, dan karakter individualnya. Objek penelitian adalah gerakan dan posisi kerja pekerja yang sedang bekerja. Data penelitian dikelompokkan menjadi tiga jenis, yaitu (1) data yang terkait dengan gerakan dan posisi kerja pekerja, (2) data yang terkait dengan mesin, peralatan, fasilitas, dan bahan baku yang berada di stasiun kerja, (3) data faktor fisika lingkungan kerja, yang meliputi pencahayaan, kebisingan, suhu dan kelembaban udara, dan getaran mekanis, kondisi tempat/stasiun kerja. Jenis data terdiri dari (1) data kuantitatif, (2) data kualitatif. Penyajian data dilakukan secara (1) deskriptif—analitis, (2) deskriptif—argumentatif. Maksud dari keduanya, bahwa data dan pembahasannya berdimensi filosofis-konseptual.

Jenis data terdiri dari (1) data kuantitatif, yang porsi data ini sangat dominan, (2) data kualitatif, yang banyak terkait dengan dokumen tertulis. Pada pemecahan sebagian data yang berjenis kuantitatif, digunakan *software* komputer program *Ovaco Working-Posture Analysing System* (OWAS) dan *Rapid Upper Limb Assessment* (RULA).³ Pemecahan data kuantitatif yang lain adalah dengan menggunakan (1) aturan penghitungan *Critical Path Method* (CPM), (2) rumus penghitungan persentase skor, (3) penghitungan yang berbentuk skalatif. Data yang berjenis kualitatif, dianalisis dengan logika sebab-akibat secara argumentatif. Teknik pengolahan data berjenis kualitatif dilakukan dengan pendekatan studi kepustakaan.

Variabel penelitian ini terdiri dari variabel mayor dan variabel minor. Variabel mayornya adalah (1) desain sistem 1 yang meliputi subvariabel (a) studi gerakan dan posisi kerja, (b) studi waktu kerja, (2) desain sistem 2 yaitu mengaudit dengan instrumen SMK3, (3) hasil desain yang berwujud konsep teoritis. Variabel minornya adalah (1) sistem kerja tidak ergonomis, (2) sistem manusia-mesin, (3)

penerapan SMK3, (4) sistem kerja ergonomis. Peralatan dan mesin dalam penelitian ini (1) meteran gulung, untuk mengukur dimensi mesin dan ruang, (2) kamera *digital* dengan perlengkapannya, (3) *stop watch*, digunakan untuk mengukur durasi waktu gerakan pekerja dan durasi waktu proses produksi, (4) *calculator* dan *computer*, (5) *software* komputer program OWAS dan RULA yang telah didapatkan izin penggunaannya, (6) berbagai kertas kerja standar bersumber dari berbagai literatur.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Rincian hasil penelitian ini dapat diringkas dan ditampilkan dalam bentuk tabulasi yang dapat mewakili konteks temuan baru, baik yang berbentuk praktis maupun manajerial. Pada konteks pencermatan sistem kerja di Balai Yasa Yogyakarta yang terdiri dari banyak stasiun kerja di berbagai unit kerja, dapat dianalisis menjadi 3 kelompok utama, yaitu faktor pekerja, peralatan dan fasilitas, dan lingkungan kerja (faktor fisika). Sistem kerja yang integralistik sebagai desain pada penelitian ini dijelaskan sebagai berikut.

1. Perancangan Sistem Kerja Secara Integralistik

a. Segi gerakan dan posisi kerja

Pada segi gerakan dan posisi kerja, perbaikan direkomendasikan secara umum, ditampilkan pada Tabel 1.

Dari Tabel 1 tersebut, ditunjukkan bahwa solusi bagi setiap operator yang bekerja dengan posisi tubuh jongkok, direkomendasikan untuk diubah menjadi posisi tubuh duduk atau berdiri. Keduanya harus dengan punggung tegak (tidak membungkuk). Solusi bagi setiap operator yang bekerja dengan

posisi tubuh duduk, direkomendasikan untuk diubah menjadi posisi tubuh tetap duduk, tetapi dengan punggung tegak (tidak membungkuk) atau bersandar pada sandaraan yang dibuat khusus. Solusi bagi setiap operator yang bekerja dengan posisi tubuh berdiri, direkomendasikan untuk diubah menjadi posisi tubuh duduk atau tetap berdiri. Keduanya harus dengan punggung tegak (tidak membungkuk).

Pada aspek gerakan kerja operator, disesuaikan dengan detail wujud dan bentuk benda kerja yang diproses, sehingga gerakan kedua tangan, kedua kaki, dan badan, harus memenuhi kemampuan normal perputaran sendi-sendinya. Namun, semua aspek gerakan anggota badan maupun badan itu sendiri sangat ditentukan oleh posisi tubuh pekerjanya. Meskipun perputaran sendi pada tangan memenuhi kemampuan normal, tetapi posisi tubuhnya salah, maka risiko cideranya tetap akan terjadi. Begitu pula sebaliknya jika pergerakan anggota badannya melebihi kapasitas normal (dalam memutar, memuntir, menekan, mengungkit, mendorong, dan menarik benda kerja), meskipun posisi tubuhnya tepat, maka tetap akan menimbulkan risiko cedera pada alat gerak yang beraktivitas tersebut. Prinsipnya, aspek gerakan ditentukan fleksibilitasnya oleh posisi tubuh saat pekerja beraktivitas kerja.

b. Segi tata letak peralatan dan fasilitas kerja

Tata letak peralatan dan fasilitas kerja di setiap stasiun kerja yang terdapat di bengkel utama Balai Yasa Yogyakarta, harus didesain sedemikian rupa untuk memenuhi standar penggunaan oleh operator, sesuai dengan jenis dan fungsi peralatannya. Peralatan yang berjenis *jigs* maupun *fixtures* hendaknya dikelompokkan penempatannya pada

Tabel 1. Perbaikan substansial yang direkomendasikan

Jenis stasiun kerja	Posisi tubuh kenyataan	Posisi tubuh yang direkomendasikan	Penjelasan atau alternatif
Pembongkaran <i>bogie</i> lokomotif	a. Jongkok b. Duduk	a. Duduk, punggung tegak b. Duduk bersandar, kaki bersila	Duduk bersila beralat bantu sandaran
Rekondisi <i>bogie</i> lokomotif	a. Jongkok b. Berdiri	a. Duduk, punggung tegak b. Berdiri, punggung tegak	-
Bongkar pasang traksi motor	a. Jongkok b. Berdiri	a. Berdiri, punggung tegak b. Duduk, punggung tegak	Alat bantu bagi kedua posisi tersebut
Pengelasan komponen mesin	Jongkok	Duduk, punggung tegak	Lepas-rakit komponen atau beralat bantu
Penggerindaan komponen	Jongkok	Duduk, punggung tegak	Lepas-rakit komponen atau beralat bantu
Pengetesan komponen	a. Duduk b. Berdiri c. Jongkok	a. Duduk, punggung tegak b. Berdiri, punggung tegak c. Duduk, punggung tegak	-
Pemasangan komponen	a. Berdiri b. Duduk	a. Duduk, punggung tegak b. Duduk, punggung tegak	Alat bantu bagi kedua posisi tersebut
<i>Finishing</i> (prapengecatan)	a. Jongkok b. Berdiri	a. Duduk, punggung tegak b. Duduk, punggung tegak	Alat bantu bangku tinggi
Fasilitas kerja	Berdiri	Berdiri, punggung tegak	-

pertimbangan penggunaan secara frekuentif. Semakin sering sebuah *tool* digunakan untuk memproses benda kerja, semakin banyak diraih dan dibawa oleh operator. Perlu *tool box* yang penempatannya berdekatan dengan posisi operator yang bekerja dalam stasiun kerjanya. Bila mungkin, operator tidak perlu harus bergerak secara berulang-ulang dari depan benda kerja yang berlokasi tetap (*fixed*) ke meja atau kotak peralatan (meski gerakannya sekedarnya), karena hal tersebut sangat tidak efisien. Pengelompokan aktivitas dominan pekerja dan tingkat kerumitan, ditampilkan pada Tabel 2.

Pada Tabel 2 tersebut dapat dijelaskan bahwa aktivitas memproses komponen-komponen mayor seperti *bogie* lokomotif dan traksi motor, memiliki aktivitas *Therblig* yang rumit, sebab harus melakukan gerakan tangan (memproses komponen) dan badan (menyesuaikan dengan posisi benda kerja).

Cara mengatasi proses kerja yang rumit tersebut, dilakukan dengan tiga aspek (1) simplifikasi gerakan dalam bekerja, (2) penataan posisi peralatan kerja portabel yang dekat jangkauan tangan, (3) penataan fasilitas kerja yang cukup untuk mendukung proses kerja terkait. Untuk meniadakan gerakan tubuh yang lebih berat lagi (misalnya berpindah lokasi untuk

mengambil peralatan yang berbeda), diperlukan peralatan dalam *tool box* portabel, yang dapat diletakkan di sebelah kanan atau kiri operator. Jenis *tool box* yang cocok dapat dipilih berdasarkan kebutuhan minimal jenis peralatan yang digunakan dan harus memenuhi prinsip-prinsip *material handling*.⁴

c. Segi faktor fisika lingkungan kerja

Pada 5 parameter yang diukur di bengkel utama, hanya parameter sinar *ultra violet* dan pencahayaan saja yang masih di bawah Nilai Ambang Batas (NAB), sedangkan 3 parameter lainnya masih ada yang tidak memenuhi kriteria NAB. Pedoman penilaian ambang batas faktor fisika di tempat kerja mengacu pada Keputusan Menteri Tenaga Kerja Republik Indonesia, Nomor: Kep.51/Men/1999, Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja.⁵ Prinsip-prinsip yang harus dilakukan oleh penanggung jawab lingkungan fisik di Balai Yasa Yogyakarta dalam upaya memenuhi standar-standar NAB adalah dengan: (1) substitusi, dengan penggantian peralatan yang berisiko, (2) eliminasi, dengan mengisolasi penggunaan peralatan berisiko, (3) penggunaan Alat Perlindungan Diri/APD sebagai alternatif terakhir. Penjelasan ringkasnya ada pada Tabel 3.

Tabel 2. Pengelompokan pada *therblig* dan tingkat kerumitannya

Jenis stasiun kerja	Posisi tubuh yang direkomendasikan	Aktivitas dominan (<i>Therblig</i>)	Tingkat kerumitan
Pembongkaran <i>bogie</i> lokomotif	a. Duduk, punggung tegak b. Duduk bersandar, kaki bersila	- <i>Disassemble</i> - <i>Move</i>	Rumit
Rekondisi <i>bogie</i> lokomotif	a. Duduk, punggung tegak b. Berdiri, punggung tegak	- <i>Position</i> - <i>Hold</i>	Rumit
Bongkar pasang traksi motor	a. Berdiri, punggung tegak b. Duduk, punggung tegak	- <i>Disassemble</i> - <i>Assemble</i>	Rumit
Pengelasan komponen	Duduk, punggung tegak	- <i>Position</i> - <i>Inspect</i>	Simpel
Penggerindaan komponen	Duduk, punggung tegak	- <i>Pre position</i> - <i>Position</i>	Simpel
Pengelasan komponen	a. Duduk, punggung tegak b. Berdiri, punggung tegak c. Duduk, punggung tegak	- <i>Search</i> - <i>Inspect</i> - <i>Position</i>	Simpel
Pemasangan komponen	a. Duduk, punggung tegak b. Duduk, punggung tegak	- <i>Assemble</i> - <i>Position</i>	Rumit
<i>Finishing</i> (prapengecatan)	a. Duduk, punggung tegak b. Duduk, punggung tegak	- <i>Use</i> - <i>Position</i>	Rumit
Fasilitas kerja	Berdiri, punggung tegak	- <i>Inspect</i>	Simpel

Tabel 3. Pengendalian risiko bahaya faktor fisika dan tingkat kesulitannya

Parameter	Pengendalian risiko	Tingkat kesulitan
Kebisingan	- Pengurangan sumber bising - Pengecekan kualitas APD	Sulit
Iklim kerja	- Penataan ulang stasiun kerja - Penambahan peralatan penyejuk	Mudah
Sinar <i>ultra violet</i>	- Penataan ulang stasiun kerja - Pengecekan kualitas APD	Mudah
Pencahayaan	- Penataan ulang stasiun kerja - Penyesuaian sesuai standar	Mudah
Getaran mekanis	- Pengurangan sumber getaran - Penambahan peralatan peredam	Sulit

2. Durasi Waktu

Pada analisis jaringan kerja, khususnya segi durasi waktu pemeliharaan lokomotif diesel elektrik, dihasilkan jam kerja normal untuk 1 buah lokomotif, dengan total waktu proses rata-rata selama 143 jam. Hal ini dapat menjadi pedoman penyusunan standar metode dan posisi kerja tiap operator yang didasarkan durasi waktu proses pada masing-masing unit kerja, baik dalam kecepatan maupun ketelitian kerjanya. Meskipun demikian, pada kasus tertentu, durasi waktu standar ini tidak dapat digeneralisir pada setiap jenis proses kerja.

3. Hasil Audit SMK3 di Balai Yasa Yogyakarta

Audit SMK3 yang dilakukan di Balai Yasa Yogyakarta, hasilnya dapat memberikan gambaran riil tentang tingkat pelaksanaan program K3. Elemen yang dinilai dalam audit tersebut terdiri dari 12 nomor, mulai dari “pembangunan dan pemeliharaan komitmen” sampai dengan “pengembangan ketrampilan dan kemampuan”. Dari 166 nomor parameter dengan 12 kriteria dan 41 subkriteria, dihasilkan skor persentase pencapaian program K3 sebesar 11%. Skor tersebut didapat dari angka 54 (jumlah parameter yang masuk nilai “kesesuaian”), dibagi dengan angka 166 (jumlah nomor parameter total), dikalikan dengan 100%. Rielnya, $\frac{54}{166} \times 100\% = 11\%$. Pelaksanaan program K3 dengan skor tersebut tentulah sangat rendah, artinya program K3 belum dilaksanakan dengan baik dan benar.

Jika instrumen Daftar Periksa Audit SMK3 dilihat pada nomor kriteria 1.4. yang berisi tentang “keterlibatan dan konsultasi dengan tenaga kerja”,

maka dari 10 nomor, hasil auditnya adalah “ketidaksesuaian *major*” seluruhnya. Contoh hasil audit SMK3 ditampilkan pada Tabel 4.

Dari deskripsi pada tabel tersebut, diketahui bahwa kriteria mendasar pada nomor kriteria 1.4. adalah adanya kewajiban membentuk P2K3 yang menjalankan seluruh program K3 di industri, belum dijalankan di Balai Yasa Yogyakarta.

4. Gambaran Kondisi Lingkungan Kerja Balai Yasa Yogyakarta

Penyebab terjadinya kecelakaan akibat kerja di Balai Yasa Yogyakarta, meskipun dapat dipastikan bahwa faktor pekerjaanya (*unsafe action*) dominan sebagai penyebab, tetapi juga disertai oleh faktor peralatan dan lingkungan kerjanya (*unsafe condition*). Kedua faktor tersebut bahkan dapat bersama-sama menjadi penyebab kecelakaan akibat kerja. Berdasarkan observasi langsung yang didokumentasikan dengan alat perekam elektronik dan hasil penelitian sebelumnya, diperoleh deskripsi *visual* mengenai kondisi sistem dan lingkungan kerja yang tidak ergonomis, yang berisiko pada para pekerja.

Penyakit akibat kerja yang dapat terjadi di Balai Yasa Yogyakarta (sesuai observasi di *workshop*), dapat disebabkan oleh faktor-faktor fisika, kimia, biologi, dan ergonomi. Penyakit akibat kerja yang paling banyak terjadi di tempat tersebut adalah gangguan pendengaran akibat bising (faktor fisika) dan Infeksi Saluran Pernafasan Atas/ISPA (faktor kimia) akibat bahan-bahan gas dan uap.⁶ Pengukuran yang dilakukan pada 16 pekerja pada unit kerja *test room* dan *final test* (departemen LMATE dan LMATH)

Tabel 4. Hasil audit SMK3 Pada Nomor Kriteria 1.4

Nomor Kriteria	Kriteria	Kese-suaian	Ketidaksesuaian	
			Major	Minor
1.4.	Keterlibatan dan Konsultasi Dengan Tenaga Kerja		✓	
1.4.1.	Keterlibatan tenaga kerja dan penjadwalan konsultasi dengan wakil perusahaan yang ditunjuk didokumentasikan		✓	
1.4.2.	Dibuatkan prosedur yang memudahkan konsultasi mengenai perubahan-perubahan yang mempunyai implikasi terhadap K3		✓	
1.4.3.	Sesuai dengan peraturan perundangan perusahaan telah membentuk P2K3		✓	
1.4.4.	Ketua P2K3 adalah pengurus atau pimpinan puncak		✓	
1.4.5.	Sekretaris P2K3 adalah Ahli K3 sesuai dengan peraturan perundangan		✓	
1.4.6.	P2K3 menitikberatkan kegiatan pada pengembangan kebijakan dan prosedur untuk mengendalikan risiko		✓	
1.4.7.	P2K3 mengadakan pertemuan secara teratur dan hasilnya disebarluaskan di tempat kerja		✓	
1.4.8.	P2K3 melaporkan kegiatannya secara teratur sesuai dengan peraturan perundangan		✓	
1.4.9.	Apabila diperlukan, dibentuk kelompok-kelompok kerja dan dipilih dari wakil-wakil kerja yang ditunjuk sebagai penanggung jawab K3 di tempat kerjanya dan kepadanya diberikan pelatihan yang sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku		✓	
1.4.10.	Apabila kelompok-kelompok kerja telah terbentuk, maka tenaga kerja diberi informasi tentang struktur kelompok kerja tersebut		✓	

di Balai Yasa Yogyakarta, diperoleh hasil yaitu (1) sebanyak 10 pekerja mengalami gangguan pendengaran/tuli ringan pada telinga kanan, (2) sebanyak 5 pekerja mengalami gangguan pendengaran/tuli ringan pada telinga kiri, (3) terdapat hasil yang signifikan, bahwa tuli ringan tersebut disebabkan oleh paparan kebisingan yang tinggi di unit kerja tersebut, meskipun mereka telah menggunakan *earplug*.

Tingkat kebisingan pada departemen LMATE dan LMATH di Balai Yasa Yogyakarta menunjukkan angka 113 dB⁷, yang di dalam skala intensitas kebisingan⁸, telah termasuk dalam kriteria menulikan atau merusak pendengaran. Pekerjaan *final test* pada lokomotif dilakukan dalam waktu yang lama dan berulang secara periodik. Efek bising yang menulikan ini dirasakan juga oleh para pekerja yang berada di departemen sekitarnya, sampai jarak 60 meter.

Penyebab gangguan kesehatan dari faktor kimia adalah dari jenis gas dan uap. Data penyakit akibat kerja di Balai Pengobatan Balai Yasa Yogyakarta⁹, dapat diketahui bahwa penyebab ISPA yang terjadi adalah oleh penggunaan bahan-bahan kimia dalam proses kerja. Bahan kimia yang banyak dipakai adalah timah hitam, timah putih, seng, bensin, asetilen, berbagai jenis minyak pelumas, dan sejenisnya. Sampai saat ini, pemakaian bahan-bahan kimia tersebut tetap berlangsung, dan kondisi tempat kerjanya juga belum berubah. Alat-alat perlindungan diri seperti masker, *cartridge*, dan *respirator*, tidak nampak dipakai di tempat kerja. Paparan yang terus-menerus di tempat kerja tersebut jelas telah menjadi penyebab ISPA pada para pekerja yang menggunakan bahan-bahan berbahaya itu. Paparan dari faktor kimiawi tersebut seharusnya dapat segera diatasi agar terwujud kesehatan kerja yang sesungguhnya. Adapun faktor biologi, sejauh ini tidak ditemukan sebagai penyebab penyakit akibat kerja.

Penyebab penyakit akibat kerja dari faktor ergonomi adalah tata letak mesin dan lingkungan kerja yang buruk. Efek langsung dari pengaruh ini adalah stres kerja (*occupational stress*) yang mengakibatkan kelelahan, kewaspadaan menurun, dan melakukan gerakan-gerakan yang salah. Hal tersebut, selain menyebabkan stres kerja, juga dapat menyebabkan kelelahan kerja, dan akibat fatalnya adalah kecelakaan kerja. Dalam *World Health Organization*¹⁰, disebutkan bahwa lingkungan kerja yang berbahaya dan menimbulkan stres kerja adalah yang paling tidak mempunyai indikasi (1) tempat kerja yang basah dan kotor, (2) risiko kecelakaan kerja, (3) tempat kerja yang panas atau dingin, (4) perubahan suhu pada jam kerja, (5) pencahayaan

yang buruk. Kondisi lingkungan kerja di Balai Yasa Yogyakarta memungkinkan terjadinya stres kerja pada para pekerja, meskipun minimal pada stres ringan. Implikasi dari terjadinya stres kerja dan kelelahan kerja adalah produktivitas kerja yang menurun.

Program-program perawatan kesehatan harus dirancang untuk melindungi para pekerja dari timbulnya penyakit akibat kerja. Pendidikan dan penyuluhan K3 bertujuan untuk mendorong para pekerja dalam menerima dan melanjutkan kebiasaan kerja yang selamat, sehat, aman, dan nyaman, dengan menggunakan perlengkapan kerja yang tepat, dan membuat kesepakatan diantara para pekerja sendiri (secara individual dan kolektif) untuk melindungi kesehatan mereka dan memperbaiki kondisi kerja.¹¹ Prinsip dan praktik kesehatan kerja, juga sifat-sifat bahaya bagi kesehatan yang dapat terjadi di tempat kerja, hendaknya diajarkan kepada para pekerja. Pendidikan kesehatan bagi para pekerja tersebut dapat diberikan melalui program-program latihan ketrampilan sebelum memulai bekerja, maupun ketika pekerjaan telah dilakukan.

5. Sistem Manajemen K3 di Balai Yasa Yogyakarta

Sampai saat penelitian ini dilakukan, di Balai Yasa Yogyakarta belum dibentuk suatu unit kerja atau ditunjuk sekelompok personal yang secara khusus menangani K3 (seharusnya telah dibentuk organisasi Panitia Pembina Keselamatan dan Kesehatan Kerja/P2K3). Jika dilihat pada struktur organisasi Balai Yasa Yogyakarta¹², tidak terlihat adanya suatu unit kerja yang menangani persoalan K3, sehingga dapat diketahui bahwa manajemen K3 belum dilaksanakan secara mandiri dengan keterlibatan aktif oleh setiap pekerja di pabrik tersebut. Saat ini, organisasi yang menjadi pelaksana program K3 di Balai Yasa Yogyakarta adalah Subseksi Hiperkes dan Keselamatan Kerja yang merupakan unit kerja di bawah PT Kereta Api (Persero) Daerah Operasi (Daop) VI Yogyakarta. Unit kerja tersebut menjalankan program K3 bagi seluruh kegiatan operasional kereta api yang meliputi seluruh sistem kerja operasi di Daop VI, sehingga cakupan kegiatannya tidak hanya khusus di Balai Yasa Yogyakarta saja.

Balai Yasa Yogyakarta dalam menjalankan program K3 memedomani Keputusan Direksi PT Kereta Api (Persero) Nomor: Kep.U.KP.501/XI/7/KA-2000, Tentang Pedoman Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Lingkungan PT Kereta Api (Persero). Jika ditelaah, sebenarnya keputusan direksi yang terdiri dari 8 pasal tersebut telah

memenuhi keinginan yang memadai dalam mewujudkan K3 di industri perkeretaapian. Namun, seperti yang tertulis pada pasal 7 keputusan tersebut, persoalan K3 pada seluruh unit kerja di PT Kereta Api (Persero) menjadi tanggung jawab Kepala Subseksi Hiperkes dan Keselamatan Kerja di setiap Daop.¹³ Oleh sebab luasnya persoalan yang ditangani di dalam pekerjaan ini (meliputi berbagai stasiun, depo pemeliharaan, kantor dinas operasi, Balai Yasa, dan yang terluas berada di lintasan operasi), maka penanganan persoalan K3 tidak tercakup secara baik. Keterbatasan jumlah ahli K3 dan kapabilitasnya di industri ini menjadi kendala dalam implementasi standar K3.

Upaya pencegahan kecelakaan pada sistem perkeretaapian telah digariskan oleh pihak manajer PT Kereta Api (Persero). Salah satu dari empat hal yang diperbaiki bagi pencegahan kecelakaan dalam jangka pendek pada sistem perkeretaapian adalah peningkatan kualitas sumberdaya manusia atau pegawainya.¹⁴ “Pengawasan terhadap kedisiplinan dalam penggunaan regulasi yang berlaku”, adalah hal penting yang dilakukan di industri tersebut. Hal ini disadari pentingnya bagi kehandalan sistem kerja perkeretaapian, tetapi nampaknya hal tersebut masih berat untuk dapat cepat dilaksanakan oleh pihak manajer. Faktor-faktor penghambatnya terlalu kompleks, sehingga perlu diatasi secara optimal.

6. Implementasi SMK3 Bagi Masa Depan Balai Yasa Yogyakarta

Balai Yasa PT Kereta Api (Persero) Yogyakarta untuk jangka waktu ke depan sangat memiliki peluang institusional yang besar, sehingga sudah semestinya dipikirkan menjadi institusi bisnis bagi industri perkeretaapian di Indonesia. Mestinya Balai Yasa Yogyakarta yang memiliki fasilitas pemeliharaan lokomotif diesel dan kereta rel diesel yang lengkap, dapat pula menjadi pusat unggulan industri kereta api di Indonesia. Secara kompetitif, industri yang dikembangkan di Balai Yasa Yogyakarta sebagai industri jasa pemeliharaan permesinan yang standar.

Modernisasi jenis lokomotif juga telah dilakukan secara signifikan, misalnya dengan pengoperasian Lokomotif Diesel Elektrik (DE) nomor seri CC 204 (salah satu lokomotif terancang di Indonesia) dengan teknologi AC-DC, menggunakan sistem kontrol digital dengan *micro-processor*, seperti yang digunakan di Amerika Serikat dan Kanada.¹⁵ Tentunya pemeliharaan terhadap lokomotif jenis mutakhir tersebut memerlukan pabrik pemelihara yang handal pula, sehingga Balai Yasa Yogyakarta harus mampu melakukan pemeliharaan standar, seperti halnya

yang ada di negara-negara maju. Segi K3 dalam *maintenance processing* menjadi penentu kehandalan mutu produk itu sendiri. Terkait dengan unit kerja K3 yang diperlukan oleh industri sebesar Balai Yasa Yogyakarta, pernyataan penting yang perlu ditulis adalah, “Ketinggalan zaman jika saat ini aspek K3 di industri yang kompleks hanya diurus oleh suatu bentuk kepanitiaan, melainkan harus menjadi kebutuhan reguler dan wajib dikerjakan oleh unit kerja struktural yang mandiri”.¹⁶

Pada tahun 2010 ini Direksi PT Kereta Api (Persero) telah melakukan pembicaraan dengan pihak Manajer *General Electric (GE)* dan *General Motor (GM)* dari Amerika Serikat, tentang pembelian 160 unit lokomotif baru.¹⁷ Pembelian ini dimaksudkan sebagai program peremajaan lokomotif di Indonesia yang hampir semuanya telah berusia tua (lebih dari 30 tahun). Hal ini tentu sangat menggembirakan bagi masyarakat, sebab implikasinya akan dapat menjamin kualitas pelayanan perkeretaapian di Indonesia. Keberadaan 160 unit lokomotif baru, tumpuan utama tanggung jawab pemeliharaannya ada pada Balai Yasa Yogyakarta, sehingga “kehandalannya akan ditentukan proses kerja para pekerjanya”.

Dalam Undang-undang Republik Indonesia (UURI) Nomor: 23/2007, Tentang Perkeretaapian, pada bagian ketiga (“perawatan sarana perkeretaapian”), pasal 114 ayat 5, disebutkan bahwa pelaksanaan perawatan sarana perkeretaapian agar tetap laik operasi, dilakukan di balai yasa dan/atau di depo.¹⁸ Penjabaran lebih lanjut dari undang-undang tersebut tertuang dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, Nomor: 56/2009, Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian. Berdasarkan pada fungsi utama Balai Yasa Yogyakarta yang menjadi pusat pemeliharaan lokomotif diesel se-Jawa, bahkan “disiapkan untuk se-ASEAN”¹⁹, maka kesiapan total dalam segala jenis sistem produksinya, terutama “teknik tata cara kerjanya” harus dilakukan secara optimal.

Sistem Manajemen K3 merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari manajemen industri secara utuh. Secara konsep, SMK3 pada setiap industri di Indonesia didasarkan pada Peraturan Menteri Tenaga Kerja, Nomor: Per.05/Men/1996, tentang SMK3. Adanya penerapan peraturan tersebut diharapkan dapat memperbaiki kehandalan sistem kerja industri. Balai Yasa Yogyakarta sebagai industri pusat pemeliharaan lokomotif yang sangat vital dan menentukan di Indonesia, pada konteks riil saat ini belum menerapkan SMK3, sehingga dalam skala mikro yang terjadi adalah suatu bentuk sistem kerja tidak ergonomis. Keterkaitan antara sistem kerja yang ergonomis dengan penerapan SMK3 adalah

pada “payung’ kebijakan SMK3 yang diimplementasikan secara manajerial maupun teknis”, sehingga menghasilkan “sistem kerja yang ergonomis (berstandar K3)”. Pada rumusan lainnya, “kebijakan makro akan menentukan realitas mikro”.

Penerapan SMK3 oleh Balai Yasa Yogyakarta semestinya harus segera dilakukan. Pada Peraturan Menteri Tenaga Kerja, Nomor: Per.05/Men/1996, tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3), bab II, pasal 2, disebutkan²⁰: “Tujuan dan sasaran SMK3 adalah menciptakan suatu sistem keselamatan dan kesehatan kerja di tempat kerja, dengan melibatkan unsur manajemen, tenaga kerja, kondisi, dan lingkungan kerja yang terintegrasi, dalam rangka mencegah dan mengurangi kecelakaan dan penyakit akibat kerja, serta terciptanya tempat kerja yang aman, efisien, dan produktif.” Bidang perkeretaapian di Indonesia saat ini tertinggal dalam penerapan SMK3.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada sembilan stasiun kerja yang dipilih dengan mewakili karakteristik lengkap seluruh proses kerja, diketahui metode dan posisi kerja para operator, hampir seluruhnya tidak ergonomis. Wujud tidak ergonomisnya stasiun-stasiun kerja tersebut adalah gerakan dan posisi kerja para pekerjanya tidak memenuhi standar yang ditentukan oleh parameter yang terdapat dalam *software* komputer program OWAS dan RULA. Hal tersebut berisiko terjadinya (a) kecelakaan akibat kerja, (b) penyakit akibat kerja.

Secara umum, perlu perubahan total pada posisi tubuh para operator menjadi dua bentuk standar, yaitu (a) posisi berdiri, (b) posisi duduk, keduanya dengan punggung yang tegak lurus. Baik pada posisi berdiri maupun duduk, harus dihindari sikap kerja dengan (a) badan membungkuk atau tulang punggung melengkung, (b) gerakan dan posisi kedua tangan yang tidak stabil, (c) benda kerja yang terlalu jauh dari posisi badan, (d) posisi kerja berjongkok. Penambahan fasilitas kerja berupa kursi kecil dan meja kerja yang ergonomis perlu dilakukan.

Pada analisis jaringan kerja, khususnya segi durasi waktu pemeliharaan lokomotif DE, dihasilkan jam kerja minimal untuk 1 buah lokomotif, dengan total waktu proses rata-rata selama 143 jam. Pada hasil audit SMK3, skor kesesuaian antara kondisi riil Balai Yasa Yogyakarta dengan parameter standar pada Daftar Periksa Audit SMK3 hanya sebesar 11%. Skor tersebut rendah sekali, sebab sistem kerja di Balai Yasa Yogyakarta belum sepenuhnya menerapkan program K3 (hanya menerapkan K3 secara parsial dengan porsi yang kecil, belum menerapkan SMK3). Ketiadaan P2K3 di Balai Yasa

Yogyakarta adalah penyebab utama tidak dilaksanakannya program K3 yang riil.

Saran ditujukan kepada: (1) Direktur Utama PT Kereta Api (Persero), agar membuat kebijakan bagi pembentukan unit-unit kerja mandiri (jika memungkinkan agar masuk dalam wilayah struktural organisasi) yang mengelola program K3 pada berbagai Unit Pelaksana Teknis (UPT) di lingkungan industrinya, dengan pendanaan yang memadai, dan mengintegrasikan manajemen K3 dalam manajemen industri total. (2) Kepala Balai Yasa PT Kereta Api (Persero) Yogyakarta, agar membuat kebijakan dalam hal (a) penentuan standarisasi kerja bagi para pekerja atau operator mesin yang ditetapkan dengan gerakan dan posisi kerja yang baku, untuk menjaga dan meningkatkan produktivitas, demi terjaminnya kehandalan sistem produksi, (b) penyiapan semua perangkat keras dan lunak untuk disesuaikan dengan standar-standar yang terdapat dalam Permenaker Nomor: Per.05/Men/1996, Tentang SMK3, secara menyeluruh, (c) pembudayaan K3 dalam aspek manajerial maupun aspek teknis operasional dengan program yang riil bagi seluruh pekerja kebalaiyasaan Yogyakarta, (d) menjadikan “*safety is first*” dan “*zero accident*” menjadi slogan yang membudaya dan mudah diaplikasikan oleh segenap pekerja.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada (1) Kepala Balai Yasa Yogyakarta yang telah memberikan izin dan segenap bantuan bagi selesainya penelitian tingkat disertasi ini, (2) segenap Karyawan Balai Yasa Yogyakarta yang telah membantu dalam berbagai bentuk bantuan, sehingga penelitian ini dapat selesai.

KEPUSTAKAAN

1. Hariyono W. Manajemen Risiko di PT Kereta Api Indonesia. Suatu Wacana Pengembangan Bagi Sistem Balai Yasa Kereta Api. Dalam: Stabilitas, Majalah Manajemen Risiko dan Keuangan, 2007; Edisi ke-17 (April): 33—6.
2. Hariyono W. Tata Letak Pabrik (Plant Layout) yang Ergonomis Bagi Keseimbangan Sistem Manusia-Mesin (Human-Machine Systems) di Balai Yasa Perumka Yogyakarta. Tesis. Program Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 1999.
3. Laboratorium Ergonomi. Modul Praktikum Ergonomi 2006-2007. Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2006.
4. Lab Safety Supply Inc. Material Handling. Janesville, 2004.

5. Tim Redaksi Nuansa Aulia. Himpunan Peraturan Perundang-undangan Republik Indonesia. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Disertai Dengan Peraturan Perundangan yang Terkait. Penerbit Nuansa Aulia, Bandung, 2008.
6. Unit Pemeriksaan Kesehatan Balai Yasa Yogyakarta. Laporan Penyakit Khusus (Pegawai). PT Kereta Api (Persero) Daerah Operasi VI Yogyakarta, Yogyakarta, 2010.
7. Hariyono W. Tata Letak Pabrik (Plant Layout) yang Ergonomis Bagi Keseimbangan Sistem Manusia-Mesin (Human-Machine Systems) di Balai Yasa Perumka Yogyakarta. Tesis. Program Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 1999.
8. Sutalaksana IZ, Anggawisastra R, dan Tjakraatmadja JH. Teknik Tata Cara Kerja. Departemen Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 1979.
9. Hariyono W. Tata Letak Pabrik (Plant Layout) yang Ergonomis Bagi Keseimbangan Sistem Manusia-Mesin (Human-Machine Systems) di Balai Yasa Perumka Yogyakarta. Tesis. Program Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 1999.
10. World Health Organization. Penuaan dan Kapasitas Kerja. Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta, 1996.
11. World Health Organization. Deteksi Dini Penyakit Akibat Kerja. Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta, 1995.
12. Unit Pelaksana Teknis Balai Yasa Yogyakarta. Selayang Pandang Balai Yasa Yogyakarta. PT Kereta Api (Persero), Yogyakarta, 2005.
13. Unit Pelaksana Teknis Balai Yasa Yogyakarta. Selayang Pandang Balai Yasa Yogyakarta. PT Kereta Api (Persero), Yogyakarta, 2005.
14. Wahyudi R. Album Perjalanan PT Kereta Api. 63 Tahun Mengabdikan. PT Kereta Api (Persero) dan CV Cipta Karya Mandiri, Jakarta, 2008.
15. Hartono. Lokomotif dan Kereta Rel Diesel di Indonesia. PT Ilalang Sakti Komunikasi, Depok, 2008.
16. Hariyono W. The Concept of Establishing Autonomous Occupational Safety and Health in Hospitals: An Abstraction Proposal. *Journal of Human Ergology*, 2007; Volume 36 (December), Number 2: 69—74.
17. Detikcom. PT Kereta Api (Persero) Berniat Beli 150 Lokomotif Baru dari Amerika Serikat [Internet]. Jakarta. Detikcom, Jumat, 22 Januari 2010. Tersedia dalam: www.detik.com [Diakses 24 Januari 2010].
18. Tim Redaksi Nuansa Aulia. Himpunan Peraturan Perundang-undangan Republik Indonesia. Perkeretaapian. Undang-undang Republik Indonesia, Nomor 23, Tahun 2007. Disertai Dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, Nomor 56, Tahun 2009, Tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian. Penerbit Nuansa Aulia, Bandung, 2009.
19. Haryanto D, dan Yanuarika M. Balai Yasa Kereta Api Yogyakarta. Siap Jadi Bengkel Lokomotif se-ASEAN. Dalam: *Majalah Kereta Api (KA)*, 2010; Edisi ke-42 (Januari): 6—9.
20. Direktorat Jenderal Pembinaan Hubungan Industrial dan Pengawasan Ketenagakerjaan. Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor: Per.05/Men/1996, Tentang Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Departemen Tenaga Kerja Republik Indonesia, Jakarta, 1996.