

ANALISIS ERGONOMI KABIN MASINIS DI LOKOMOTIF CC203 DITINJAU DARI ASPEK DISPLAY DAN KONTROL

Yusfran Sitio

yusfransitio@gmail.com

Dr. Ratna Purwaningsih, ST. MT.

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

ABSTRACT

The train is one of public transportation that is needed by the community. According to data from the Directorate General of Railways still frequent railway accidents, the data show in the time span between the years 2004-2010 occurred 700 accidents. From the data of the accident, the ergonomic analysis to identify the ergonomic factors in the cabin machinist in this case is a machinist working environment. The assessment is to identify workplace ergonomics engineer in the research are CC203 locomotive machinist cabin has been designed according to ergonomic aspects. In this study the ergonomic aspects to be discussed or analyzed is the ergonomic aspects of display and control. Assessment or analysis of the ergonomic aspects of display and control is done with ergonomics checklist. The results of this study the ergonomic aspects of display and control are not appropriate and need improvement is on the ergonomics of the display, the aspect that has not been appropriate and in need of repair, namely: function display, placement displays, and labeling the display, and the ergonomic aspects control, the aspect that has not been appropriate and require improvement are: dimensional control, design and placement control, and labeling control. From the results of the ergonomics checklist is then made design improvements, the aspects of the display, to design the display of display indicator indicates a malfunction of tau error control. design display layout, and design a label for the display, whereas the control aspect, the design of repairs carried out on the dimensions of the lever on the locomotive CC203 diameter to 46.5 mm diameter in accordance with anthropometric data's hand with 5% percentile, improved forms of control, and labeling of control .

Keywords: Train, Locomotive CC203, Cabin Machinist, Ergonomics, Display, Control, Athropometri.

ABSTRAK

Kereta api merupakan salah satu transportasi publik yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat dengan jumlah penumpang yang banyak dan juga pertumbuhan penumpang yang selalu meningkat. Sesuai dengan data dari Direktorat Jendral Perkeretaapian masih sering terjadi kecelakaan kereta api, data menunjukkan dalam rentang waktu antara tahun 2004-2010 terjadi 700 peristiwa kecelakaan. Dari data kecelakaan tersebut, maka dilakukan analisis ergonomi untuk mengidentifikasi atau melihat faktor ergonomi pada kabin masinis dalam hal ini merupakan lingkungan kerja masinis. Penilaian dengan ergonomi yaitu mengidentifikasi lingkungan kerja masinis dalam penelitian ini yaitu kabin masinis Lokomotif CC203 telah didesain dengan sesuai dengan aspek ergonomi. Dalam penelitian ini aspek ergonomi yang akan dibahas atau dianalisis adalah aspek ergonomi *display* dan *control*. Penilaian atau analisis aspek ergonomi *display* dan *control* dilakukan dengan ergonomi *cheklist*. Pada hasil penelitian ini aspek ergonomi *display* dan *control* yang belum sesuai dan memerlukan perbaikan adalah pada ergonomi *display*, aspek yang belum sesuai dan memerlukan perbaikan yaitu: fungsi *display*, penempatan *display*, dan pelabelan *display*, dan pada aspek ergonomi *control*, aspek yang belum sesuai dan memerlukan perbaikan yaitu: dimensi *control*, desain dan penempatan *control*, dan pelabelan *control*. Dari hasil *cheklist* ergonomi tersebut maka dilakukan rancangan perbaikan, pada aspek *display*, dilakukan perancangan *display* berupa *display* indikator yang menunjukkan malfungsi tau error sebuah *control*. perancangan tata letak *display*, dan merancang label untuk *display*, sedangkan pada aspek *control*, dilakukan rancangan perbaikan pada dimensi diameter tuas pada

lokomotif CC203 menjadi 46,5 mm sesuai dengan data antropometri diameter genggam tangan dengan persentil 5%, perbaikan bentuk *control*, dan pelabelan *control*.

Kata kunci: Kereta api, Lokomotif CC203, Kabin Masinis, Ergonomi, *Display*, *Control*, *Athropometri*.

1. PENDAHULUAN

Penelitian ini membahas tentang analisis ergonomi pada kabin masinis lokomotif CC203 ditinjau dari aspek ergonomi display dan kontrol. Kereta api merupakan salah satu transportasi publik yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat dan dengan jumlah penumpang yang banyak dan juga pertumbuhan penumpang yang semakin meningkat. Dalam kurun waktu 2004-2010 terdapat setidaknya 700 Peristiwa Luar Biasa Hebat (PLH), di mana 75% merupakan kejadian anjlog/terguling, 5% merupakan tumbukan antar KA, dan sisanya merupakan tabrakan kereta dengan kendaraan bermotor pada perlintasan.

Penelitian ini bertujuan untuk;

1. mengidentifikasi apakah display dalam lingkungan kerja telah didesain sesuai dengan prinsip Ergonomi sehingga informasi yang disampaikan kepada operator atau masinis dapat tersampaikan dengan benar dan tepat.
2. mengidentifikasi control yang digunakan operator, apakah diletakkan sesuai dengan prinsip ergonomis, agar operator dapat menjalankan control dengan nyaman.
3. menganalisa antropometri di ruang kerja kabin masinis kereta api telah sesuai dengan data antropometri operator atau data antropometri orang Indonesia.

Dari survey awal dan wawancara langsung dengan masinis kabin lokomotif terdapat beberapa kesulitan yang dialami masinis dalam mengoperasikan lokomotif seperti:

- Kesulitan membaca informasi yang ditampilkan oleh display yang terdapat di kabin masinis
- Kesulitan mengoperasikan tuas-tuas untuk melakukan pengereman dan pemberhentian lokomotif, dikarenakan simbol dan label yang tidak ada, dan kadang tidak berfungsi optimal
- Suara dan getaran mesin yang mengganggu saat mengoperasikan lokomotif

- Kesulitan masinis dalam membaca instruksi-instruksi yang terdapat di kabin, dikarenakan jarak antara instruksi dan masinis, dan font instruksi dibuat dengan ukuran kecil
- Sering salah mengoperasikan switch lampu karena bentuk yang sama, dan tidak ada label atau simbol.

Aspek-aspek yang dianalisis atau diamati yaitu:

- Aspek Display, yang dianalisis yaitu:
 - Penggunaan warna dalam Display
 - Penempatan Display
 - Grouping Display
 - Fungsi Display
 - Pelabelan Display
- Aspek Control, yang dianalisis yaitu:
 - Dimensi Control
 - Penempatan Control
 - Pengoperasian Control
 - Fungsi Control
 - Pelabelan Control

2. DASAR TEORI

Ergonomi dimaksudkan sebagai disiplin keilmuan yang mempelajari manusia dalam kaitannya dengan pekerjaan. Istilah ergonomi lebih populer dipergunakan oleh beberapa negara Eropa Barat. Di Amerika istilah ini lebih dikenal sebagai "*human factors engineering*" atau "*human engineering*". Demikian pula ada banyak istilah lainnya yang secara praktis mempunyai maksud yang sama seperti *Biomechanics*, *Biotechnology*, *Engineering Psychology*, atau *Arbelts wissensschaft* (Jerman) (Wignjosobroto,2003). [1]

Salah satu prinsip penting yang harus selalu digunakan adalah prinsip *fitting the job to the man*. Hal ini mengandung pengertian bahwa pekerjaan haruslah disesuaikan dengan kemampuan dan keterbatasan manusia, sehingga output yang dicapai dapat lebih baik.

Penerapan ergonomi pada rancangan perbaikan memiliki berbagai keunggulan dengan penilaian dengan metode lain:

- Keahlian ergonomis digunakan dengan cara yang konstruktif (fokus pada perbaikan) bukannya cara mengevaluasi (fokus pada apa yang salah)
- Desain dirancang secara objektif (verifikasi dan validasi) yang dilakukan secara paralel, bukan serial (mungkin dengan beberapa iterasi), yang merupakan efisien waktu
- Penggunaan yang optimal dari semua pihak yang terlibat (ergonomi, desain,)
- Desain dilakukan secara berkesinambungan (Seidl, A. and Bubb, H.. 2005) [2]

Dari sudut pandang ergonomi kabin masinis dan karakteristiknya mewakili elemen penting yang harus dipertimbangkan dalam proses perencanaan kereta api selama operasi. Interior kabin harus dirancang sedemikian rupa sehingga tingkat keamanan, efisiensi dan kenyamanan kerja pengemudi terjamin. Fungsi kemudi dicapai dengan melakukan gerakan-gerakan singkat yang tidak memerlukan ketelitian atau kecepatan. Pengambilan keputusan yang cepat dalam situasi yang mungkin tabrakan (seperti kendala tak terduga di lintasan), mengemudi di malam hari atau dalam kondisi cuaca buruk, dan dikombinasikan dengan kebutuhan membuat keputusan yang benar dari situasi dan reaksi yang benar. (Grabarek, Iwona, 2002) [3]

2.1 DISPLAY

Display memberikan informasi kepada operator mengenai status dari peralatan. Display dapat berupa alat peraga (misalnya cahaya, skala, alat penghitung, CRT, atau flat panel), *auditory*-yang berhubungan dengan pendengaran (bel, klakson, bunyi, atau rekaman suara), atau *tactile*-sesuatu yang dapat dirasakan (seperti bentuk tombol atau tulisan Braille). Label dan instruksi atau peringatan juga merupakan jenis dari display (Kroemer, 2001). [4]

Display menampilkan data bagi pengguna yang ditampilkan dalam bentuk informasi. Data dibedakan menjadi dua yaitu

data statis dan data dinamis. Data statis tidak berubah seiring waktu. Contohnya adalah tabel, grafik, buku, formulir, peta. Sedangkan data dinamis adalah data yang tampilannya berubah seiring waktu (Pulat, 1992). [5]

Menurut Kroemer (2001) [4], petunjuk yang berlaku untuk penempatan dan penyusunan display adalah:

- Display dalam daerah pandangan normal operator, dengan permukaan yang tegak lurus dengan garis pandangan.
- Hindari cahaya yang menyilaukan.
- Susunlah display sehingga operator dapat menempatkan dan mengidentifikasi dengan mudah tanpa melakukan pencarian yang tidak penting.
- Kelompokkan display berdasarkan fungsi atau secara beruntun sehingga operator dapat menggunakan dengan mudah.
- Pastikan bahwa seluruh display diterangi atau terang, diberi kode, diberi label berdasarkan fungsinya dengan tepat

Beberapa panduan penggunaan warna pada display :

- Warna dari karakter alphanumerik harus kontras secara tajam dengan *background*
- Biru (lebih baik yang biru muda) adalah warna yang bagus untuk *background* dan bentuk -bentuk yang besar. Biru seharusnya tidak digunakan untuk teks, garis tipis, atau bentuk kecil.
- Merah dan hijau seharusnya tidak digunakan untuk simbol kecil dan bentuk kecil dalam sebuah area *display* yang besar.
- Warna yang berlawanan (contoh, merah dan hijau, atau kuning dan biru) berdekatan satu dengan yang lainnya atau dalam suatu hubungan obyek *background* kadang-kadang bermanfaat dan kadang – kadang mengganggu. Tidak ada panduan umum yang dapat diberikan.
- Gunakan bentuk bersama dengan warna untuk isyarat (misal, membuat seluruh simbol segitiga kuning, seluruh simbol lingkaran hijau, dan seluruh simbol persegi merah). Pengkodean membuat *display* lebih dapat diterima oleh pemakai yang buta warna.

- Meningkatnya jumlah warna, meningkat pula ukuran kode objek dengan warna-warna tersebut.

Sudut tata letak display dirancang dengan kemiringan 37 derajat kebelakang untuk vertikal dengan pandangan tegak lurus pada layar untuk masinis rata-rata. (UIC 651. 2002) [6]

2.2 KONTROL

Kontrol adalah alat (mekanik, elektromagnetik) yang mengubah output manusia menjadi input mesin. Kontrol berperan sebagai interface antara mesin/alat dan pengguna. Desain kontrol yang ergonomis menjamin penggunaan yang efektif dengan error minimum (Pulat, 1992). [5]

Menurut Nurmiyanto (1996) [7] sistem kontrol dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang membahas tindakan manusia untuk merubah keadaan mesin. Sistem kontrol dapat dihubungkan dengan permesinan, *pneumatik*, *hidrolik*, atau sistem elektrik. Sistem kontrol seringkali dirancang untuk membuat mesin menjadi lebih canggih dibandingkan manusia. Beberapa kesalahan umum pada perancangan sistem kontrol adalah :

- Fungsi kontrol tidak jelas.
- Membutuhkan terlalu banyak cara pengoperasian.
- Petunjuk pengoperasian yang tidak standard dan tidak layak.
- Lokasi yang tidak semestinya agar pengontrolan mesin mudah diamati.
- Dapat dioperasikan dengan kurang hati-hati.
- Tidak ada umpan balik atas pengoperasian kontrol.
- Dalam posisi yang tidak standar.

Untuk keperluan ruang yang tersedia, desain verifikasi dan validasi dari tata letak utama kabin pengemudi disajikan. tempat kerja pengemudi terutama ditentukan oleh tiga prinsip dimana $1 + 2 =$

3; yaitu dukungan tubuh diperlukan berikut dari garis penglihatan dan operasi kontrol:

1. Pandangan ke trek dan pada layar (garis pandang)

2. Operasi kontrol dengan tangan dan kaki

3. Mendukung tubuh dalam posisi mengemudi / posisi kerja (Miglianico, D. 2010). [8]

Pelabelan

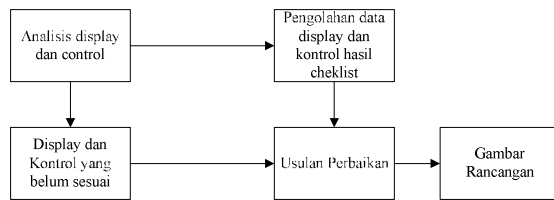
- Label harus dirancang untuk dapat bertahan lama dan kerusakan minimal di bawah kondisi operasi normal.
- Gunakan kata-kata dan singkatan yang umum dikenal dan mudah dimengerti pengguna.
- Instruksi harus mudah dilihat.
- Kata-kata label atau instruksi harus singkat.
- Label harus terletak di sebelah atau di kontrol.
- Tanda-tanda Bahaya harus menggunakan tulisan putih pada latar belakang merah

Sebagai elemen tambahan yang mempengaruhi kerja driver kereta berikut diidentifikasi:

- akses mudah ke jalur kereta api untuk personel yang tidak sah, yang memiliki dampak negatif pada kinerja naik kereta api,
- lampu yang tidak memadai (pencahayaan yang buruk) dari kendaraan rel memiliki dampak negatif pada perjalanan kereta api,
- kondisi cuaca (seperti kabut, badai, hujan es, matahari, hujan, salju, es) memiliki medium untuk sangat mengganggu mempengaruhi naik kereta api,
- fasilitas penerangan di sepanjang jalur kereta api memiliki efek yang sangat mengganggu pada mengemudi dan kontrol dari kereta. (Metod Žnidarič, 2009) [9]

3. METODOLOGI PENELITIAN

. Langkah-langkah untuk memperjelas dan menuntun proses penelitian agar tujuan penelitian yang diinginkan dapat tercapai dengan baik. Pada penelitian ini terdapat tahapan yang akan dilakukan, yaitu:



Gambar 1. Metode Penelitian

Analisis display dan kontrol dilakukan dengan menganalisa display dan kontrol pada kabin masinis lokomotif CC203 untuk melihat aspek display dan kontrol yang belum sesuai dengan pedoman ergonomi. Pengumpulan data dilakukan dengan metode *checklist* dengan membandingkan display dan kontrol yang terdapat pada kabin masinis dengan pedoman ergonomi display dan kontrol. Dari hasil checklist tersebut, maka display dan kontrol pada kabin masinis yang belum sesuai. Display dan kontrol yang belum sesuai dilakukan rancangan perbaikan. Dari keseluruhan rancangan perbaikan maka dibuat suatu gambar rancangan perbaikan dari display dan kontrol.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini merupakan alat kontrol dan display yang paling sering digunakan oleh masinis dan paling penting untuk diketahui pengoperasiannya oleh masinis untuk menjalankan lokomotif:

- Tuas Rem Dinamik
- Throttle Handle
- Tuas Reverser
- Tuas Reverser
- Tuas Rem rangkaian
- Tuas Klakson
- Tombol sander
- Display indikator radio dan jam
- GPS (*Global Positioning System*) speedmeter
- Display Speedmeter, fuel pressure, dan brake pressure
- Deadman pedal

Dari hasil wawancara dan observasi langsung permasalahan aspek yang terdapat lokomotif CC203 yang masih kurang atau sulit untuk dioperasikan masinis.

1. Display atau tampilan layar
2. Indikator dari sistem kontrol
3. Keterangan dan bentuk desain kontrol

4. Bentuk, letak dan ukuran tuas pada panel control
5. Letak Panel Kontrol

Dari hasil checklist display dan kontrol yang dilakukan pada kabin masinis berdasarkan aspek atau pedoman ergonomi display dan kontrol (Kroemer dkk, 2001)[4], diperoleh hasil checklist yaitu terdapat beberapa ketidaksesuaian terhadap aspek atau pedoman ergonomi dan memerlukan perbaikan sesuai dengan aspek ergonomi.

4.1 Usulan Rancangan Perbaikan Display

- Aspek Fungsi Display

Lokomotif tidak memiliki display untuk menunjukkan kerusakan, error atau malfungsi. Usulan perbaikan atau solusi alternatif yang disarankan yaitu, merancang display berupa indikator untuk menunjukkan error atau malfungsi, misalnya pada fungsi sander, deadman pedal, dan lampu.

Indikator dapat dirancang berupa lampu indikator yang menunjukkan bahwa kontrol berfungsi atau tidak yang ditunjukkan dengan lampu indikator menyala atau tidak dan setiap lampu indikator diberi label sehingga masinis dapat memperoleh informasi dengan akurat. Warna pada lampu indikator menggunakan warna yang cerah dan kontras terhadap background sehingga masinis dapat melihat lampu indikator dengan mudah. Dapat menggunakan warna cerah seperti merah, kuning, kuning gading dan oranye pada background gelap (Kroemer dkk, 2001)[4].

Pada Display indikator untuk sander diberi kata atau simbol untuk membedakannya dengan indikator lampu, seperti singkatan SB (Sandbox), dan DP (Deadman Pedal). Dengan ukuran display indikator, panjang: 20mm – 50mm, dan lebar 20mm – 50 mm.



Gambar 2. Display lampu indikator untuk Lampu



SANDER

Gambar 3. Display Lampu Indikator Sander



DEADMAN PEDAL

Gambar 4. Lampu Indikator Deadman Pedal

- Aspek Penempatan Display

Sesuaikan penempatan display pada area pandangan normal operator, masih terdapat display yang penempatannya belum sesuai seperti, Letak GPS Speedmeter tidak terletak pada area pandang normal operator, karena terletak lebih tinggi. Tinggi letak GPS Speedmeter pada kabin masinis lokomotif CC203 yaitu 1055 mm. Usulan perbaikan atau solusi alternatif yang disarankan yaitu, mengatur ulang tataletak GPS Speedmeter sesuai dengan pedoman Ergonomi. Hal tersebut dapat dilakukan dengan mengatur letak ketinggian GPS Speedmeter, dengan memperhatikan anthropometri dimensi tubuh Tinggi mata pada posisi duduk dengan persentil 5 % anthropometri masyarakat Indonesia yaitu 694 mm.

- Aspek Pelabelan Display

Beberapa display telah diberi label tetapi masih terdapat ukuran font dan label terlalu kecil, dan beberapa label telah pudar, dan masih terdapat display belum diberi label seperti display Fuel.

Usulan perbaikan atau solusi yang diberikan adalah, melakukan rancangan perbaikan Label Display, yaitu perancangan keterangan yang digunakan untuk menjelaskan fungsi display

dengan merancang bentuk label, ukuran label, dan ukuran font label.



Gambar 5. Pelabelan pada Display GPS Speedmeter



Gambar 6. Pelabelan pada Display Indikator Fuel Pressure, Brake Pressure, dan Speedmeter

4.2 Usulan Rancangan Perbaikan Kontrol

- Aspek Dimensi Control

Terdapat permasalahan pada ukuran kontrol, ukuran diameter tuas pada lokomotif yaitu Tuas Rem Rangkaian dan Tuas Rem Lokomotif dengan ukuran 49,5 mm, dan ukuran Tuas Rem Dinamik dan Tuas Throttle Handle dengan ukuran 50,5 mm ukuran tersebut tidak sesuai dengan anthropometri orang Indonesia. Usulan perbaikan yang disarankan yaitu melakukan rancangan perbaikan diameter tuas kontrol, dengan memperhatikan anthropometri dimensi tubuh Diameter Genggam Tangan dengan persentil 5%, yaitu dengan ukuran 46,5 mm.





Gambar 7. Tuas Kontrol

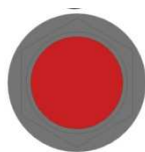
- Aspek Desain dan Penempatan Kontrol

Pedoman yang belum sesuai yaitu, Hand-operated controls dapat dijangkau dan dioperasikan dengan mudah. Masinis memiliki masalah saat menjangkau tuas klakson, karena terlalu tinggi. Dan mengalami kesulitan dalam mengoperasikan dikarenakan bentuk kontrol.

Usulan perbaikan yang disarankan melakukan rancangan perbaikan pada bentuk Tuas Klakson. Rancangan perbaikan dilakukan dengan mengubah bentuk Tuas Klakson menjadi bentuk tombol, sehingga masinis tidak perlu terlalu tinggi untuk menjangkau, dan memudahkan masinis dalam mengoperasikan. Dengan ukuran diameter 19 mm – 23 mm, dengan memperhatikan dimensi tubuh lebar ibu jari untuk anthropometri masyarakat Indonesia. Warna tombol menggunakan warna merah.



Gambar 8. Tuas Klakson pada Lokomotif CC203




Gambar 9. Tombol Klakson


- Aspek Pelabelan Control

Masih terdapat kontrol yang tidak memiliki label, seperti Tuas Kontrol, dan tombol lampu.

Usulan perbaikan yang disarankan adalah melakukan rancangan perbaikan pada Labelling Control.

Label dituliskan dengan huruf *bold* dan *capital* dengan ukuran 5 mm. Ukuran tersebut disesuaikan dengan konsep ideal penggunaan tidak kritis yaitu 1,27 – 5,1 mm (Heglin, 1973 dan Woodson, 1963 dalam Sanders dkk, (1987))[10]. Warna huruf hitam dengan *background* warna putih. Pada label beberapa kontrol diberi simbol berupa tanda panah untuk menambah keterangan yang menunjukkan arah pengoperasian, seperti;

 menunjukkan arah pengoperasian kiri-kanan,

 menunjukkan arah pengoperasian atas-bawah.kontrol.

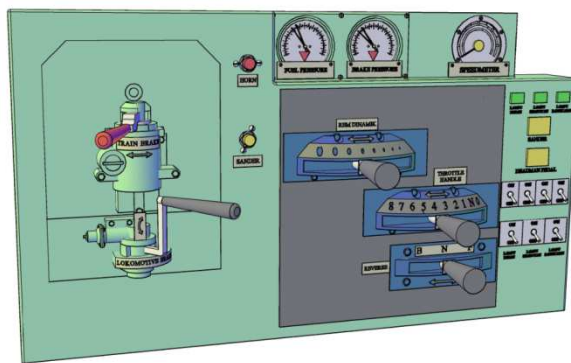


Gambar 10. Labeling Pada Kontrol

Dari perbaikan display dan control maka dibuat tampilan gambar panel kontrol kabin masinis lokomotif secara keseluruhan setelah dilakukan perbaikan, yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 11. Panel Kontrol dan Display Lokomotif CC203



Gambar 12. Panel Kontrol dan Display Perbaikan Lokomotif CC203

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Beberapa kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini yaitu; dari hasil wawancara pada masinis lokomotif CC203, diperoleh beberapa display dan kontrol yang belum sesuai dengan keinginan masinis seperti kesulitan dalam mengoperasikan tuas-tuas kontrol yang terdapat pada kabin lokomotif, kesulitan membaca informasi yang ditampilkan oleh display lokomotif yang disebabkan kurangnya keterangan *display* yaitu berupa label, dan juga belum adanya label keterangan pada tiap-tiap kontrol. Hasil ergonomi *checklist display* dan kontrol yang telah dilakukan diperoleh beberapa *display* dan kontrol yang belum sesuai dengan dengan pedoman ergonomi *display* dan kontrol seperti bentuk dan ukuran tuas kontrol, label *display* dan kontrol belum ada, ukuran label *display* dan kontrol yang belum sesuai, dan kurangnya *display* yang memberikan informasi tentang fungsi kontrol pada lokomotif, dan juga tata

letak *display* dan kontrol yang belum sesuai dengan ergonomi dan anthropometri. Dari hasil yang diperoleh dari ergonomi *checklist* dan kebutuhan masinis maka diberikan usulan dan rancangan perbaikan *display* dan kontrol yang terdapat pada kabin lokomotif CC203, seperti perbaikan dan perancangan bentuk dan ukuran tuas klakson menjadi bentuk tombol, pemberian label pada *display* dan kontrol, dan merancang *display* berupa indikator untuk lampu, *sander*, dan *deadman pedal*.

Adapun Saran untuk penelitian selanjutnya supaya dapat melakukan penelitian *display* dan kontrol pada pengawas perlintasan kereta api. PT.KAI dapat melakukan standarisasi *display* dan *control* ergonomi untuk kabin lokomotif. Dan untuk penelitian selanjutnya dapat melakukan penelitian mengenai pengaruh lingkungan fisik di kabin lokomotif terhadap kinerja masinis.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1]Wignjosuebrotto, Sritomo.2003. *Ergonomi Study Gerak dan Waktu*. PT. Guna Widya. Jakarta
- [2] Seidl, A. and Bubb, H.. 2005, *Ergonomic Analysis Metro AmDriver mock up, Intergo report 3294 Final CONFIDENTIAL* (Intergo, Utrecht)
- [3] Grabarek, Iwona.2002,*E rgonomic Diagnosis of the Driver's Workplacein an Electric Locomotive, International journal of occupational safety and ergonomics*
- [4] Kroemer, K.H.E, and H.J. Kroemer, and K.E. Kroemer. 2001. *Ergonomics, How To Design For Ease And Efficiency (Second Edition)*, Prentice Hall International Series in Industrial & Systems Engineering. New York
- [5] Pulat, B. Mustofa.1992. *Fundamental of Industrial Ergonomics*, Weland Press, Inc. United States OF America
- [6] UIC 651. 2002, *Layout of driver's cabs in locomotives, railcars, multiple unit trains and driving trailers, 4th edition*,(International Union of Railways,Paris)

- [7] Nurmianto, Eko. 1998. *Konsep Dasar dan Aplikasinya, Edisi ke-1*, Prima Printing.Surabaya
- [8] Miglianico, D. 2010, *Human factors and the design of railway system*. IFAC
- [9] Metod Žnidarič, 2009.UIC Leaflet 612-0, Driver Machine Interfaces for EMU/DMU, Locomotives and driving coaches – Functional and system requirements associated with harmonised Driver Machine Interfaces
- [10] Sanders, S dan McCormic, E.J. *Human Factors in Engineering and Design, edisi ke-6*. McGraw-Hill. Toronto.