

**PERANCANGAN ULANG RUANG KEMUDI FORKLIFT
SECARA ERGONOMIS
(Studi Kasus di PT. Sinar Terang Logam Jaya)**

Thedy Yogasara¹, Daniel Siswanto², Rieska Panghegar³

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan

Jl. Ciumbuleuit No. 94 Bandung . Telp/Fax: 022 – 2032700

email: 1thedy@home.unpar.ac.id, 2daniels@home.unpar.ac.id dan
3rieska_panghegar@yahoo.com

Abstrak

Forklift merupakan salah satu alat penanganan material yang dioperasikan oleh operator. Interaksi antara kedua komponen ini, forklift dan operator, membentuk sistem manusia-mesin. Dalam pelaksanaannya, interaksi antara manusia dan alat material handling ini dapat menjadi penyebab terjadinya kecelakaan kerja. Faktor penyebab kecelakaan kerja secara umum adalah unsafe action dan unsafe condition. Lingkungan kerja yang tidak nyaman dan tidak aman juga dapat menjadi salah satu faktor penyebab kecelakaan kerja.

Berdasarkan penelitian, didapati faktor-faktor yang berkontribusi dalam terjadinya kecelakaan forklift yaitu faktor spesifikasi kerja, faktor tingkah laku dan operasional, dan faktor desain tempat kerja. Faktor desain tempat kerja akan menjadi perhatian utama dalam merancang forklift secara ergonomis. Tempat kerja bagi operator forklift tidak lain adalah ruang kemudi forklift. Komponen ruang kemudi yang menjadi objek penelitian adalah kursi operator, manual controls, dan visual displays. Forklift yang ada di PT. Sinar Terang Logam Jaya diduga belum memenuhi kriteria ergonomi dan belum memperhatikan keterbatasan-keterbatasan para operator yang bekerja pada perusahaan. Pada kondisi awal, operator terkesan “dipaksa” nyaman untuk mengoperasikan forklift yang kondisinya belum tentu cocok dengan operator. Maka dari itu, perlu dilakukan perancangan ulang pada forklift, di mana diterapkan prinsip “fit the job to the man”, bukan sebaliknya. Hal ini bertujuan agar operator forklift dapat mengoperasikan forklift dengan nyaman dan aman. Dengan kondisi kerja yang ergonomis, pastinya akan tercipta suatu kondisi kerja yang dapat meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan performansi dari sistem kerja yang bersangkutan.

Kata Kunci : *forklift*, kecelakaan kerja, ruang kemudi, ergonomi

1. Latar Belakang Masalah

Dunia industri manufaktur tidak dapat dipisahkan dari rangkaian proses penyediaan material, proses perubahan material, proses penyaluran material, dan proses penyimpanan material. Salah satu proses dari keseluruhan rangkaian proses di atas adalah *material handling*. *Material handling* (penanganan material) merupakan salah satu aspek penting dalam keseluruhan manajemen material dalam suatu perusahaan. Untuk menunjang aktivitas penanganan material tersebut dibutuhkan pengoperasian alat-alat *material handling* yang nyaman, aman, efisien, efektif, baik, dan benar. Hal ini diperlukan untuk menjamin kelancaran proses penanganan material, juga untuk menjamin proses penanganan material tersebut telah dilakukan secara optimal. Contoh alat *material handling* yang sering digunakan dalam industri manufaktur adalah *forklift*, *conveyor*, *hand-lift truck*, *crane*, dan lain-lain. Beberapa dari alat-alat *material handling* tersebut dioperasikan oleh manusia (operator). Interaksi ini akan membentuk suatu sistem manusia-mesin. Dalam pelaksanaannya, interaksi antara manusia dan alat *material handling* ini dapat menjadi penyebab terjadinya kecelakaan kerja.

Kecelakaan kerja tentunya tidak diharapkan oleh perusahaan, karena akan menghambat kinerja perusahaan dalam memenuhi permintaan pelanggan. Selain itu, ada berbagai implikasi negatif yang harus ditanggung perusahaan akibat kecelakaan kerja, misalnya biaya akibat terhentinya proses produksi, biaya pengobatan operator, biaya kerusakan peralatan atau mesin, dan biaya-biaya lainnya. Menurut Heinrich [1], faktor penyebab kecelakaan kerja secara umum adalah *unsafe action* dan *unsafe condition*. Lingkungan kerja

yang tidak nyaman dan tidak aman pun dapat menjadi salah satu faktor penyebab kecelakaan kerja.

Seiring dengan berjalannya waktu, kini bukan hanya teknologi saja yang berkembang. Manusia, sebagai pusat dari suatu sistem kerja pun semakin hari semakin cerdas. Eksistensinya dalam dunia industri pun semakin diperhatikan dan kini isu-isu mengenai keselamatan dan kesehatan kerja di perusahaan semakin berkembang. Undang-undang Ketenagakerjaan [4] mensyaratkan perusahaan untuk lebih memperhatikan sistem Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di perusahaan.

2. Identifikasi Masalah

Sistem penanganan material melibatkan operator yang mengoperasikan dan mengendalikan alat-alat *material handling*. Kinerja dan performansi operator tersebut dipengaruhi oleh kondisi lingkungan kerja, peralatan yang dipakai, prosedur kerja, dan ruang kerja operator. Dengan demikian, untuk menunjang kinerja dan performansi operator alat-alat *material handling*, perlu dirancang kondisi lingkungan kerja, peralatan kerja, prosedur kerja, dan ruang kerja operator yang baik, agar dapat membentuk suatu sistem kerja yang baik bagi operator. Penelitian dilakukan terhadap kondisi awal sistem kerja operator. Sistem kerja operator diperbaiki dengan cara merancang ulang sistem kerja operator tersebut dengan memperhatikan keterbatasan-keterbatasan yang dimiliki oleh operator dan perusahaan.

Ruang kerja dari operator pengendali alat *material handling* tidak lain adalah ruang kemudi alat tersebut. Alat *material handling* yang menjadi obyek penelitian adalah *forklift*. *Forklift* dipilih sebagai obyek penelitian karena *forklift* merupakan salah satu alat *material handling* yang banyak digunakan dalam dunia industri manufaktur, yang dalam pengoperasiannya membutuhkan manusia. Agar operator dapat bekerja dengan baik dalam sistem manusia-mesin tersebut maka diperlukan perancangan sistem kerja yang baik pula, karena jika operator bekerja dalam sistem kerja yang memiliki *bad design*, maka secara langsung maupun tidak langsung akan berpengaruh negatif terhadap kondisi kerja operator dan performansi kerja operator tersebut.

Kecelakaan kerja yang terjadi dapat disebabkan oleh sistem kerja yang buruk. Hal ini dapat terjadi karena kondisi lingkungan kerja operator tidak dirancang dengan memperhatikan keterbatasan-keterbatasan yang dimiliki operator saat bekerja dalam sistem kerja yang ada, sehingga yang terjadi adalah operator memaksakan dirinya untuk dapat bekerja dalam sistem tersebut. Tidak semua usaha yang dilakukan operator tersebut berhasil, karena keterbatasan operator menyebabkan operator tidak dapat mengendalikan sistem kerja yang ada secara sempurna.

PT. Sinar Terang Logam Jaya dipilih sebagai obyek penelitian karena perusahaan tersebut merupakan salah satu industri manufaktur yang juga menggunakan *forklift* sebagai salah satu alat penanganan material dalam rangkaian proses manajemen material yang ada dalam perusahaan. PT. Sinar Terang Logam Jaya yang terletak di Jalan Cigondewah, Cijerah, Bandung, merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi *spare part* kendaraan beroda dua. Perusahaan ini merupakan produsen *spare part* bagi beberapa perusahaan motor yang ada di Indonesia, di antaranya adalah Honda dan Suzuki. *Forklift* ini sangat dibutuhkan dalam memindahkan *raw material*, baik dari truk-truk yang mengangkut *raw material*, maupun dari satu mesin ke mesin yang lain serta dari satu area lantai produksi ke area lantai produksi yang lain. *Forklift* yang ada di PT. Sinar Terang Logam Jaya diduga belum memenuhi kriteria ergonomi dan belum memperhatikan keterbatasan-keterbatasan para operator yang bekerja pada perusahaan. Hal ini ditunjukkan oleh posisi operator *forklift* yang agak "dipaksa" saat sedang mengoperasikan *forklift*. Jika kondisi seperti ini dibiarkan, tentunya akan rentan terjadi kecelakaan kerja akibat penggunaan *forklift* di PT. Sinar Terang Logam Jaya. Pada penelitian ini, selain akan menganalisis kondisi *forklift* saat ini, juga akan dirancang *forklift* yang lebih ergonomis.

3. Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah pada bagian sebelumnya, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi awal ruang kemudi *forklift* di PT. Sinar Terang Logam Jaya?
2. Bagaimana usulan ruang kemudi *forklift* yang aman dan nyaman digunakan di PT. Sinar Terang Logam Jaya?

4. Tahapan Penelitian

Penelitian diawali dengan tahap pengumpulan data. Data yang diambil merupakan data primer dan sekunder. Data-data tersebut mencakup data antropometri operator *forklift*, tata letak pabrik, spesifikasi material yang dibawa oleh *forklift*, spesifikasi dan dimensi *forklift*. Agar perancangan dapat mewakili populasi pekerja pria yang ada di perusahaan, maka data antropometri yang digunakan untuk melakukan perancangan ulang diperoleh dari Balai Hiparkes Bandung. Data yang diolah terdiri dari 55 buah data antropometri pekerja pria yang ada di Jawa Barat. Kemudian data-data tersebut diolah. Rangkaian uji statistik yang dilakukan terhadap data antropometri operator adalah : pengujian kenormalan, keseragaman, dan kecukupan data. Setelah data-data diuji, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisis terhadap sistem kerja awal. Kemudian, berdasarkan kekurangan-kekurangan pada kondisi awal, dilakukan perancangan ulang terhadap *forklift* dengan menggunakan konsep ergonomi dan antropometri serta aspek *vision analysis* yang telah diinterpretasi pada tahap awal perancangan. Perancangan ulang dilakukan terhadap komponen-komponen yang terdapat di ruang kemudi *forklift*, yaitu : setir, tuas pengatur gigi, tuas lampu sen, tuas rem tangan, tuas pengatur gerak *fork*, *starter* mesin, *display dashboard*, kursi operator, pedal, dan kaca spion, serta atribut tambahan lain. Langkah selanjutnya adalah menganalisis rancangan yang dibuat. Langkah terakhir adalah pengambilan kesimpulan dari seluruh rangkaian yang telah dilakukan selama penelitian.

5. Analisis Kondisi Awal





Dalam penelitian ini, perancangan hanya dilakukan pada ruang kemudi operator *forklift* (kabin *forklift*), sehingga yang menjadi obyek pengamatan dari *forklift* kondisi awal adalah tata letak *display* pada ruang kemudi, posisi kendali pada ruang kemudi, posisi operator, serta *vision analysis* yang dihasilkan dari kondisi awal *forklift*. Gambar *forklift* yang digunakan perusahaan saat ini dapat dilihat pada Gambar 1.








Gambar III.1. Gambar *Forklift* Secara Keseluruhan

Komponen-komponen yang terdapat pada ruang kemudi operator *forklift* dijabarkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi Komponen Ruang Kemudi *Forklift* Pada Kondisi Awal

No.	Nama Komponen	Keterangan	Kondisi Awal
1	<p style="text-align: center;">SETIR</p> 	<p>Dalam mengoperasikan <i>forklift</i>, operator menggerakkan setir sebagai pengendali dalam mengarahkan laju gerak <i>forklift</i>. Setir ini terdiri dari dua bagian, yaitu setir induk dan <i>handle</i> tambahan, yang terdapat pada salah satu sisi setir induk. Setir dan <i>handle</i> ini dapat dioperasikan oleh operator. <i>Handle</i> tambahan digunakan untuk melakukan putaran setir secara lebih cepat. <i>Handle</i> ini seringkali digunakan bila <i>forklift</i> melakukan gerakan belok dan gerakan mundur.</p>	<p>Setir hanya terbuat dari bahan plastik (PVC, tidak diberi lapisan pada permukaannya, jika operator berkeringat, pegangan operator pada setir dapat menjadi licin. Operator lebih sering menggunakan <i>handle</i> tambahan untuk mendapatkan putaran setir yang lebih cepat. Pada kondisi awal <i>forklift</i>, letak klakson hanya terdapat pada titik tengah (pusat) setir induk. Diameter setir induk adalah 40 cm. <i>Forklift</i> dibuat berdasarkan dimensi tubuh orang Barat, bisa saja diameter setir tersebut akan terlalu besar untuk dimensi operator Indonesia.</p>
2	<p style="text-align: center;">TUAS PENGATUR GIGI</p> 	<p>Tuas ini berada di sebelah kiri operator. Letak tuas bersatu dengan batang setir <i>forklift</i>, berfungsi untuk mengatur gigi <i>forklift</i>. Bila <i>forklift</i> akan digerakkan maju, tuas digerakkan ke arah depan, dan sebaliknya.</p>	<p>Tuas berbentuk silinder, tidak mencerminkan arah gerakan tuas saat sedang difungsikan. Tuas ini belum mempunyai <i>display</i> dan <i>feedback</i> yang memperjelas arah gerakan dan fungsi dari tuas.</p>
3	<p style="text-align: center;">TUAS LAMPU SEN</p> 	<p>Tuas lampu sen digunakan untuk menyalakan lampu sen <i>forklift</i> yang terdapat pada bagian tiang sebelah kiri-depan, kiri-belakang, kanan-depan dan kanan-belakang. Tuas lampu sen ini terletak di bagian kanan setir. Biasanya, operator mengoperasikannya dengan menggunakan tangan kanan.</p>	<p>Digunakan untuk menyalakan lampu sen <i>forklift</i>. Bentuknya hampir sama dengan tuas pengatur gigi, tapi berukuran jauh lebih kecil. Difungsikan dalam dua arah, maju dan mundur. Jika tuas digerakkan maju, lampu sen sebelah kiri menyala. jika digerakkan mundur, lampu sen sebelah kanan menyala. Tuas ini belum mempunyai <i>display</i> dan <i>feedback</i> yang memperjelas arah gerakan dan fungsi dari tuas.</p>
4	<p style="text-align: center;">TUAS LAMPU SOROT</p> 	<p>Tuas ini digunakan untuk menyalakan lampu sorot yang berada di bawah lampu sen. Tuas lampu sorot ini terletak pada bagian sisi depan <i>dashboard</i>. Lampu sorot dinyalakan dengan cara menarik tuas tersebut.</p>	<p>Tuas ini hanya dapat digerakkan satu arah, yaitu ditarik ke arah belakang (mendekati badan operator). Letaknya menyulitkan operator saat ingin menyalakan lampu sorot, sementara operator sedang mengendalikan laju gerak <i>forklift</i>. Belum mempunyai <i>display</i> yang memperjelas fungsi dari tuas.</p>

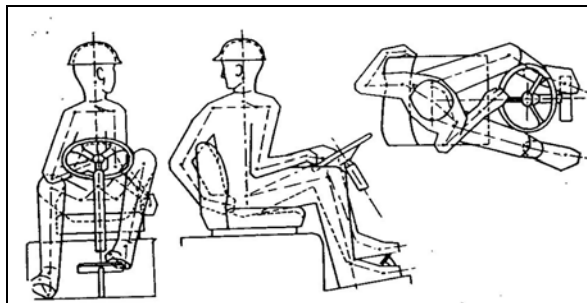
<p>5</p>	<p>TUAS REM TANGAN</p> 	<p>Tuas rem tangan digunakan untuk menahan keadaan <i>forklift</i> pada saat-saat <i>forklift</i> sedang mempertahankan posisinya (dalam keadaan diam) agar <i>forklift</i> tetap di tempat yang diinginkan.</p>	<p>Berbentuk batang lurus, tanpa memiliki bentuk permukaan tertentu, masih memungkinkan terjadinya deviasi ulnar dan radial. Kondisi tuas saat ini, bila dilakukan berulang-ulang dipastikan akan mengakibatkan ketidaknyamanan pada pergelangan tangan operator, yang lebih lanjut akan mengakibatkan RSI (<i>Repetition Strain Injury</i>) pada tangan kanan operator <i>forklift</i>.</p>
<p>6</p>	<p>TUAS PENGATUR GERAK FORK</p> 	<p><i>Fork</i> yang terdapat pada <i>forklift</i> tentunya dapat diatur sesuai dengan keadaan material yang dibawa. <i>Fork</i> tersebut digerakkan melalui tuas pengatur gerak <i>fork</i> yang terdapat di dekat setir <i>forklift</i>. Tuas ini ada yang dapat menggerakkan <i>fork</i> secara vertikal, ada juga tuas yang dapat menggerakkan <i>fork</i> dengan membentuk sudut kemiringan tertentu.</p>	<p>Tuas pengatur gerak <i>fork</i> ada 2 buah, untuk menggerakkan <i>fork</i> secara vertikal dan membentuk sudut kemiringan tertentu. Bentuknya memungkinkan terjadinya deviasi pada tangan operator. kedua tuas memiliki bentuk yang sama persis, padahal arah gerakan yang dihasilkan kedua tuas berbeda. Tuas belum dilengkapi <i>display</i> yang memperjelas fungsi dan arah gerakan dari masing-masing tuas.</p>
<p>7</p>	<p>STARTER MESIN</p> 	<p>Seperti kendaraan bermotor pada umumnya, maka <i>forklift</i> ini pun dapat dihidupkan atau dimatikan dengan menggunakan <i>starter</i> mesin.</p>	<p>Letak <i>starter</i> terlalu dekat dengan tuas-tuas pengendali lain yang dioperasikan lebih sering. <i>Starter</i> mesin tidak dilindungi.</p>
<p>8</p>	<p>KURSI OPERATOR</p> 	<p>Kursi ini digunakan oleh operator sebagai tempat duduk saat operator sedang mengoperasikan <i>forklift</i>. Kondisi kursi <i>forklift</i> pada kondisi awal dapat dilihat pada gambar.</p>	<p>Bentuk cukup kaku, tidak <i>adjustable</i>, bentuk tidak mengikuti lekuk tubuh operator. Dimensi kursi berbeda dengan perhitungan dari data antropometri pekerja. Tidak ada sandaran tangan.</p>
<p>9</p>	<p>DISPLAY DASHBOARD</p> 	<p><i>Display</i> yang terdapat pada <i>forklift</i> terletak di hadapan operator. <i>Display</i> ini terletak pada <i>dashboard</i>. <i>Display</i> tersebut terdiri dari : <i>display</i> yang menunjukkan volume bahan bakar, <i>display</i> yang menunjukkan temperatur, dan <i>display</i> yang menunjukkan <i>hourmeter forklift</i>. Selain itu, terdapat dua buah <i>display</i> yang mempunyai latar belakang lampu merah. Jadi, saat-saat tertentu lampu ini akan menyala. <i>Display</i> tersebut adalah <i>display</i> yang menunjukkan volume oli dan <i>display</i> yang menunjukkan volume <i>accu</i>.</p>	<p>Warna kaca plastik sudah keruh sehingga membuat <i>display</i> tidak terlihat dengan jelas, kaca plastik pelindung <i>display</i> telah retak-retak, <i>display</i> terlihat tidak jelas. <i>Display</i> yang menunjukkan volume bahan bakar, terdiri dari 3 warna, yaitu warna oranye, hijau, dan merah. Warna oranye merupakan warna dari batang penunjuk temperatur. Warna hijau untuk menunjukkan keadaan dimana masih tersedia bahan bakar, sedangkan warna merah menunjukkan batas keadaan persediaan bahan bakar saat mulai kritis.</p>

10	<p>PEDAL PENGENDALI</p> 	<p>Pedal yang terdapat pada <i>forklift</i> terdiri dari tiga buah pedal, yaitu : pedal kopling, pedal rem, dan pedal gas. Pada gambar dapat dilihat kondisi dan <i>layout</i> pedal pengendali di dalam ruang kemudi.</p>	<p>Pedal gas telah mengikuti posisi normal kaki kanan operator saat sedang mengoperasikan <i>forklift</i>, pedal kopling belum searah dengan kaki kiri operator, pedal rem sudah terletak pada posisi tegak lurus terhadap sumbu kaki. Ukuran panjang pedal gas=20 cm.</p>
11	<p>GRIP</p> 	<p><i>Grip</i> ini terletak di tiang sebelah kiri depan <i>forklift</i>. Digunakan operator untuk membantu operator saat akan naik ke ruang kemudi <i>forklift</i></p>	<p>Hanya terdapat satu buah <i>grip</i> yang terletak di tiang sebelah kiri depan <i>forklift</i>, belum disesuaikan dengan kebiasaan orang Indonesia.</p>
12	<p>FORK</p> 	<p>Pada <i>forklift</i>, selalu terdapat <i>fork</i> yang berbentuk seperti garpu besar (terletak pada bagian depan <i>forklift</i>). Pada saat akan memindahkan material, maka <i>fork</i> ini digunakan untuk menopang / menyangga material yang akan dipindahkan dari suatu tempat ke tempat yang lain. <i>Fork</i> ini dapat diatur, baik ketinggian maupun sudut kemiringannya. <i>Fork</i> dapat dinaikkan sampai ketinggian 3 m.</p>	<p><i>Fork</i> yang memiliki sistem pengunci ini dapat digerakkan ke kanan dan kiri secara manual, sesuai kebutuhan. <i>Fork</i> ini tidak dirancang ulang, karena <i>fork</i> bukan komponen yang terdapat di dalam ruang kemudi operator.</p>
13	<p>KACA SPION</p> 	<p>Digunakan operator untuk melihat keadaan di belakang badan <i>forklift</i>. Spion terletak pada tiang <i>forklift</i> bagian kiri dan kanan.</p>	<p>Bentuk spion pada kondisi awal, dinilai cukup baik. Letaknya pun sudah cukup baik, sama tinggi dengan garis normal pandangan operator. Oleh karena itu, dalam perancangan ulang, bentuk dan posisi spion dipertahankan.</p>

Pada kondisi *forklift* keadaan sekarang, operator mengoperasikan *forklift* dengan kondisi yang kurang ergonomis, dapat dilihat dari posisi duduk, bentuk kursi, bentuk dan letak tuas-tuas pengendali. Kondisi ini menyebabkan operatorlah yang harus mengadaptasikan diri terhadap kondisi *forklift*, bukan kondisi *forklift* yang semestinya dirancang sesuai dengan keadaan operator. Kondisi ini membuat operator terkesan “dipaksa” nyaman untuk mengoperasikan *forklift* yang kondisinya belum tentu cocok dengan operator. Maka dari itu, perlu dilakukan perancangan ulang pada *forklift*, dimana diterapkan prinsip “*fit the job to the man*”, bukan sebaliknya. Hal ini bertujuan agar operator *forklift* dapat mengoperasikan *forklift* dengan ergonomis. Dengan kondisi kerja yang ergonomis, pastinya akan tercipta suatu kondisi kerja yang aman dan nyaman, yang dapat meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan performansi dari sistem kerja yang bersangkutan.

Pada kondisi awal, jika operator sedang mengemudikan *forklift*, terlihat bahwa kondisi punggung operator agak membungkuk saat menggerakkan setir, khususnya *handle* tambahan. Hal ini dapat disebabkan letak setir yang terlalu tinggi dan jauh sehingga operator menggerakkan tangannya setinggi dada dan dagu. Akibatnya, tubuh operator agak tertarik ke depan yang menyebabkan badannya agak sedikit bungkuk.

Saat *forklift* sedang dioperasikan, *forklift* dapat digerakkan maju-mundur sesuai kebutuhan. Pandangan operator tentunya akan lurus ke depan dengan posisi badan yang menghadap ke depan, jika operator ingin menggerakkan *forklift* maju ke depan. Tetapi, saat operator ingin menggerakkan *forklift* mundur ke belakang, maka posisi mengemudi operator akan seperti terlihat pada Gambar 2.



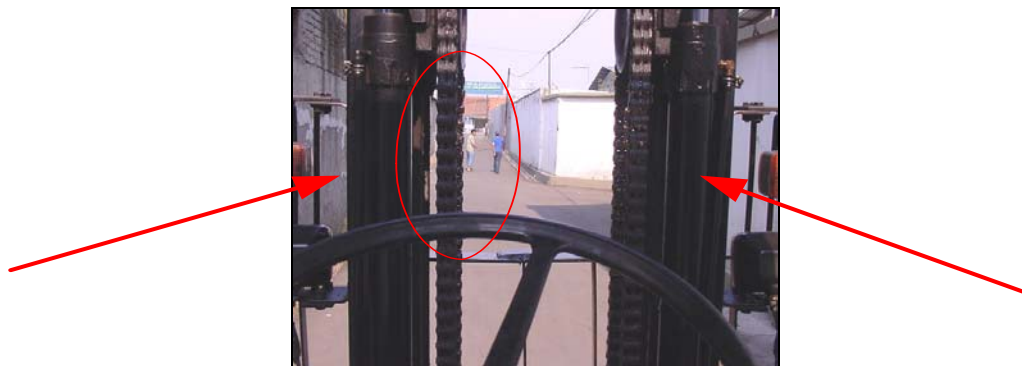
Gambar 2. Posisi Operator Saat Melihat ke Arah Belakang
Sumber : [5]

Pada gambar di atas, dapat dilihat bahwa letak sumbu tubuh operator dengan sumbu setir terletak pada satu garis lurus. Sedangkan pada kondisi awal *forklift*, posisi tubuh operator terletak tidak pada satu garis lurus. Posisi duduk operator saat ini juga menunjukkan adanya "paksaan" bagi operator untuk menyesuaikan dirinya dengan ruang kemudi yang ada. Pada posisi tersebut terlihat bahwa ada bagian tubuh operator yang tidak bersandar pada kursi, yaitu bagian tubuh sebelah kanan. Posisi duduk yang seperti ini, tentunya sangat tidak nyaman. Bentuk permukaan kursi yang memiliki lekukan di sebelah luar kiri dan kanan, akan menyebabkan dalam posisi duduknya permukaan paha dari operator tidak mendapat tekanan yang sama antara paha kanan dan kiri. Akibat dari beban yang berbeda tersebut, salah satu paha akan terasa lebih cepat lelah dibanding dengan paha yang lain. Kelelahan pada salah satu paha akan menyebabkan kontrol yang dilakukan salah satu kaki akan menjadi lebih lemah dibandingkan dengan kaki yang lain.

Jika diteliti lebih lanjut, tidak seajarnya sumbu tubuh operator saat mengoperasikan *forklift* dengan sumbu setir, dikarenakan operator berusaha untuk menemukan suatu posisi yang nyaman untuk mendapatkan suatu ruang pandang yang optimal, yang tidak terhalang oleh batang mesin *forklift*. Jika operator meletakkan tubuhnya tepat di tengah-tengah kursi, berarti posisi duduknya akan bergeser sedikit ke kiri, sehingga tubuh operator dapat sejajar dengan sumbu setir. Namun, jika posisi duduk operator bergeser sedikit ke kiri, berarti pandangan operator juga agak bergeser ke kiri. Dengan demikian, pandangan operator akan terhalang oleh batang mesin *forklift* yang berada di sebelah kiri.

Berdasarkan pernyataan-pernyataan di atas, dapat diketahui bahwa pada posisi awal ruang kemudi *forklift*, operator berusaha menyesuaikan dirinya dengan kondisi ruang kemudi *forklift* saat ini untuk mendapatkan ruang pandang yang optimal.

Karakteristik unik yang dimiliki oleh *forklift* tapi tidak dimiliki oleh kendaraan pada umumnya adalah adanya sistem pengangkut pada bagian muka. Sistem pengangkut ini terdiri dari sistem katrol dan didukung oleh batangan besi yang menjadi alur naik turunnya *fork*. Dengan adanya sistem ini, maka pandangan operator saat sedang mengoperasikan *forklift* berbeda dengan pandangan operator yang mengemudikan kendaraan pada umumnya. Biasanya, pandangan operator hanya dibatasi oleh kerangka dan kaca bagian depan kendaraan (*front window*), sedangkan pandangan operator *forklift* lebih terbatas lagi. Selain dibatasi oleh kerangka depan, pandangan operator *forklift* juga dibatasi oleh sistem pengangkut pada bagian muka tersebut (lihat Gambar 3).



Gambar 3. Pandangan Operator

Obyek yang ditunjuk pada Gambar 3 adalah sistem pengangkut yang terdapat pada bagian muka *forklift*. Dengan adanya sistem ini, maka pandangan operator *forklift* tidak selebar pandangan operator kendaraan pada umumnya. Obyek yang dilingkari dapat menjadi tidak terlihat dalam pandangan operator apabila arah setir agak ke kiri. Demikian halnya jika *forklift* sedang berbelok, maka obyek yang mungkin ada di hadapan *forklift* menjadi tidak terlihat karena pandangan operator terhalang sistem pengangkut.

6. Perancangan Ulang dan Analisis

Dalam perancangan ini, dibutuhkan data antropometri yang mewakili populasi pekerja yang ada di PT. Sinar Terang Logam Jaya. Saat ini, operator *forklift* yang ada di perusahaan hanya satu orang. Agar perancangan dapat mewakili populasi pekerja pria yang ada di perusahaan, maka data antropometri yang digunakan untuk melakukan perancangan ulang diperoleh dari Balai Hiperkes Bandung. Data yang diolah terdiri dari 55 buah data antropometri pekerja pria yang ada di Jawa Barat. Berdasarkan data Antropometri dari sampel para pekerja di Jawa Barat, didapatkan nilai persentil seperti yang tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Tabel Rekapitulasi Perhitungan Persentil

JENIS DATA	PERSENTIL (cm)		
	5	50	95
Tinggi Badan (TB)	154.47	161.98	169.50
Tinggi Bahu (TBh)	127.86	135.42	142.98
Tinggi Siku (TS)	94.44	101.62	108.80
Tinggi Pinggul (TPg)	87.62	94.15	100.67
Lebar Bahu (LB)	39.08	44.26	49.44
Lebar Pinggul (LPg)	32.57	37.65	42.73
Panjang Lengan (PL)	60.68	65.48	70.29
Panjang Lengan Atas (PLa)	19.69	22.53	25.37
Panjang Lengan Bawah (PLb)	41.82	44.31	46.80
Jangkauan Atas (JA)	193.40	203.08	212.75
Panjang Rentangan Tangan Depan (PD)	157.96	167.00	176.04
Panjang Telapak Kaki (PTK)	23.48	24.62	25.76
Lebar Telapak Kaki (LTK)	8.50	8.91	9.32
Tinggi Duduk (TD)	82.02	87.05	92.08
Tinggi Siku Duduk (TSd)	18.67	22.20	25.74
Tinggi Pinggul Duduk (TPd)	16.22	18.43	20.63
Tinggi Lutut Duduk (TLd)	45.07	47.80	50.53

Panjang Tungkai Atas (PTa)	51.52	55.23	58.94
Panjang Tungkai Bawah (PTb)	38.73	41.30	43.87

Ada tiga macam pemilihan persentil dalam perancangan ini, yaitu persentil 5, 50, dan 95. Pemilihan persentil ini disesuaikan dengan maksud dari perancangan ruang kemudi, jika digunakan persentil 5, artinya diharapkan 95% orang yang memiliki ukuran antropometri maksimal dapat menggunakan produk dengan nyaman, dan hanya 5% pengguna yang memiliki ukuran minimal menggunakan produk dengan tidak nyaman. Korelasi antara dimensi produk dan jenis data antropometri yang digunakan dalam perancangan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tabel Korelasi Dimensi Produk, Jenis Data Antropometri, dan Persentil yang Dipilih

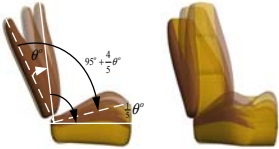


No.	Dimensi Produk	Jenis Data Antropometri	Keterangan	Persentil yang Dipilih
1	Tinggi alas duduk	Panjang Tungkai Bawah	-	P ₅
2	Panjang alas duduk	Panjang Tungkai Atas	-	P ₅
3	Lebar alas duduk	Lebar Pinggul	-	P ₉₅
4	Tinggi Sandaran Punggung	Tinggi Badan Tinggi Bahu Tinggi Pinggul	Modifikasi data antropometri dengan menggunakan faktor konversi Chaffin [3].	P ₅₀
5	Lebar Sandaran Punggung	Lebar Bahu	-	P ₉₅
6	Tinggi Sandaran Tangan	Tinggi Siku Duduk	-	P ₅₀
7	Panjang Sandaran Tangan	Panjang Lengan Bawah	-	P ₅₀
8	Diameter Setir	Lebar Bahu	-	P ₅
9	Panjang Pedal	Tinggi Badan	Modifikasi data antropometri dengan menggunakan faktor konversi Chaffin [3].	P ₅
10	Lebar Pedal	Tinggi Badan	Modifikasi data antropometri dengan menggunakan faktor konversi Chaffin [3].	P ₅

Komponen kursi *forklift* pada kondisi awal hanya terdiri dari sandaran punggung dan alas duduk. Kursi yang hanya didukung oleh kedua komponen ini, dirasakan belum ergonomis. Selain bentuknya yang tidak mengikuti lekuk tubuh operator, ukuran kursi pun belum sesuai dengan ukuran antropometri para pekerja. Perancangan ulang akan dilakukan dengan mengubah bentuk dan ukuran kursi, serta menambahkan beberapa komponen lain yang diharapkan dapat meningkatkan nilai ergonomis kursi operator *forklift*.

Sandaran punggung merupakan bagian kursi yang harus dirancang dengan memperhatikan prinsip duduk [5]. Sandaran punggung harus membuat lumbar berada dalam keadaan *lordosis*. Maka dari itu, sandaran punggung harus memiliki kontak seluas mungkin dengan bagian punggung. Agar dapat menopang tulang punggung operator dengan baik, maka sebaiknya bahan yang digunakan adalah bahan yang cukup empuk karena alas yang terlalu keras akan membuat operator merasa tidak nyaman dan membuat *ischial tuberosities* terasa sakit saat bangkit dari kursi [9], juga agar tulang punggung tidak mencembung ke arah belakang. Bahan yang digunakan adalah bahan busa yang dilapisi oleh bahan kulit. Selain bentuk dan bahan, hal lain yang menunjang keergonomisan kursi adalah sudut yang terbentuk antara sandaran punggung dan alas duduk, atribut tambahan lain, seperti sandaran tangan, sabuk pengaman, dan mekanisme penggunaan kursi itu sendiri.

Perancangan ulang terhadap ruang kemudi *forklift* dilakukan dengan mengacu pada dasar-dasar perancangan secara ergonomi. Dalam hal ini, perancangan juga mengacu pada “*Suggested Human Factors Design-Guidelines For Driver Information Systems*”, yang merupakan hasil penelitian *The University of Michigan* [7].

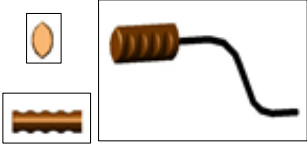
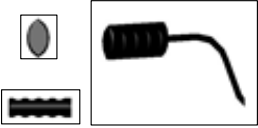


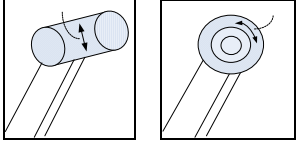

Tabel 4. Rancangan Komponen Kursi *Forklift*

No.	Komponen	Gambar	Dasar Pemikiran Rancangan
1	Sandaran Punggung dan Alas Duduk		Sandaran punggung dibuat <i>adjustable</i> , kemiringan awal 95°, dapat diturunkan sampai dengan 120° terhadap bidang horisontal sebesar 1° untuk setiap kenaikan sudut sebesar 5° pada sandaran punggung. Kenaikan sudut sebesar 5° pada sandaran punggung → kenaikan sudut 1° alas duduk. Tujuan : operator menggunakan gaya gravitasi untuk menyesuaikan posisi tulang ekor dan tulang punggung. Sudut maksimal antara sandaran punggung dengan alas duduk = 115°. Modifikasi : jarak terhadap setir dapat diatur.
2	Sandaran Tangan		Sandaran tangan dibuat <i>adjustable</i> , diletakkan pada kedua sisi kursi. Kelebihan : <i>adjustable</i> → dapat diatur penggunaannya, saat butuh sandaran tangan dapat digunakan, saat tidak butuh dapat tidak digunakan. Saat sandaran tangan tidak digunakan → tidak ada tempat untuk <i>arm rest</i> , tetapi ruang gerak luas.
3	Sabuk Pengaman		Dapat menahan tubuh operator lebih baik, sabuk pengaman menahan tubuh bagian atas (bagian dada) dan tubuh bagian atas (bagian paha). Namun, dengan adanya dua bagian yang menahan tubuh operator, gerak operator menjadi lebih terbatas.
4	Atribut Tambahan	Penambahan satu buah <i>grip</i> pada sisi sebelah kanan	Meningkatkan nilai keergonomisan <i>forklift</i> .
		Pijakan kaki diperbesar dan diperlebar	

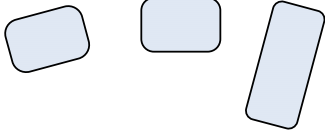
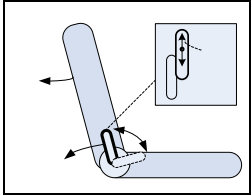
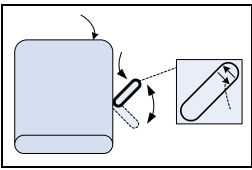
Tabel 5. Rancangan *Manual Controls*

No.	Komponen	Gambar	Dasar Pemikiran Rancangan
1	Setir		Bentuk induk setir tetap lingkaran. <i>Handle</i> tambahan berbentuk silinder, salah satu sisi memiliki lekukan. Klakson tambahan diletakkan di permukaan atas <i>handle</i> tambahan. Kelebihan : bentuk <i>handle</i> tambahan → memudahkan operator membunyikan klakson. Kekurangan : bentuk berbeda dengan setir induk, dibutuhkan penyesuaian lebih besar.

Tabel 5. Rancangan *Manual Controls* (lanjutan)

No.	Komponen	Gambar	Dasar Pemikiran Rancangan
2	Tuas Pengatur Gigi		<p>Tuas pengatur gigi dibentuk dengan dua sisi cembung yang dapat menunjukkan arah pergerakan <i>forklift</i> (maju atau mundur). Sisi cembung pada bagian depan → menunjukkan arah laju <i>forklift</i> ke depan, sisi cembung pada bagian belakang → menunjukkan arah laju <i>forklift</i> ke arah belakang. Tujuan : menyesuaikan bentuk jari tangan saat sedang memegang tuas. Ada <i>display</i> dan <i>feedback</i> saat tuas pengatur gigi dioperasikan.</p>
3	Tuas Lampu Sen		<p>Bentuk tuas lampu sen mirip dengan tuas pengatur gigi, hanya ukuran tuas lampu sen lebih kecil. Dirancang dengan bentuk yang memperjelas lampu sen sebelah mana yang akan menyala saat tuas lampu sen digerakkan, dirancang dengan bentuk yang memiliki dua sisi cembung pada permukaan depan dan permukaan belakang tuas. Tuas lampu sen ke arah depan → sen sebelah kiri menyala, juga sebaliknya. Ada <i>display</i> untuk lampu sen.</p>
4	Tuas Lampu Sorot		<p>Bentuk dibuat seperti <i>toggle switch</i> yang memiliki dua sisi, satu sisi menunjukkan posisi lampu sorot saat menyala, sisi yang lain saat lampu sorot tidak menyala, dioperasikan dengan cara ditekan ke arah kanan (menyala) dan kiri (tidak menyala). Ukuran <i>toggle switch</i> : 1.5 cm untuk <i>arm tip diameter</i>, 3 cm untuk <i>arm length</i>, dan 90° untuk <i>displacement</i>. Tuas dikendalikan dengan tangan kanan.</p>
5	Tuas Rem Tangan		<p>Bentuk dari tuas rem tangan dimodifikasi sedemikian hingga tuas dapat mengakomodasi bentuk tangan saat sedang mengendalikan tuas rem tangan, mendekati posisi <i>neutral</i>.</p>
6	Tuas Pengatur Gerak Fork		<p>Perbaikan kondisi kedua tuas dilakukan dengan memperbaiki bentuk, posisi, dan penambahan <i>display</i> untuk kedua tuas tersebut. Kedua tuas memiliki bentuk yang berbeda, satu tuas digunakan untuk melakukan gerakan vertikal → tuas dibentuk dengan arah vertikal. Tuas yang lain digunakan untuk membentuk sudut <i>fork</i>, sehingga tuas tersebut dibentuk agak bulat.</p>
7	Starter Mesin		<p>Letak <i>starter</i> dipindahkan ke posisi yang jauh dari jarak pengendalian biasa.</p>

Tabel 5. Alternatif Rancangan *Manual Controls* (lanjutan)

No.	Komponen	Gambar		Dasar Pemikiran Rancangan
8	Pedal Pengendali			Ada 3 buah pedal, pedal gas, kopling, dan rem. Berdasarkan intensitas penggunaan, pedal yang paling sering dioperasikan adalah pedal gas, sehingga pedal gas dirancang dengan penampang yang lebih besar dibanding kedua pedal yang lain. Untuk pedal kopling, letaknya diubah, disesuaikan dengan posisi duduk normal operator.
9	Tuas Tambahan	Tuas Pengaturan Sudut Kursi		Tuas dirancang dengan bentuk yang mirip dengan tuas pengaturan sudut seperti pada mobil umumnya. Arah pergerakan tuas sesuai dengan arah pergerakan kursi, jika tuas dinaikkan → sudut kursi membesar, juga sebaliknya. Tuas diletakkan di titik perpotongan antara sandaran punggung dan alas duduk. Pada tuas diberikan <i>display</i> .
		Tuas Pengaturan Jarak Kursi		Sama halnya dengan tuas pengaturan sudut, tuas untuk mengatur jarak kursi ini dirancang dengan arah pergerakan tuas yang sesuai dengan pergerakan jauh dekat kursi. Tuas diletakkan dekat tuas pengaturan sudut, tepatnya di samping kanan alas duduk. Pada tuas juga diberikan <i>display</i> .

Tabel 6. Rancangan *Visual Display*

No.	Komponen	Dasar Pemikiran Rancangan
1	Display Volume Bahan Bakar	Pada kondisi awal, warna <i>display</i> bahan bakar adalah merah dan hijau, dari kiri ke kanan, dengan jarum penunjuk berwarna oranye. Pada perancangan ulang, <i>display</i> untuk menunjukkan ketersediaan bahan bakar ini, dirancang dengan bentuk yang agak berbeda. Semula, berbentuk menyerupai setengah lingkaran, sedangkan pada rancangan usulan, <i>display</i> dibuat dengan bentuk yang makin lama makin besar, dari kiri ke kanan. Hal ini ditujukan untuk lebih meningkatkan persepsi operator saat melihat <i>display</i> . <i>Display</i> dirancang dengan 3 warna, yaitu hijau (bahan bakar penuh), oranye (bahan bakar mulai menipis), dan merah (bahan bakar kritis). Jarum penunjuk dirancang dengan 2 warna, bagian atas hitam dan bagian bawah putih (d disesuaikan dengan warna <i>background display</i>).
2	Display Temperatur	Semula, <i>display</i> terdiri dari warna kuning, hijau dan merah, dengan jarum penunjuk berwarna oranye. Urutan warna tersebut agak rancu, sebab kuning mengandung arti <i>caution</i> (hati-hati), hijau <i>safety</i> (aman), dan oranye <i>possible danger</i> (kemungkinan berbahaya) [6]. Pada usulan rancangan, urutan warna pada <i>display</i> diubah menjadi hijau, oranye, dan merah. Bentuk dari <i>display</i> mirip semula.

No.	Komponen	Dasar Pemikiran Rancangan
3	<i>Display Hourmeter</i>	<i>Display</i> pada kondisi semula tidak terlalu jelas, baik besar maupun bentuknya. Pada rancangan usulan, <i>display</i> agak diperbesar dengan menggunakan kaca cembung pada nomor penunjuk <i>hourmeter</i> .
4	<i>Display Volume Oli</i>	Semula, bentuk <i>display</i> volume oli berbentuk lampu, saat oli habis, lampu menyala. Pada rancangan usulan, bentuk ini dipertahankan, dengan pemikiran pengurangan jumlah oli jauh lebih lama dibandingkan pengurangan jumlah bahan bakar. Letak <i>display</i> ini dipindahkan ke posisi yang lebih terlihat.
5	<i>Display Volume Accu</i>	Rancangan usulan untuk <i>display</i> volume <i>accu</i> tidak jauh berbeda dengan <i>display</i> volume oli. Bentuk dipertahankan, dipindah ke posisi yang lebih terlihat.
6	Tuas Pengatur Gigi	<i>Display</i> diletakkan pada ujung tuas, pada bagian yang sering digunakan operator agar saat operator akan memegang dan mengoperasikan tuas, operator dapat dengan jelas melihat <i>display</i> , dan langsung mengerti bagaimana tuas tersebut difungsikan dan mengetahui arah pergerakan yang dihasilkan.
7	Tuas Lampu Sorot	<i>Display</i> diletakkan di dekat <i>toggle switch</i> . <i>Display</i> diletakkan pada sisi kiri dan kanan <i>toggle switch</i> . Sesuai dengan kondisi saat lampu sorot menyala atau tidak menyala. Letak <i>toggle switch</i> dipindah.
8	Tuas Pengatur Gerak Fork	<i>Display</i> untuk tuas pengatur gerak <i>fork</i> , diletakkan pada bagian yang dipegang operator saat mengoperasikan tuas. Pada dasarnya, mirip dengan tuas pengatur gigi.
9	Tuas Pengaturan Sudut Kursi	Sama halnya dengan tuas pengatur gigi dan tuas pengatur gerak <i>fork</i> , pada tuas pengaturan sudut kursi, <i>display</i> diletakkan pada tuas.
10	Tuas Pengaturan Jarak Kursi	Prinsip perancangan <i>display</i> dengan tuas pengaturan sudut kursi.
11	Lampu Sen	<i>Display</i> untuk lampu sen dirancang, agar saat operator menggunakan tuas lampu sen, operator mendapat <i>feedback</i> , lampu sen mana yang menyala (seperti pada mobil umumnya).
12	<i>Speedometer</i>	Agar operator mengetahui kecepatan dari <i>forklift</i> yang dikemudikannya, maka dirancang <i>display</i> yang menunjukkan kecepatan dari <i>forklift</i> , agar operator mendapat <i>feedback</i> sehingga operator dapat mengendalikan kecepatan <i>forklift</i> .

Berdasarkan alternatif-alternatif rancangan pada Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6, maka hasil rancangan ulang ruang kemudi *forklift* dapat dilihat pada Gambar 4.

7. Kesimpulan

Pada kondisi awal, ruang kemudi *forklift* belum dirancang dengan memperhatikan konsep ergonomi (efektif, efisien, aman, nyaman, dan sehat) dan keterbatasan-keterbatasan yang dimiliki operator serta perusahaan. Perancangan ulang terhadap ruang kemudi dilakukan dengan memperhatikan aspek-aspek tersebut. Dengan ruang kemudi yang dirancang ulang, diharapkan operator dapat bekerja pada ruang kemudi dengan kondisi yang jauh lebih ergonomis.



Gambar 4. Hasil Rancangan Ulang Ruang Kemudi *Forklift*

Daftar Pustaka

- [1] Asfahl, C. Ray. 1995. *Industrial Safety and Health Management*, 4th ed., Prentice-Hall, New Jersey.
- [2] Bridger, R.S. 1995. *Introduction To Ergonomics*. McGraw-Hill, Inc., New York.
- [3] Chaffin, Don.B.1991. *Occupational Biomechanics*. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc., New York, Chichester.
- [4] Depnakertrans, *Peraturan Perundangan*. [Online: 19 April 2004] available : <http://www.nakertrans.go.id>
- [5] McCormick, E. J. 1976. *Human Factors In Engineering and Design*. Fourth Edition, Tata McGraw-Hill Co., Ltd., New Delhi.
- [6] Osborne, David J. 1987. *Ergonomics At Work*. Second Edition. John Wiley & Sons, Ltd., Chichester, New York.
- [7] OSH Answers., *Common Factors in Forklift Accidents*. [Online :14 April 2004] available: <http://www.ccohs.com>
- [8] Pulat, B. Mustafa. 1992. *Fundamentals Of Industrial Ergonomics*. AT&T Network Systems, Oklahoma City Works and School Of Industrial Engineering University Of Oklahoma, USA.
- [9] Solidaritus. 2003. *Perancangan Ulang Kursi Roda Manual Secara Ergonomis Untuk Anak-anak Tuna Daksa*. Jurusan Teknik Industri, Universitas Katolik Parahyangan Bandung.

- [10] Sudajeng, Lilik. 2004. *Analisis Geometrik Stasiun Kerja Pengemudi Mobil Berdasarkan Antropometri Wanita Indonesia*. Seminar Ergonomi. Yogyakarta.
- [11] Susanto, Sylvana S. 2002. *Pendekatan Ergonomi Dalam Perancangan Kabin Lokomotif Untuk Meminimasi Kemungkinan Kecelakaan Kereta Api Untuk Designed Induced Human Error*. Jurusan Teknik Industri, Universitas Katolik Parahyangan Bandung.