

OPTIMASI DESAIN PADA DINDING *FURNACE* DENGAN TEMPERATUR KERJA 1000 °C
(Khoirudin¹, La Ode Mohammad Firman²)

PERENCANAAN SISTEM PENYEGARAN UDARA UNTUK RUANG KELAS FAKULTAS TEKNIK UTA'45 JAKARTA
(Audri Deacy Cappenberg)

DESAIN *SLIDE ADJUSTER* KURSI TRUK MENGGUNAKAN METODE TRIZ
(Choirul Anwar¹, Budhi M. S., Susanto S²)

PENGARUH PENAMBAHAN OKSIGENAT PADA SOLAR TERHADAP EMISI GAS BUANG MESIN DIESEL
(Yos Nofendri)

KARAKTERISTIK SIFAT MEKANIS ANTARA TIGA PRODUK MANUFAKTUR ELEKTRODA E6013
(Basori¹, Ferry Budhi Susetyo²)

PROTOTYPE ALAT BEJANA PEMBAKARAN
(Sugeng Priyanto)



JURNAL KAJIAN TEKNIK MESIN

Vol.3 No.1

E - ISSN 2502-8430

Susunan Team Redaksi Jurnal Kajian Teknik Mesin

Pemimpin redaksi

Andi Saidah

Dewan Redaksi

Sri Endah Susilowati
Harini
Audri Deacy Cappenberg
Yos Nofendri
Didit Sumardiyanto

Redaksi Pelaksana

M. Fajri Hidayat

English Editor

English Center UTA`45 Jakarta

Staf Sekretariat

Dani
Suyatno

Alamat Redaksi

Program Studi Teknik Mesin universitas 17 Agustus 1945 Jakarta
Jl.Sunter Permai Raya, Jakarta Utara, 14350, Indonesia
Telp: 021-647156666-64717302, Fax:021-64717301

JURNAL KAJIAN TEKNIK MESIN

Vol.3 No.1

E - ISSN 2502-8430

DAFTAR ISI

OPTIMASI DESAIN PADA DINDING <i>FURNACE</i> DENGAN TEMPERATUR KERJA 1000 °C	1
(Khoirudin¹, La Ode Mohammad Firman²)	
PERENCANAAN SISTEM PENYEGARAN UDARA UNTUK RUANG KELAS FAKULTAS TEKNIK UTA'45 JAKARTA	9
(Audri Deacy Cappenberg)	
DESAIN <i>SLIDE ADJUSTER</i> KURSI TRUK MENGGUNAKAN METODE TRIZ	21
(Choirul Anwar¹, Budhi M. S., Susanto S²)	
PENGARUH PENAMBAHAN OKSIGENAT PADA SOLAR TERHADAP EMISI GAS BUANG MESIN DIESEL	30
(Yos Nofendri)	
KARAKTERISTIK SIFAT MEKANIS ANTARA TIGA PRODUK MANUFAKTUR ELEKTRODA E6013	40
(Basori¹ , Ferry Budhi Susetyo²)	
PROTOTYPE ALAT BEJANA PEMBAKARAN	46
(Sugeng Priyanto)	

DESAIN *SLIDE ADJUSTER* KURSI TRUK MENGGUNAKAN METODE TRIZ

Choirul Anwar, Budhi M. S., Susanto S.

Magister Teknik Mesin Universitas Pancasila

Email:choirulanwar.engineer@gmail.com, budmulias18@gmail.com, susantosudiro@yahoo.co.id

Abstrak

Semakin tingginya persaingan harga jual kendaraan membuat OEM banyak melakukan program pengurangan biaya untuk memperoleh harga yang kompetitif. Program utama yang dilakukan OEM adalah memberikan penanganan desain produk sampai dengan produksi ke pemasok. Salah satu produknya adalah *slide adjuster* kursi truk. Kesulitan yang dihadapi oleh pemasok lokal adalah desain yang kompleks, kurangnya pengetahuan produk dan merupakan pemain baru. Dalam upaya menjawab tantangan tersebut pemasok menggunakan metode TRIZ untuk membuat konsep desain. Hasil konsep desain yang diperoleh dapat memberikan pengurangan harga dikarenakan hasil analisis fungsi dapat dilakukan pengurangan komponen. Penentuan keputusan tersebut berdasarkan hasil beda fungsi komponen dan studi paten. Untuk kekuatan struktur dari *slide adjuster* dilakukan verifikasi dengan CAE dengan hasil *stopper strength* maksimal 357.4 MPa pada *bracket lock*. *Rattle slide* diperoleh maksimal 2.775 mm arah y. Beban *slide* diperoleh 82.5 N. Metode TRIZ secara efektif dapat digunakan untuk desain produk *slide adjuster* kursi truk.

Kata kunci: OEM, TRIZ, CAE

Abstract

The increasing competition in the selling price of the vehicle makes the OEM lot of cost reduction programs to obtain competitive prices. The OEM's main program is to provide handling of product design to production to suppliers. One of its products is the slide adjuster of truck seats. The difficulties encountered by local suppliers are complex design, lack of product knowledge and new players. In an effort to answer the challenge, the supplier uses TRIZ method to create the design concept. The results of the design concepts obtained can provide price reductions due to the results of function analysis can be done component reduction. The decision is based on the result of different component functions and patent study. For structural strength of the slide adjuster verification with CAE with maximal 357.4 MPa stopper strength in bracket lock. Rattle slide obtained maximum 2.775 mm y direction. Slide load obtained 82.5 N. TRIZ method can effectively be used to design slide truck seat adjuster products.

Keywords: OEM, TRIZ, CAE

1. LATAR BELAKANG

Beberapa OEM memberikan kesempatan kepada pemasok untuk membuat desain komponen secara mandiri. Hal ini dilakukan OEM dalam upaya memenuhi program pengurangan biaya pengembangan produk yang ada di OEM dan memberikan peluang kepada pemasok untuk dapat membuat komponen dengan harga yang kompetitif. Salah satu komponen yang dibuat dari proses desain sampai dengan produksi dilakukan oleh pemasok adalah kursi kendaraan.

Kursi kendaraan merupakan komponen penting dari sebuah kendaraan karena berhubungan dengan kenyamanan dan keamanan pengemudi pada saat berkendara di jalanan. Salah satu bagian yang menjadi perhatian serius adalah *slide adjuster*. *Slide adjuster* atau *seat track* merupakan komponen yang berfungsi sebagai mekanisme rel untuk posisi kursi yang dapat lebih maju atau mundur menyesuaikan posisi nyaman dari pengemudi.

Kendala yang dihadapi pemasok lokal dalam membuat desain *slide adjuster* kursi kendaraan adalah desain yang kompleks, kurangnya pengetahuan tentang komponen yang akan dikembangkan dan pemasok lokal merupakan pemain baru. Selain itu sudah banyaknya produk *slide adjuster* yang dibuat oleh kompetitor produsen kursi kendaraan, desain yang telah terdaftar sebagai hak paten dan harga yang kompetitif dari kompetitor. Hal tersebut

membuat pemasok lokal perlu melakukan terobosan untuk membuat desain yang inovatif dengan harga yang kompetitif dan dapat didaftarkan sebagai hak paten.

Pada dasarnya membuat sesuatu yang baru merupakan hal yang sangat sulit sehingga dalam upaya membuat inovasi produk dapat dilakukan dengan pengembangan desain yang sudah ada. Pengembangan desain yang sudah ada dapat dilakukan dengan mempelajari paten-paten terdahulu untuk melihat kekurangan dan kelebihan dari produk tersebut sehingga akan timbul perbaikan baru. Sehingga desain produk *slide adjuster* kursi truk akan dibuat dengan menggunakan metode TRIZ.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Metode Triz

TRIZ merupakan singkatan dari kata-kata dalam bahasa Rusia (*Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch*) yang berarti “Teori Solusi Masalah Inventif”, dikembangkan pertama kali oleh seorang ilmuwan asal Rusia yang bernama Genrich S. Altshuller pada tahun 1946 (Souchkov, 2011). Metode TRIZ adalah metode pemecahan masalah yang berdasarkan pada logika dan data, bukan intuisi, yang mempercepat kemampuan untuk menyelesaikan masalah secara kreatif. Metode ini berlaku untuk semua permasalahan teknis dan non teknis.

TRIZ meminimasi waktu yang terbuang dalam menyelesaikan suatu permasalahan kontradiktif. Hal ini dikarenakan sudah adanya pendekatan solusi-solusi yang dapat menyelesaikan permasalahan tersebut (Souchkov, 2011).

Untuk membantu memecahkan masalah, metode TRIZ akan mengubah permasalahan spesifik (*specific problem*) menjadi permasalahan abstrak (*abstract problem*) untuk kemudian dipecahkan menjadi solusi abstrak (*abstract solution*) dan dituangkan menjadi solusi spesifik (*specific solution*).

Dalam proyek pengembangan produk ada beberapa alat bantu yang digunakan dalam analisis TRIZ antara lain:

- a) *Kontradiksi*
- b) *Fungsi*
- c) *Ide*
- d) *Sumber*
- e) *Batas, Waktu dan Pertemuan*

2.2 Kursi Truk

Kursi truk merupakan jenis kursi kendaraan untuk truk yang mempunyai spesifikasi dibawah kursi kendaraan untuk kendaraan penumpang. Hal tersebut dikarenakan posisi, fungsi kendaraan dan dampak cedera pada saat terjadi kecelakaan mempunyai kondisi yang berbeda. Kursi kendaraan adalah komponen yang berfungsi sebagai dudukan pengemudi pada saat berada didalam kendaraan. Kursi kendaraan mempunyai beberapa fitur yang digunakan untuk memposisikan pengemudi pada saat berkendara dalam posisi yang dirasakan nyaman. Fitur-fitur utama yang wajib ada pada kursi kendaraan adalah *recliner* dan *slide adjuster*. Selain itu ada juga fitur *headrest*, *lifter adjuster*, *folding*, *tumbling*, *arm rest* dan lainnya. *Recliner* berfungsi sebagai sebagai pengatur posisi sandaran belakang sesuai dengan keinginan pengemudi dalam bentuk sudut. *Slide Adjuster* berfungsi sebagai mekanisme rel untuk posisi kursi yang dapat lebih maju atau mundur menyesuaikan posisi nyaman dari pengemudi.

2.3 Slide Adjuster

Sebagai bagian dari fitur kursi kendaraan slide adjuster mempunyai peranan yang besar terhadap keamanan dalam berkendara. Keamanan pada slide adjuster mengacu kepada persyaratan produk dan regulasi. Persyaratan produk terdiri dari kekuatan struktur, kekuatan operasi mekanisme dan daya tahan produk terhadap waktu penggunaan. Regulasi produk mengacu kepada regulasi keselamatan berkendara seperti ECE R14 dan ECE R17.

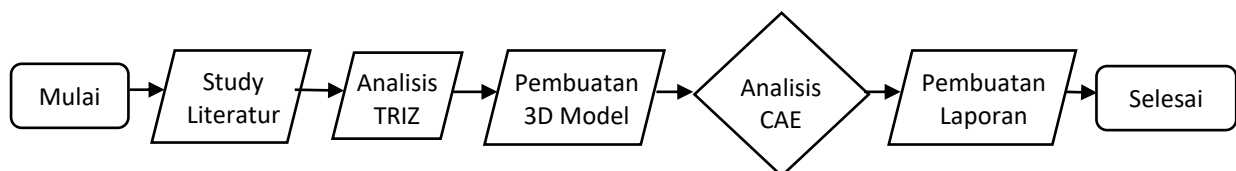
Slide adjuster mempunyai beberapa data spesifikasi yang terdiri dari panjang jarak kerja *slide*, mekanisme mengunci *slide*, mekanisme rail, area pegangan ke struktur mobil dan area pegangan ke rangka kursi. Dalam penggunaannya slider harus mampu menahan beban pengendara dan tetap bergerak mulus saat pengendara memosisikan dirinya. Data-data tersebut disesuaikan berdasarkan persyaratan dari OEM.

2.4 CAD dan CAE

Computer-aided design (CAD) melibatkan penggunaan komputer untuk membuat gambar desain dan model produk. Desain yang disandingkan biasanya dikaitkan dengan grafik komputer interaktif, yang dikenal sebagai CAD (Kalpakjian, 2009). CAD merupakan perangkat lunak yang banyak digunakan untuk pembuatan 3D model dari suatu ide objek produk menjadi sebuah desain. CAE merupakan *software* komputasi numerik FEA (*Finite element analysis*) yang digunakan untuk mempermudah analisis kekuatan struktur, CFD (*Computational Fluid Dynamics*) dan *Multibody Dynamic* berdasarkan geometri dari CAD. CAE banyak digunakan sebagai langkah awal verifikasi produk sebelum pembuatan prototype untuk memberikan tingkat kepercayaan terhadap desain yang dibuat.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dari proses konsep desain sampai dengan verifikasi desain dengan CAE. Adapun metodologi penelitian yang dilakukan berdasarkan gambar 3.1 dibawah ini



Gambar 3.1 Alur Penelitian

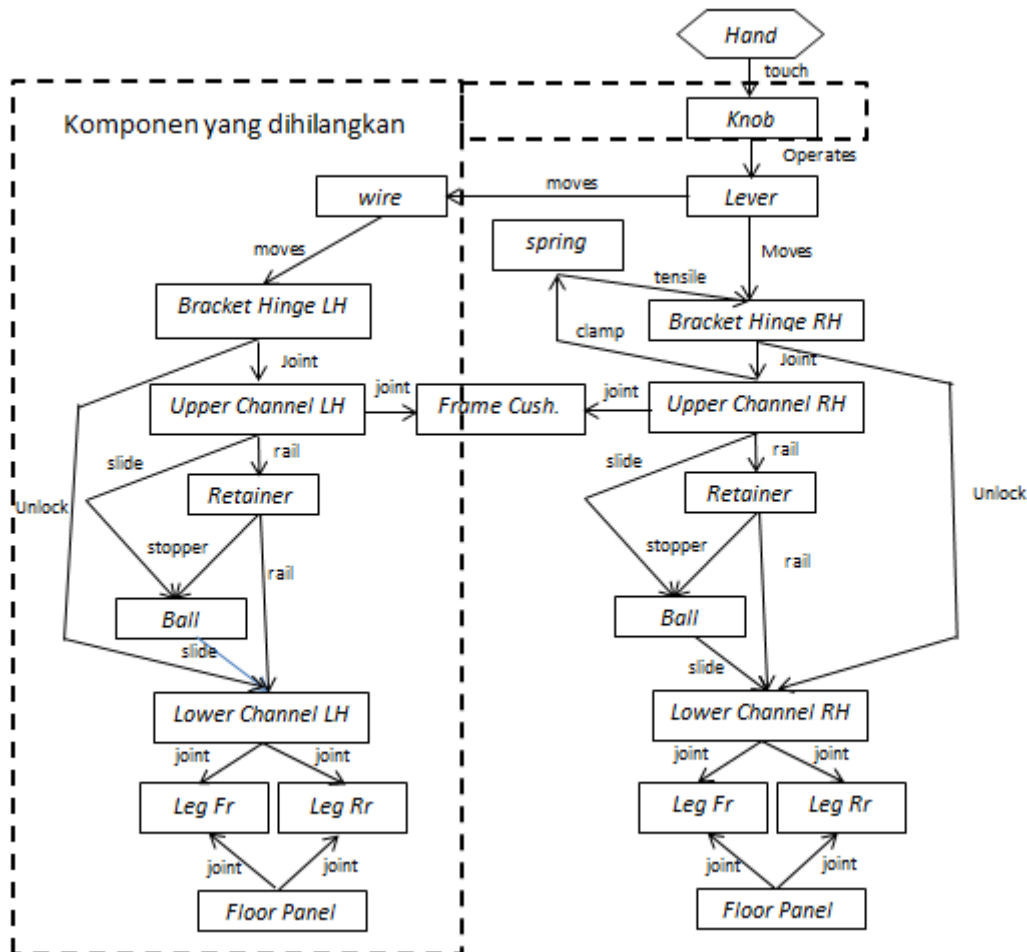
4. HASIL PENELITIAN

Slide Adjuster merupakan komponen yang terdiri dari beberapa sub komponen, sehingga alat bantu dari TRIZ yang digunakan yaitu analisis fungsi. Dengan analisis fungsi komponen yang terdiri dari banyak sub komponen akan lebih mudah dipahami masing-masing fungsinya, setelah itu bisa diurutkan untuk diketahui sub komponen mana yang bisa dihilangkan.

Beberapa metode yang dilakukan untuk mengetahui cara kerja dari sistem *slide adjuster* dan permasalahannya dengan bedah komponen dan studi paten.

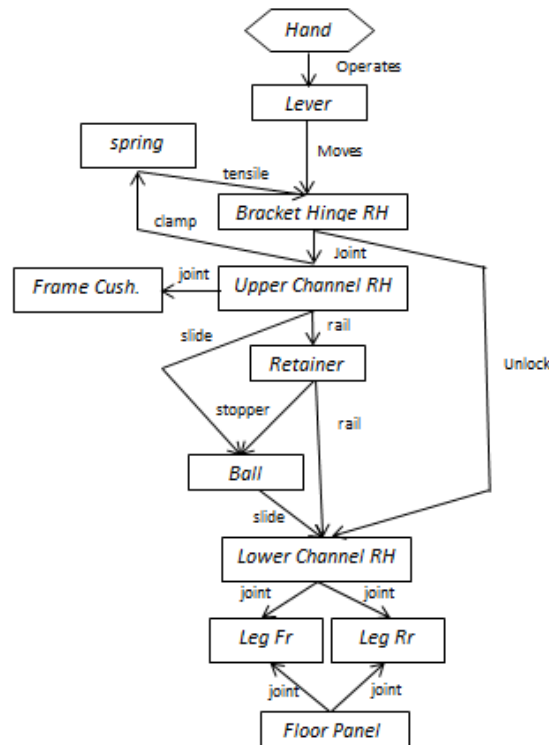
4.1 Beda Komponen

Hasil bedah komponen dari *slide asjuster*, dapat digambarkan dalam analisis fungsi. Analisis fungsi dari *slide adjuster* yang menggambarkan sub-komponen pendukungnya dan juga fungsi masing-masing sub-komponen.



Gambar 4.1 Diagram Analisis Fungsi *Slide Adjuster*

Berdasarkan diagram analisis fungsi diatas sub komponen yang bisa dihilangkan yaitu *plate spring left*, *lock mechanism left* dan *lock bores left*. Sub-komponen tersebut fungsinya bisa digantikan oleh sub komponen yang sama di sebelah kanan. Sehingga didapat analisis fungsi yang baru.

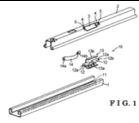
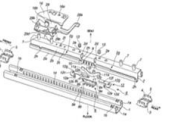
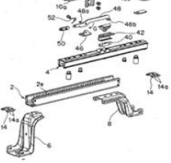
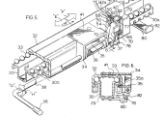


Gambar 4.2 Analisis Fungsi Setelah Proses Penghilangan

4.2 Studi Paten

Tujuan dari mempelajari paten ini yaitu untuk mencari sistem yang paling sederhana dari *slide adjuster*. Mekanisme yang dipilih adalah no.4 pada tabel 4.1 dan selanjutnya akan digunakan untuk analisis RCA +, seperti pada tabel dibawah ini

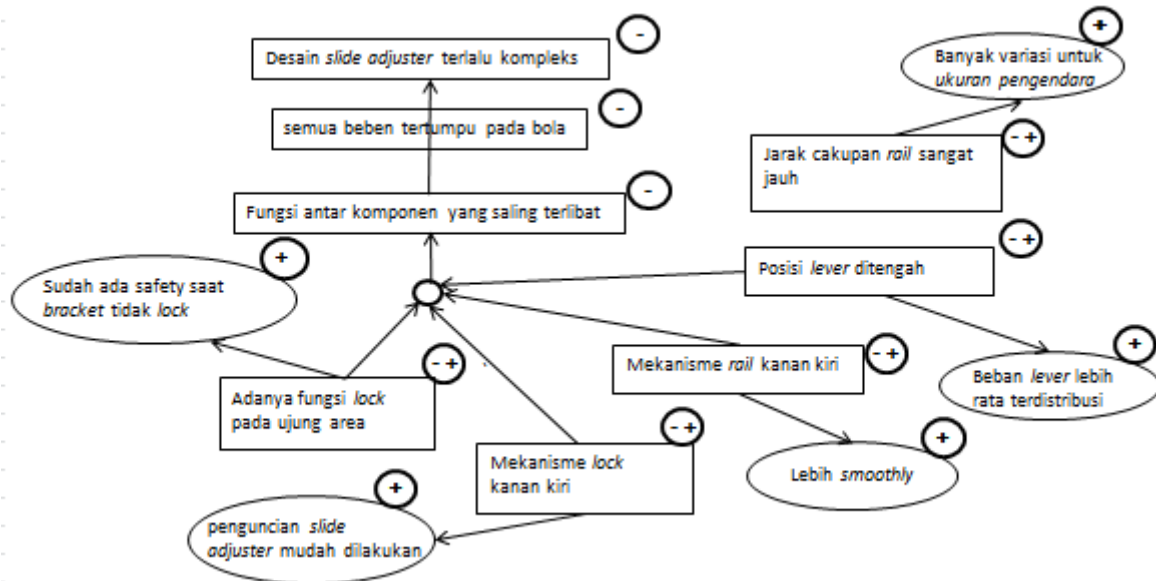
Tabel 4.1 Paten *Slide Adjuster*

No.	Paten No./ Tahun	Batasan	Tipe Mekanisme Pengunci	Gambar/ Tampilan	Kondisi Kerja Kunci	Keputusan Harga Produk
1	US7735798 / 2010	<i>Sliding rail</i>	Kunci strip (Lock bores)		Mekanisme <i>lock arm</i> terletak pada <i>inner</i> dan lubang <i>locking</i> pada <i>outer</i> bagian dalam	Sama dengan <i>existing</i>
2	US6616241 / 2003	<i>Sliding rail</i>	Kunci strip (Lock bores)		mekanisme <i>lock arm plug in</i> dalam lubang pengunci dan terletak pada <i>outer</i> bagian dalam	Lebih mahal (↑)
3	US005671/ 2005	<i>Sliding rail</i>	Kunci strip (Lock bores)		mekanisme <i>lock arm</i> kearah depan lubang pengunci dengan mekanisme berada pada <i>outer</i>	Sama dengan <i>existing</i>
4	US5531503 / 1996	<i>Seat Track Assembly</i>	Kunci dengan mekanisme engsel		mekanisme <i>lock arm</i> pada <i>bracket lock</i> di <i>outer</i> dan lubang <i>locking</i> pada <i>inner</i> . Mekanisme engsel yang dibantu gaya <i>spring</i>	Lebih murah (↓)

4.3 Anal
adjuster

de
not

Conflict Analysis (RCA+) dari *slide adjuster* yang diambil dari hasil seleksi paten dan dikembangkan kedalam analisis.



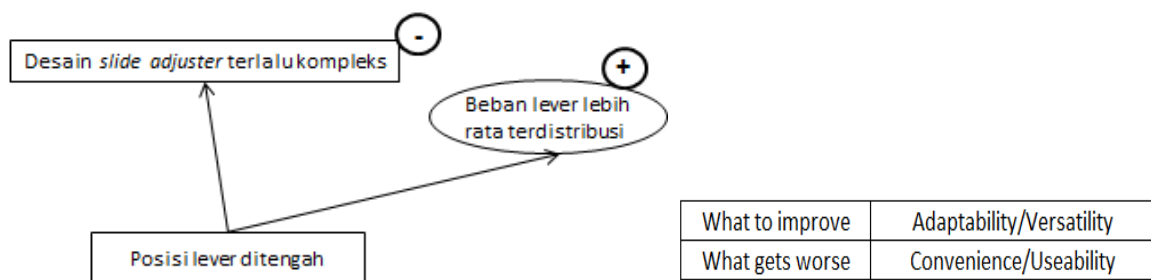
Gambar 4.3 RCA+ of Car Slide Adjuster

Dari RCA+ diatas didapatkan beberapa kontradiksi, sehingga perlu dibuatkan tabel skoring untuk menentukan masalah mana yang menjadi prioritas.

Tabel 4.2 Tabel Scoring

No.	Masalah	1	2	3	4	5	Skor	Rank
1	Ada Fungsi Lock Pada Ujung Area		-	-	-	-	-4	4
2	Mekanisme Lock Kanan Kiri	+		+	-	+	2	2
3	Mekanisme Rail Kanan Kiri	+	-		-	+	0	5
4	Posisi Lever Ditengah	+	+	+	-	+	4	1
5	Jarak Cakupan Rail Sangat Jauh	+	-	-	-		-2	3

Dari tabel 4.2 terlihat bahwa *problem no. 4* (*posisi lever ditengah*), merupakan prioritas utama untuk dicarikan solusinya. Untuk itu perlu dibuat RCA+ yang fokus pada sistem *lever*.



Gambar 4.4 RCA+ Slide Adjuster

Untuk mencari solusi abstrak dari RCA+ diatas digunakan matriks kontradiksi dari TRIZ seperti pada gambar 4.8 dibawah ini

		Positive Effect (what to improve) → Negative effect (what gets worse) ↓				
		Shape / Form	Material quantity	Information quantity	Duration of action of a moving object	Duration of action of an immobile object
		9	10	11	12	13
13	Duration of action of an immobile object	17 3 40 14	35 31 3 40	24 7 10 25	35 24 38 4 3	
14	Speed	17 7 15 18	2 35 19 5	7 2 10 5	35 40 19 3 5	3 13 35 5 2
15	Force / Moment	35 10 3 40	14 18 29 28	13 17 37 3 1	0 10 2 12	2 10 13 3
16	Energy consumption by a moved object	29 2 3 12 19	35 2 34 19	7 2 25 24	18 28 35 6	28 2 35 13
17	Energy consumption by a immobile object	7 35 24 30	35 31 3 24	2 19 17 20	40 35 3 19 4	40 35 3 17


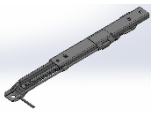
Solusi :
Segmentasi Bentuk Lever

Alternative Solution:
 (1) Segmentation
 (5) Merging
 (10) Prior Action
 (25) Self Service
 (26) Copying

Gambar 4.8 Matrik Kontradiksi dan Solusi Abstrak

4.4 Konsep Akhir

Tabel 4.3 Konsep Akhir *Adjuster Slider*

Sebelumnya	Triming Component	RCA+	Modifikasi	Keterangan
	a. 1 Set rail dihilangkan (Bagian Kiri) b. Knob dihilangkan c. Rubah fungsi slider bagian kiri dengan bracket rail	a. Merubah mekanisme <i>lever</i>		a. Penambahan <i>roller</i> b. Lock menggunakan bracket dengan slot

Tabel 4.3 menunjukkan hasil akhir dari konsep desain yang digunakan untuk *slide adjuster*. Dengan menggunakan analisis fungsi, penghilangan dan RCA+ diperoleh konsep baru dengan beberapa komponen dihilangkan dan lainnya diperbaiki.


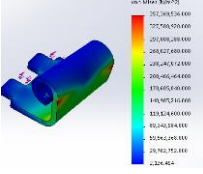
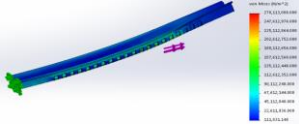
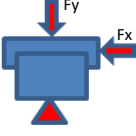
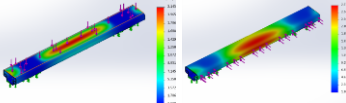
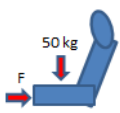
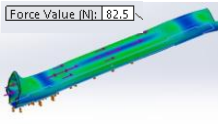
4.5 Analisis CAE

Analisis CAE dilakukan hanya pada persyaratan desain yang mempunyai nilai resiko paling besar antara lain *stopper strength*, *rattle slide* dan beban *sliding*. Adapun material spesifikasi ditunjukkan pada tabel 4.4. Sedangkan untuk kondisi batas ditunjukkan pada tabel 4.5

Tabel 4.4 Material Spesifikasi *Slide Adjuster*

No.	Nama Part	Material	Spesifikasi Material						
1	<i>Bracket Front</i>	SPCC	<table border="1"> <tr> <td>SPCC (JIS G3141)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Yield Stress (Mpa)</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Tensile Stress (Mpa)</td> <td>270 min</td> </tr> </table>	SPCC (JIS G3141)		Yield Stress (Mpa)	-	Tensile Stress (Mpa)	270 min
SPCC (JIS G3141)									
Yield Stress (Mpa)	-								
Tensile Stress (Mpa)	270 min								
2	<i>Bracket Rear</i>	SPCC							
3	<i>Inner Slider</i>	SAPH440	<table border="1"> <tr> <td>SAPH440 (JIS G3113)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Yield Stress (Mpa)</td> <td>275-305</td> </tr> <tr> <td>Tensile Stress (Mpa)</td> <td>440 min</td> </tr> </table>	SAPH440 (JIS G3113)		Yield Stress (Mpa)	275-305	Tensile Stress (Mpa)	440 min
SAPH440 (JIS G3113)									
Yield Stress (Mpa)	275-305								
Tensile Stress (Mpa)	440 min								
4	<i>Bracket Hinge</i>	SPCC							
5	<i>Bracket Lock</i>	SAPH440	<table border="1"> <tr> <td>SS41 (JIS G3101)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Yield Stress (Mpa)</td> <td>235 min</td> </tr> <tr> <td>Tensile Stress (Mpa)</td> <td>400-510</td> </tr> </table>	SS41 (JIS G3101)		Yield Stress (Mpa)	235 min	Tensile Stress (Mpa)	400-510
SS41 (JIS G3101)									
Yield Stress (Mpa)	235 min								
Tensile Stress (Mpa)	400-510								
6	<i>Hook Lever</i>	SPCC							
7	<i>Outer Slider</i>	SAPH440							
8	<i>Lever</i>	SS41							
9	<i>Retainer</i>	SPCC							
10	<i>Ball</i>	SS41							
11	<i>Roll</i>	SS41							
12	<i>Spring</i>	SWPA							

Tabel 4.5 Kondisi Batas dan Hasil Analisis CAE

No.	Persyaratan Desain	Kondisi Batas	Hasil	Keputusan
1	<i>Stopper Strength</i>	<p>Beban Tarik F=350 kgf</p>  <p>Pegangan Tetap</p> <p>Area Fokus Pengamatan (Kontak)</p>	<p>1.a. <i>Bracket Lock</i> Max stress= 357.4 Mpa</p>  <p>OK jika Max Stress < UTS: 357.4 < 440 Mpa</p> <p>1.b. <i>Inner slide</i> Max stress= 270 Mpa</p>  <p>OK jika Max Stress < UTS: 270 < 440 Mpa</p>	OK
2	<i>Rattle Slide</i>	 <p>Fx= Fy = 50 Kgf Pemberian gaya secara terpisah (masing-masing).</p>	 <p>Maks deformasi (y) Maks deformasi (x)</p> <p>- Max deformasi (x) = 2.775 mm (<3 mm; OK) - Max deformasi (y) = 2.143 mm (<3 mm; OK)</p>	OK
3	<i>Beban Slide</i>	 <p>50 kg</p> <p>F</p>	 <p>[Force Value (N): 82.5]</p> <p>- Beban yang diperlukan untuk mendorong berat kursi 25 kg (dibagi rata 2 sisi)= 82.5 N (<118 N;OK)</p>	OK

5. KESIMPULAN

- a) Hasil analisis TRIZ untuk konsep akhir *slide adjuster* menggunakan *single slide adjuster* pada satu sisi dan sisi lainnya dengan *bracket slide*.

- b) Metode TRIZ efektif dalam membuat konsep desain dengan mempelajari struktur fungsi produk dan studi paten yang pernah ada untuk melihat kekurangan dan kelebihan dalam membuat temuan baru.
- c) Hasil analisis CAE untuk pengujian *stopper strength* dimana maksimum *stress* tertinggi pada *bracket lock* sebesar 357.4 MPa ($< \sigma$ ultimate SAPH440 sebesar 440MPa). Pengujian *rattle slider* dengan deformasi tertinggi sebesar $x= 2.775$ mm dan $y= 2.143$ (standar < 3 mm). Pengujian Beban *sliding* sebesar 82.5 N (Standar < 118 N).

OEM	<i>Original Equipment Manufacture</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAE	<i>Computer Aided Engineering</i>
TRIZ	<i>Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch</i>

DAFTAR PUSTAKA

- Souchkov, V. *TRIZ and xTRIZ Techniques and References: Technology and Engineering Applications*. Netherlands: ICG Training & Consulting. 2011;1-4
- Kalpakjian, S., Secope, Steven R. Schmid, dan Hamidon Musa. *Manufacturing Engineering and Technology*. New York: Prentice Hall. 2009;1097-1098
- Salamatov, Yuri. *Triz: The Right Solution At The Right Time: A Guide To Innovative Problem Solving*. Netherlands: Insytec B.V. 1999.
- Mazur, Glenn. *QFD 2000: Integrating QFD and Other Quality Methods to Improve of New Product Development Process. International Symposium in QFD 2000. Symposium 12 on QFD 6th: QFD Institute. 2000.*
- Devare, Sagar dan Patel Arum. *Design and Optimize The Automotive Seat Track (Upper and Lower Rail) Using FEA*. SSRG International Journal of Mechanical Engineering. 2015; Vol.2, No.12: 11-14
- Sonawane P., Mangesh dan S.K Bhor. *Design and Optimization of Upper and Lower Rail for Automotive Seat Track Mechanism. International Engineering Research Journal. 2015; Issue 2: 4220-4223*