

MAKALAH ILMIAH

PERANCANGAN PELAT INJAKAN PADA ALAT PENGANGKAT KURSI RODA UNTUK NAIK KE DALAM BUS PADA TRANSPORTASI UMUM



Oleh

Remon Lapisa, ST.MT

MILIK PERPUSTAKAAN UNIV. NEGERI PADANG	
DITERIMA TGL.	: 16 Januari 2012
SUMBER/MARCA	: Hd /
KOLEKSI	: K1
NO. INVENTARIS	: 18 (Hd) 2012 - p. 1 (1)
KLASIFIKASI	:

JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG

PERANCANGAN PELAT INJAKAN PADA ALAT PENGANGKAT KURSI RODA UNTUK NAIK KE DALAM BUS PADA TRANSPORTASI UMUM

Remon Lapisa ST,MT

Staf pengajar Jurusan Teknik Otomotif Universitas Negeri Padang

Abstrak

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam pembangunan infrastruktur, seharusnya memberikan kontribusi positif terhadap kesejahteraan seluruh lapisan masyarakat tanpa adanya diskriminasi sedikitpun, termasuk bagi para penyandang cacat. Manusia memiliki hak yang sama dalam penggunaan seluruh fasilitas umum yang disediakan oleh negara.

Beberapa perundang-undangan yang berlaku di Indonesia, mensyaratkan bagi pengembangan teknologi untuk kepentingan umum, harus mengakomodir kebutuhan para penyandang cacat, sehingga mereka mampu mempergunakan fasilitas tersebut dengan mudah, mandiri tanpa tergantung pada orang lain. Untuk itu pada setiap pembangunan konstruksi dan sarana transportasi harus menyertakan media mobilitas yang ramah bagi penyandang cacat seperti jalur pedestrian yang landai, rambu-rambu lalu lintas khusus, kamar kecil yang terakses dll.

Dalam makalah ini akan dirancang sebuah alat bantu pengangkat yang diperuntukan bagi penyandang cacat lumpuh dengan menggunakan kursi roda agar mereka dapat naik ke atas angkutan umum secara mandiri. Alat ini dipasang pada sebuah bus berukuran sedang yang memungkinkan mereka duduk dengan nyaman, tanpa harus melepas dan melipat kursi roda yang digunakannya. Secara umum alat ini terdiri dari komponen pelat injakan, rangka utama dan penggerak hidrolik. Untuk desain awal, pembahasan dibatasi pada pemilihan bahan dan desain pelat injakan yang berupa lembaran tipis terbuat dari baja pegas murni sebagai material dasar. Desain ini didasarkan pada kajian analitis dan numerik atas beban maksimal operasional yang akan dilakukan dan analisa kekuatan bahan ditinjau dari perhitungan momen, defleksi dan gaya kritis yang diijinkan. Dengan analisa yang cermat diharapkan pemilihan bahan dan ukuran untuk pelat injakan mampu beroperasi dengan aman dan mudah.

Kata kunci : penyandang cacat, pelat baja, analisa kekuatan bahan

1. Pendahuluan

Manusia sebagai makhluk hidup memiliki kemampuan untuk mengelola kehidupannya menjadi lebih baik dengan memanfaatkan semua kelebihan yang dimiliki. Manusia mampu mengembangkan potensi diri untuk mendapatkan berbagai kemudahan dalam mengatasi semua problem hidup yang dihadapi. Potensi tersebut bisa berupa kemampuan fisik, kemampuan akal, bakat dan materi. Namun tidak semua manusia tercipta dalam keadaan fisik sempurna. Sebagian ada yang terlahir dalam keadaan cacat, baik yang dibawa semenjak lahir maupun yang diderita akibat penyakit dan kecelakaan.

Sebagai makhluk hidup, secara umum manusia memiliki beberapa keterbatasan :

- a. Keterbatasan fisik : terbatasnya organ tubuh atas jangkauan, kekuatan, ketahanan / stamina terhadap kondisi alam dan perlakuan kerja terhadap sebuah objek material, misalnya memotong, membengkokkan , melebur , melicinkan dsb.
- b. Keterbatasan non fisik : seperti ilmu pengetahuan , teknologi, kemampuan rekayasa, manajerial dan organisatoris.

Untuk mengatasi keterbatasan diatas, manusia dibekali akal fikiran yang mampu mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dengan pengembangan rekayasa teknik, manusia mampu menciptakan sarana dan prasarana untuk meningkatkan mobilitas, efisiensi, kenyamanan dan kemudahan kerja. Riset dan pengembangan iptek yang berkesinambungan dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas hidup manusia.

Namun disayangkan paradigma pembangunan berbasis ilmu dan teknologi belum mengakomodir kebutuhan semua lapisan masyarakat. Sebagian fasilitas publik tidak mengakomodasi kepentingan manusia cacat, lanjut usia , ibu hamil dan kalangan ekonomi menengah kebawah. Kepentingan mereka seringkali terabaikan oleh pertimbangan ekonomi yang berorientasi pada keuntungan semata. Karena sebagian orang berpendapat bahwa jumlah penderita cacat tidak signifikan dibanding total populasi. Sebagai contoh, data pada dinas sosial DKI Jakarta pada bulan Juni 1999 jumlah penyandang cacat sebanyak 8.380 jiwa [1], jumlah yang sedikit dibanding dengan total penduduk jakarta pada saat itu.

1.1.Penyandang Cacat

Cacat adalah kondisi abnormal yang dialami oleh seseorang yang berakibat terhambatnya proses interaksi,aktualisasi diri dalam kehidupan sosial. Secara umum keadaan cacat dibedakan menjadi tiga macam [2]:

- a. Cacat fisik : yaitu kelainan jasmani baik yang dibawa dari lahir maupun yang dikarenakan oleh kecelakaan seperti buta warna , tuli , bisu , kelainan tulang , lumpuh, disfungsi organ tubuh dsb
- b. Cacat mental (non fisik) : yaitu kelainan kejiwaan yang menimbulkan daya interaksi mereka tidak sama dengan manusia pada umumnya seperti penyakit imbisil, idiot , gangguan kejiwaan
- c. Cacat fisik dan mental

Sebagai manusia para penyandang cacat tetap membutuhkan aksesibilitas yang baik, memperoleh kesempatan dan hak yang sama dengan manusia normal. Termasuk mobilitas secara mandiri tanpa tergantung dengan orang lain.

Untuk menjamin persamaan hak dan kesempatan ini, Indonesia sebenarnya memiliki peraturan perundang-undangan tentang penderita cacat yang cukup lengkap, antara lain :

- a. UU No 4 tahun 1997 tentang penyandang cacat

- b. PP No 43 / 98 tentang upaya peningkatan kesejahteraan sosial bagi penyandang cacat
- c. Keputusan Presiden No 82 tahun 1999 tentang lembaga koordinasi dan pengendalian peningkatan kesejahteraan sosial penyandang cacat
- d. Keputusan Menteri perhubungan No KM71 / 1999 tentang aksesibilitas bagi penyandang cacat dan orang sakit pada sarana dan prasarana perhubungan
- e. Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No 468 / KPTS / 1998 tentang persyaratan teknis aksesibilitas pada bangunan umum dan lingkungan

1.2. Alat Transportasi

Dalam kehidupan sosial, manusia membutuhkan alat bantu yang bisa mengantarkan dirinya atau benda lain yang dimilikinya, berpindah dari satu lokasi menuju lokasi lain yang diinginkan. Alat bantu tersebut sering disebut dengan alat transportasi. Berdasarkan jarak perpindahannya, alat transportasi bisa dikelompokkan kedalam 2 golongan :

- a. Alat transport jarak dekat : memindahkan orang / barang dalam jarak dekat dan dalam lokasi tertentu. Contoh ; elevator, skalator, conveyor, crane dll
- b. Alat transport jarak jauh : memindahkan orang / barang dalam jarak jauh dan perpindahannya tidak permanen dalam sebuah jalur tertentu. Contoh ; mobil, sepeda motor, kapal laut, kereta api, pesawat terbang dll

Pada makalah ini, kita akan merancang alat pengangkat kursi roda yang akan dipasang pada bus umum sebagai alat transportasi jarak jauh yang bisa dipergunakan untuk membawa penyandang cacat. Pengembangan alat transportasi umum dewasa ini lebih memperhatikan faktor efisiensi , aerodinamis, kenyamanan dan estetika. Termasuk didalamnya memperhatikan kebutuhan khusus para penyandang cacat yang memerlukan penanganan tersendiri.

1.3. Persyaratan Aksesibilitas

Mengingat besarnya perhatian pemerintah terhadap para penyandang cacat, maka perlu digagas sebuah pelayanan transportasi umum yang bisa dimanfaatkan oleh penyandang cacat secara leluasa hingga mereka dapat menjangkau semua lokasi yang mereka tuju. Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Perhubungan No KM71 thn 1999 bab 5 Pasal 5, tentang aksesibilitas bagi penyandang cacat dan orang sakit pada sarana dan prasarana perhubungan , maka beberapa fasilitas yang harus dipenuhi :

- Ruang khusus yang disediakan bagi penyandang cacat dan orang sakit agar bisa bergerak bebas pada angkutan umum
- Alat bantu naik turun dari sarana transportasi
- Tanda khusus bagi para pengendara tuna rungu/ cacat kaki atau tangan agar dapat dikenali oleh pengendara lainnya
- Kondisi jalan keluar masuk terminal harus landai
- Kondisi peturasan yang dapat dimanfaatkan oleh penyandang cacat dan orang sakit tanpa bantuan pihak lain
- Pengadaan jalur khusus akses keluar masuk terminal

- Konstruksi tempat pemberhentian kendaraan umum yang sejajar dengan permukaan pintu masuk kendaraan
- Pemberian kemudahan dalam pembelian tiket

Berdasarkan ketentuan Departemen Pekerjaan Umum, aksesibilitas bangunan dan lingkungan mencakup sarana mobilitas dan fasilitas yang ramah bagi penyandang cacat

Sarana mobilitas tersebut mencakup :

- Jalus pedestrian
- Jalur pemandu
- Area Parkir
- Angkutan umum
- Tangga
- Pintu
- Lift

Sarana fasilitas tersebut meliputi :

- Kamar kecil
- Pancuran
- Watafel
- Perabot rumah tangga
- Rambu-rambu
- telepon umum dll

2. Pengembangan konsep alat pengangkat

2.1. Konsep Perencanaan

Alat yang akan dirancang ini adalah pesawat pengangkat yang gerakan utamanya adalah naik turun secara vertikal, mengangkat orang cacat lumpuh dengan kursi roda dari bawah (jalan / lantai) keatas bus tanpa bantuan orang lain.

Tenaga penggerak yang akan digunakan adalah sistem hidrolik yang mampu menahan beban yang cukup besar , sederhana dalam pemakaian dengan faktor keamanan yang terjamin. Alat ini dipasang permanen pada sebuah pintu yang khusus diperuntukan sebagai jalur naik turun-keluar masuk para penyandang cacat lumpuh dengan kursi roda. Pintu berada pada bagian belakang bus dan dapat terbuka secara sempurna. Luas dan lebar pintu disesuaikan dengan ukuran alat pengangkat.

Faktor utama yang perlu diperhatikan adalah keamanan dan kenyamanan pengguna. Untuk efisiensi dan biaya belum menjadi pertimbangan penting dalam rancangan ini. Pemasangan alat ditata sedemikian rupa sehingga tidak mengganggu operasional bus dan tidak membahayakan bagi pengguna lainnya

2.2. Syarat Kerja

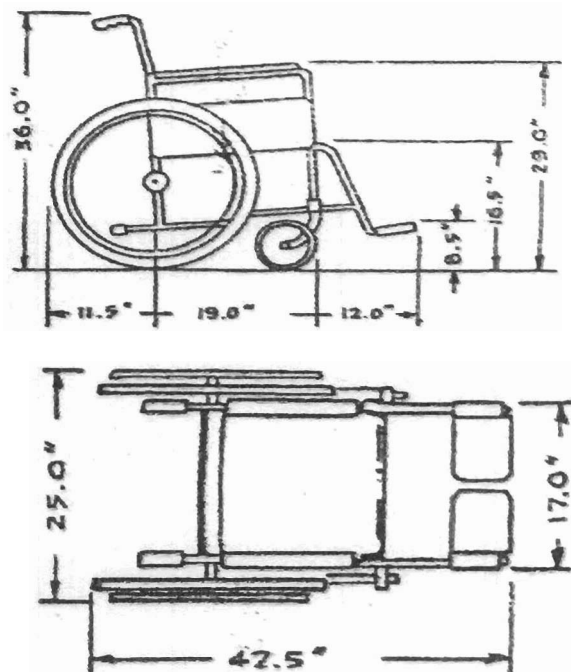
Calon pengguna alat pengangkat ini memiliki karakteristik yang berbeda. Karena alat ini diperuntukan bagi umum, maka diharapkan bisa melayani semua kondisi penumpang yang beraneka ragam. Beberapa faktor yang menjadi pertimbangan :

- a. Perbedaan ukuran dan bobot badan. Bobot tubuh manusia tidak sama. Alat ini harus bisa beroperasi pada bobot maksimal penumpang yang ada
- b. Perbedaan jenis kelamin. Alat pengangkat ini bisa dipergunakan oleh laki-laki dan perempuan
- c. Perbedaan usia. Diharapkan orang lumpuh dengan kursi roda yang lanjut usia bisa memanfaatkan fasilitas ini.

2.3. Data teknik Kursi Roda

Bentuk dan ukuran kursi roda tergantung kebutuhan, kualitas dan harga jualnya. Ada yang didorong secara manual dengan bantuan manusia, ada yang menggunakan motor penggerak yang dipasang pada kursi roda. Pada perencanaan ini, diasumsikan kursi roda terbuat dari bahan besi berbobot ringan. Berikut ini data teknis kursi roda [3] :

Panjang	: 107 cm
Lebar	: 64 cm
Tinggi tempat duduk dari tanah	: 49,5 cm
Tinggi sandaran dari atas tanah	: 74 cm
Lebar pada saat dilipat	: 28 cm
Jari-jari belokan tetap	: 80 cm dari depan kebelakang
Ruang untuk belokan	: 160 cm x 142 cm
Jarak antara dua kursi roda	: 152 cm
Jangkauan vertikal	: 152 cm



Gambar.1. kursi Roda

Sumber : *human factor for design handbook*

2.4. Pemilihan bus

Ukuran bus yang dipilih disesuaikan dengan tujuan pemakaian. Beberapa faktor yang menjadi bahan pertimbangan dalam pemilihan bus :

1. Ukuran yang tidak terlalu panjang dan lebar. Karena bus ini akan beroperasi didalam kota , maka lebih cocok menggunakan bus berukuran sedang agar mudah bergerak di dalam kota
2. Mesin berada pada bagian depan bus. Karena alat pengangkat akan dipasang pada bagian belakang bus, maka bus harus memiliki posisi mesin dibagian depan

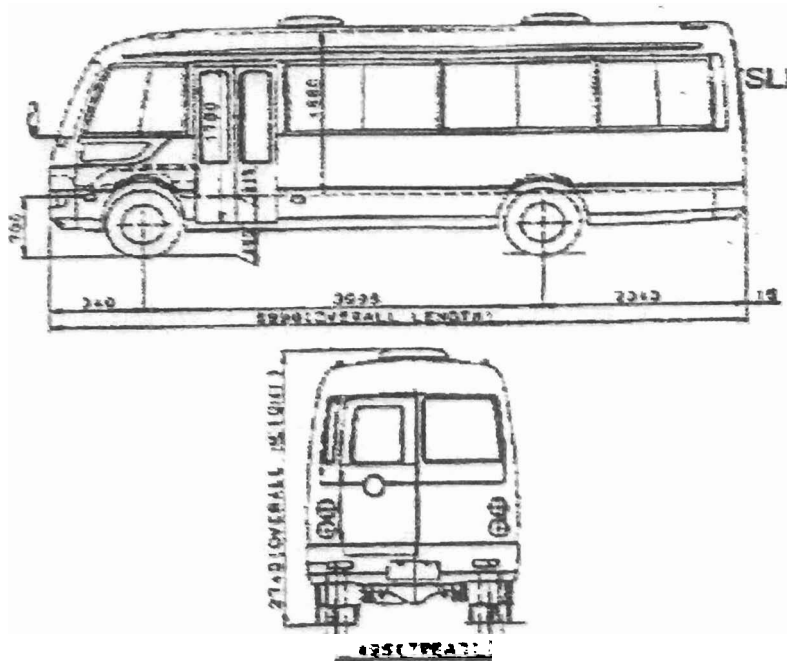
Kapasitas ruangan yang disediakan untuk penyandang cacat lumpuh berkursi roda adalah sebanyak 4 orang. Pada perancangan ini kita menggunakan mobil Mitsubishi Rosa BE 637 GRMHDEA 4 x 2 Front Engine bus dan euro engine super long deluxe dengan 23 seater (tempat duduk)



Gambar.2. Bus Mitsubishi Rosa BE 637 GRMHDEA

Untuk lebih lengkap, berikut data-data teknis bus sebagai penunjang perencanaan

Model	: BE 637 GRMHDEA
Kursi Penumpang	: Jendela geser : Steel tube framing Jendela tetap / : steel tube framing
adjustable	
Kapasitas tempat duduk	: 23 orang
Panjang Total	: 6990 mm
Lebar Total	: 2010 mm
Tinggi total	: 2740 mm



Gambar.3.Dimensi bus Mitsubishi Rosa BE 637 GRMHDEA

3. Bagian Utama Alat angkat dan mekanisme kerja

Alat pengangkat yang akan dirancang ini terdiri dari beberapa bagian utama :

1. Pelat injakan

Pelat injakan adalah berupa lembaran baja yang diperuntukan sebagai bidang injak kursi roda. Kursi roda berada diatas pelat dan diangkat naik mengikuti gerakan pelat. Pelat bergerak naik turun seiring dengan gerakan rangka batang tempat pelat dihubungkan.

Pelat injakan terdiri dari beberapa bagian antara lain :

- Pelat horizontal sebagai injakan kursi roda
- Pelat vertikal sebagai penjepit pelat datar dan menghubungkannya dengan rangka utama
- Poros, untuk menyambungkan pelat dengan rangka utama dan menahan agar pelat tetap berada pada posisinya dan sekaligus sebagai pusat rotasi
- Poros sambungan antara lengan injakan dengan pelat injakan

Mekanisme Kerja :

Pelat dibuka dengan menggunakan tenaga hidrolik yang dihubungkan dengan lengan injakan. Posisi pelat harus tetap horizontal dengan sudut 180°.

2. Rangka Utama

Rangka utama berfungsi sebagai alat penuntun gerakan pelat injakan. Gerakannya adalah turun naik yang dihasilkan oleh penggerak hidrolik. Rangka utama terdiri dari beberapa bagian antara lain :

- a. Rangka utama yang bergerak. Terbuat dari besi dengan profil H yang dipasang beberapa elemen tambahan
 - Elemen gelinding, bertujuan untuk mengurangi gesekan yang terjadi antara rangka
 - Profil C, penuntun gerak hidrolis lengan injakan
 - Sendi pemegang kepala hidrolis
- b. Rangka Tetap, dipasang pada bus dengan menggunakan keling / lasan. Fungsi utamanya adalah menuntun gerak turun naik rangka yang bergerak

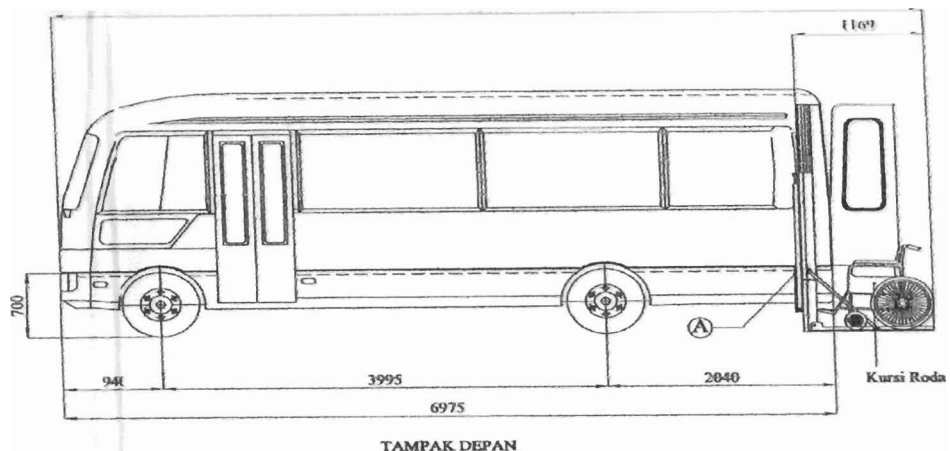
Mekanisme kerja :

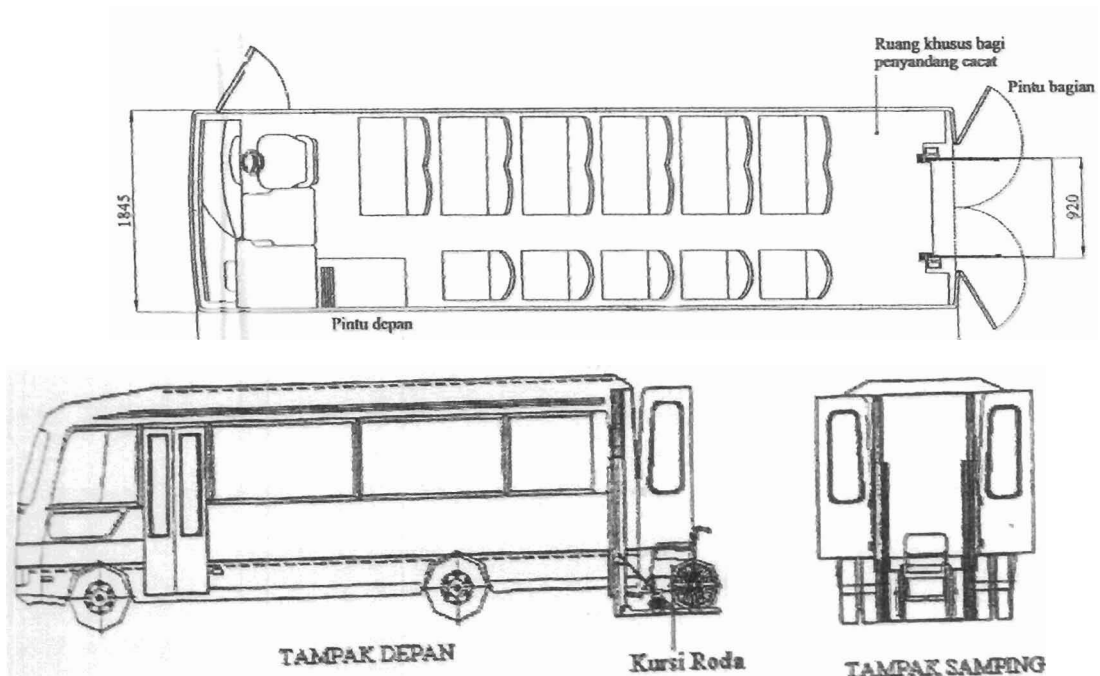
Rangka gerak akan berpindah keatas atau kebawah sesuai gerakan hidrolis. Pada saat pelat injakan berada diatas tanah untuk menaikan kursi roda, maka bagian bawah rangka menjulur bebas sejauh 70 cm. Agar kursi roda bisa berpindah dari pelat injakan ke lantai bus atau sebaliknya, maka posisi pelat harus berada sejajar dengan lantai pada saat pelat ditarik keatas. Untuk mengurangi gesekan, elemen gelinding dipasangkan pada rangka gerak.

3. Penggerak hidrolis

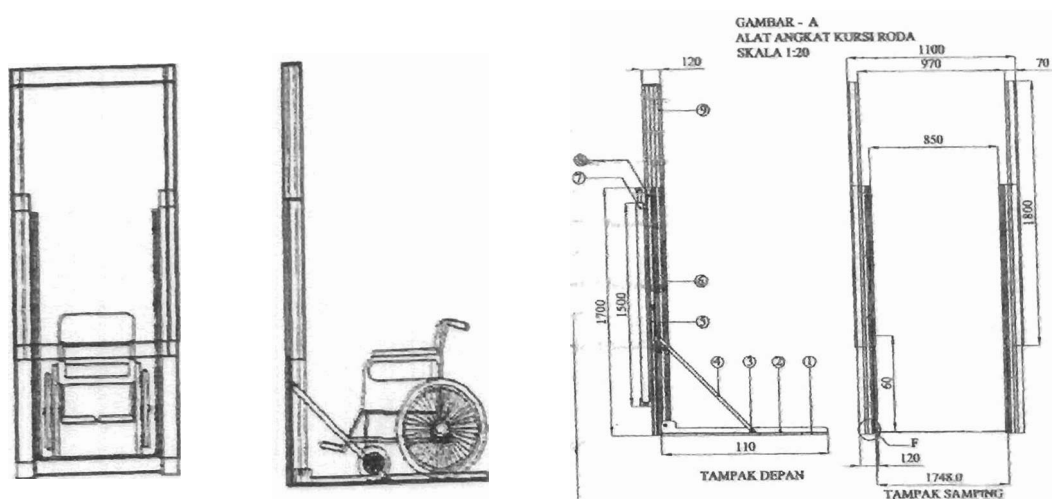
Penggerak hidrolis merubah energi mekanik pompa menjadi energi tekan hidrolis yang akan mendorong rangka utama. Beberapa bagian hidrolis :

- Silinder hidrolis yang berfungsi merubah energi hidrolis fluida menjadi energi mekanik gerak maju mundur batang piston. Prinsip kerjanya adalah memanfaatkan perbedaan tekanan fluida antar ruangan didalam tabung hidrolis sebagai sumber penggerak batang piston
- Batang piston menerima tekanan dari fluida yang bergerak didalam tabung sehingga terdorong keluar atau masuk tabung silinder. Apabila batang piston bergerak keluar maka disebut dengan gerak extension, sebaliknya jika batang piston bergerak masuk kedalam tabung maka disebut gerakan retraction
- Pompa hidrolis merupakan sumber tenaga penggerak utama dari sistem hidrolis. Pompa akan menekan fluida kedalam tabung silinder yang akan meneruskan gaya untuk mendorong batang hidrolis
- Fluida hidrolis
- Tangki hidrolis





Gambar.4.Pemasangan alat pengangkat pada pintu bagian belakang bus



Gambar.5.Alat pengangkat dan kursi roda

3.1. Analisa Kinematika Gerakan

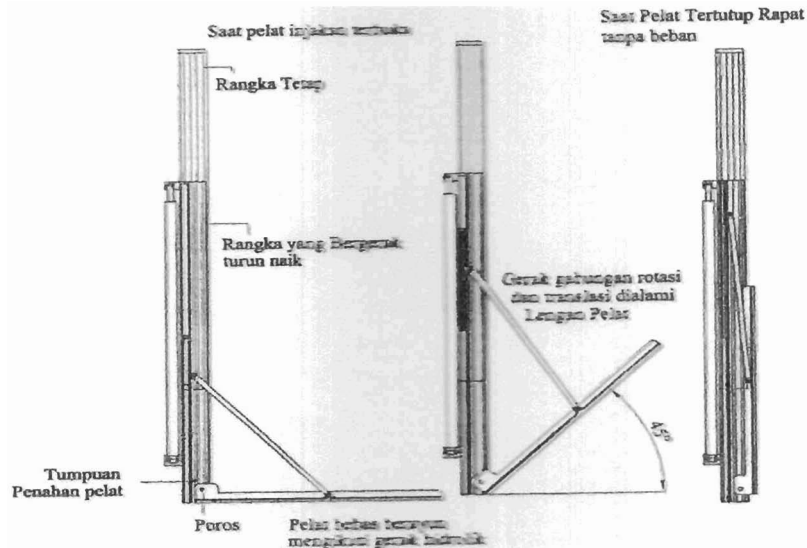
Kemampuan seluruh elemen untuk dapat bergerak dengan baik adalah salah satu hal yang harus menjadi perhatian. Untuk itu perlu ditinjau pola gerakannya secara kinematika sehingga bisa memastikan seluruh elemen yang bergerak bisa berada pada posisi semestinya. Beberapa hal berikut menjadi pertimbangan dalam perancangan :

- Pelat injakan harus dapat tertutup secara maksimal pada saat tidak digunakan agar pelat tidak memakan tempat pada interior bus yang terbatas

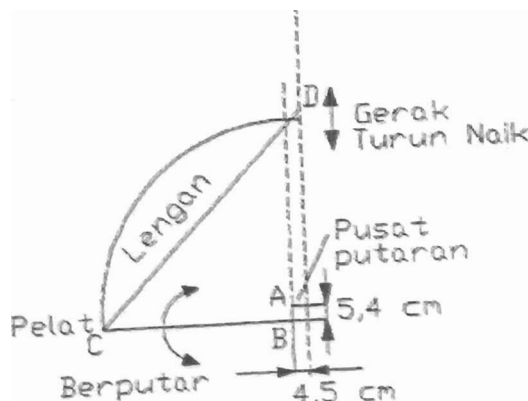
- Saat bus bergerak, pelat dan rangka bawah berada jauh dari permukaan tanah untuk menghindari benturan yang membahayakan dengan lubang atau material lain yang ada di atas jalan
- Posisi pelat harus dalam keadaan horizontal pada saat berada di atas jalan/tanah. Hal ini untuk menghindari resiko kecelakaan dan memudahkan proses turun naik
- Saat lifting (proses pengangkatan), pelat injakan tetap pada posisi horizontal dan kursi roda berada pada posisi diam tidak bergerak

Mekanisme gerak pelat injakan

Pada saat gerak menutup / membuka, pelat injakan didorong oleh hidraulik yang ditempelkan pada rangka utama. Gerakan utama yang terjadi adalah perpindahan rotasional yang mirip dengan gerakan batang torak pada sebuah motor bensin.[4]



Gambar.6. Pelat injakan pada rangka utama



Gambar.7. Analisa kinematika gerakan lengan injakan

Analisa kinematika gerak

- Garis AB adalah jarak antara titik pusat poros (sambungan pelat vertikal dengan rangka) dengan pelat horizontal
- Garis BC adalah jarak antara pusat putaran (pusat poros sambungan terhadap rangka) dengan sambungan antara lengan injakan
- Garis CD adalah panjang lengan batang yang menggerakkan pelat
- Garis DA adalah jarak antara penuntun dengan pusat putaran

Panjang AB = tinggi pelat horizontal bagian belakang dikurangi tebal pelat (1,6cm) dan dikurangi jarak pusat poros ke bagian atas pelat vertikal (3cm)

$$AB = 10 \text{ cm} - 1,6 \text{ cm} - 3 \text{ cm} = 5,4 \text{ cm}$$

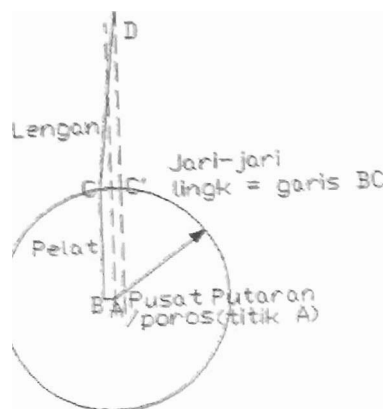
Panjang BC = 60cm- jarak ujung belakang pelat dengan pusat poros

$$BC = 60 \text{ cm} - 3 \text{ cm} = 57 \text{ cm}$$

$$\text{Panjang DA} = 60 \text{ cm}$$

$$\text{Panjang CD} = \sqrt{(57 + 4,5)^2 + (60 + 5,4)^2} \text{ cm} = 89,77 \text{ cm}$$

Untuk dapat menutup secara sempurna maka posisi BC harus tegak lurus vertikal. Panjang batang AD akan bertambah. Maka dapat dihitung dengan persamaan pythagoras :



Gambar.8. Posisi pelat injakan tertutup sempurna

$$\text{Panjang AD} = \text{Panjang BC} + \text{Panjang C'D}$$

Karena segitiga CC'D adalah segitiga siku-siku maka diperoleh

$$CD^2 = CC'^2 + DC'^2$$

$$CC' = 5,4 \text{ cm} + 4,5 \text{ cm} = 9,9 \text{ cm}$$

$$CD = \text{Panjang Lengan injakan} = 89,77 \text{ cm}$$

$$DC'^2 = 89,77^2 - 9,9^2 = 1960,6 \text{ cm}^2$$

$$DC' = 89,2 \text{ cm}$$

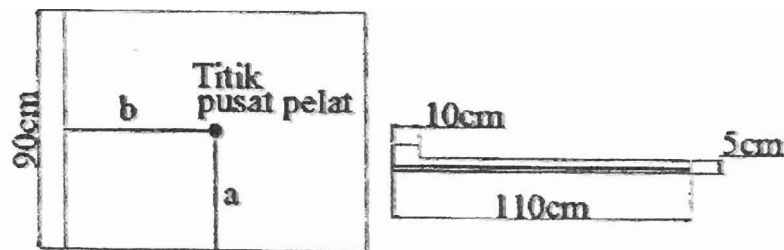
Maka panjang AD adalah $AD = 57 \text{ cm} + 89,2 \text{ cm} = 146,2 \text{ cm}$

Jarak titik D ke bagian terbawah rangka = $146,2 \text{ cm} + 7 \text{ cm} = 153,2 \text{ cm}$

Pada saat pelat tertutup maka titik D akan mengalami pergeseran sebesar 89,2 cm ke arah atas. Jarak sebesar inilah yang harus dipindahkan oleh penggerak hidrolis agar pelat bisa tertutup dengan rapat

4. Pelat Injakan

Material yang digunakan pada pelat adalah lembaran baja cor yang tebalnya relatif kecil dibandingkan ukuran panjang dan lebarnya. Pemilihan ketebalan pelat harus didasarkan pada sifat lentur material, stabilitas elastis dan beban tekan. Panjang pelat dibuat sebesar 110 cm dengan tebal 90 cm, sesuai dengan ukuran kursi roda.



Gambar.9. Pelat injakan

4.1. Lembaran pelat horizontal

4.1.1. Asumsi beban maksimal

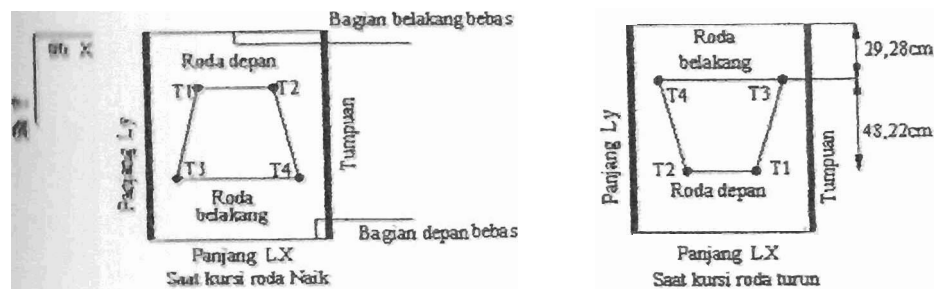
Asumsi bobot maksimal badan manusia : 125 Newton

Asumsi bobot maksimal kursi roda : 25 Newton

Total beban maksimal 150 newton ini akan tertumpu pada 4 buah roda yang akan diteruskan ke pelat injakan. Masing-masing roda akan menopang beban sebesar 37,5 Newton

4.1.2. Distribusi beban pada pelat

Beban terdistribusi melalui roda yang bersentuhan langsung dengan pelat. Namun pada perhitungan, beban dianggap terpusat dengan roda dianggap sebagai beban titik



Gambar.10. titik beban berat kursi roda pada pelat injakan

T1 : roda depan 37,5 N T3 : roda belakang 37,5 N
 T2 : roda Depan 37,5 N T4 : roda belakang 37,5 N
 Gaya total (Wt) : T1 + T2 + T3 + T4 = 150 N

Mencari titik kordinat beban pusat Wt

Kita asumsikan titik (0,0) berada pada bagian kiri atas sebagai titik acuan pelat. Berdasarkan persamaan keseimbangan momen , maka dapat di buat sebuah persamaan :

Pada saat kursi roda dalam keadaan naik

$$\begin{aligned} \sum M_o &= Wt \cdot Y_o = 37,5 (29,28) \cdot 2 + 37,5 (29,28 + 48,22) \cdot 2 \\ &= 2196 + 5812,5 = 8008,5 \text{ N.cm} \\ Y_o &= \frac{8008,5}{Wt} = \frac{8008,5}{150} = 53,39 \text{ cm} \\ Y_o &= 55 \text{ cm (pembulatan)} \end{aligned}$$

Pada saat kursi roda dalam keadaan turun

$$\begin{aligned} \sum M_o &= Wt \cdot Y_o = 37,5 (29,28) \cdot 2 + 37,5 (29,28 + 48,22) \cdot 2 \\ &= 2196 + 5812,5 = 8008,5 \text{ N.cm} \\ Y_o &= \frac{8008,5}{Wt} = \frac{8008,5}{150} = 53,39 \text{ cm} \\ Y_o &= 55 \text{ cm (pembulatan)} \end{aligned}$$

Maka letak titik beban yang diderita oleh pelat adalah sama pada saat naik dan turunnya kursi roda, yaitu pada titik 45cm, 55cm

4.1.3. Bahan yang digunakan

Untuk pelat injakan digunakan bahan dengan klasifikasi sebagai berikut [5] :

bahan	: Baja pegas murni keras
Berat jenis	: 7,8 N/dm ³
Modulus elastisitas	: 210.000 N/mm ²
Kekerasan brinell	: 380
Panjang regangan	: 16,5 mm
Tegangan lentur	: 1300 N/mm ²
Batas tegangan tarik	: 1100 N/mm ²

4.1.4. Perhitungan momen (M)

Akibat pembebanan, pelat mengalami momen dalam yang dihitung dengan rumus [6] :

$$M = \pi^2 D \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} K_{nm} \left[\left(\frac{n}{L_x} \right)^2 + \nu \left(\frac{m}{L_y} \right)^2 \right] \sin \frac{n\pi x}{L_x} \cdot \sin \frac{m\pi y}{L_y}$$

$$K_{nm} = \frac{606,06 [\sin 0,5n\pi \cdot \sin 0,5m\pi]}{D\pi^4 \left[\left(\frac{n^2}{L_x^2} \right) + \left(\frac{m^2}{L_y^2} \right) \right]^2}, \text{ dimana } X = a, Y = b \text{ dan } n, m = 1, 3, 5, \dots$$

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}, \text{ dimana } a = \text{setengah lebar pelat injakan} = L_x / 2 = 45 \text{ cm}$$

$$b = \text{setengah panjang pelat injakan} = L_y / 2 = 55 \text{ cm}$$

$$M = \frac{606,06}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} \left[\left(\frac{n}{L_x} \right)^2 + \nu \left(\frac{m}{L_y} \right)^2 \right] \left[\frac{\sin 0,5n\pi \cdot \sin 0,5m\pi}{\left(\frac{n^2}{L_x^2} \right) + \left(\frac{m^2}{L_y^2} \right)} \right]$$

$$M = \frac{606,06}{\pi^2} \left[\left(\left(\frac{1}{0,9} \right)^2 + 0,3 \left(\frac{1}{1,1} \right)^2 \right) \left(\frac{\sin 0,5\pi \cdot \sin 0,5\pi}{\left(\frac{1}{0,81} + \frac{1}{1,21} \right)} \right)^2 + \left(\left(\frac{3}{0,9} \right)^2 + 0,3 \left(\frac{3}{1,1} \right)^2 \right) \left(\frac{\sin 1,5\pi \cdot \sin 1,5\pi}{\left(\frac{9}{0,81} + \frac{9}{1,21} \right)} \right)^2 + \dots \right]$$

$$M = \frac{606,06}{\pi^2} \left[\frac{1,4819}{4,2436} + \frac{13,341}{344,06} + \frac{37,06}{2654,825} + \dots \right]$$

$$M = 24,68 \text{ Newton}$$

4.1.5. Ketebalan minimum pelat injakan (h)

Dari bahan yang telah dipilih, maka kita memperoleh beberapa sifat teknis sebagai berikut :

$$\sigma_b = \frac{m}{h^3/12}, \text{ dimana nilai } \sigma_b = \text{tegangan bahan} = 1300 \text{ N/mm}^2$$

h = ketebalan pelat yang akan dirancang,

m = momen lentur pelat : 24,68 Newton. Meter

maka diperoleh ketebalan pelat sebesar :

$$h^3 = \frac{12 \cdot m}{\sigma_b} = \frac{12 \times 24,68}{1300} \cdot 1000 \frac{\text{N} \cdot \text{mm}}{\text{N/mm}^2} = 227,8 \text{ mm}^3$$

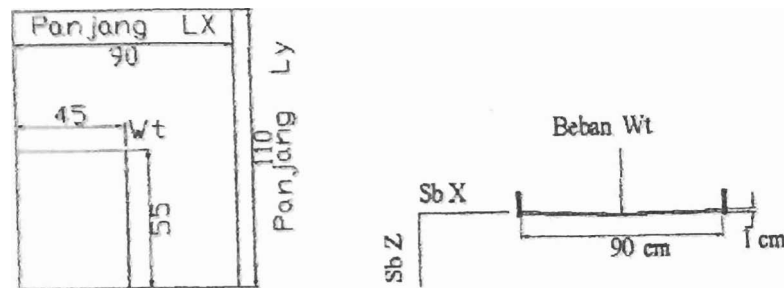
$$h = \sqrt[3]{227,8} = 6,1 \text{ mm}$$

4.1.6. Defleksi pada pelat

Pelat injakan dijepit dikedua sisi kiri dan kanannya dengan sebuah pelat vertikal. Akibat beban yang diderita oleh pelat mendatar maka terjadi gaya geser, momen dan defleksi akibat adanya lenturan. Untuk itu perlu dicari nilai defleksi yang terjadi pada pelat tersebut. Rumus defleksi (v) dapat dicari dengan persamaan [7] :

$$v = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} K_{nm} \cdot \sin \frac{n\pi x}{L_x} \cdot \sin \frac{m\pi y}{L_y}$$

$$\text{Dimana faktor } K_{nm} = \frac{a_{nm}}{D\pi^4 \left[\left(\frac{n^2}{L_x^2} \right) + \left(\frac{m^2}{L_y^2} \right) \right]^2}$$



Gambar.11. defleksi yang terjadi pada pelat injakan

Untuk beban terpusat W_t maka nilai a_{nm} dapat dicari dengan rumus :

$$a_{nm} = \frac{4 \cdot W_t}{L_x \cdot L_y} \cdot \sin \frac{n \cdot \pi \cdot a}{L_x} \cdot \sin \frac{m \cdot \pi \cdot b}{L_y}$$

Dari gambar diperoleh

$$a = X_0 = 45 \text{ cm} = 0,45 \text{ m}$$

$$b = Y_0 = 55 \text{ cm} = 0,55 \text{ m}$$

$$\text{Poisson ratio } (\nu) = 0,3$$

$$n, m = 1, 3, 5, \dots$$

$$L_x = 0,9 \text{ m}$$

$$L_y = 1,1 \text{ m}$$

$$W_t = 150 \text{ N}$$

Maka nilai

$$a_{nm} = \frac{4 \cdot (150)}{(0,9) \cdot (1,1)} \cdot \sin \frac{n \cdot \pi \cdot (0,45)}{0,9} \cdot \sin \frac{m \cdot \pi \cdot (0,55)}{1,1} = 606,06 \cdot \sin 0,5n\pi \cdot \sin 0,5m\pi$$

$$\text{Kemudian nilai } K_{nm} = \frac{a_{nm}}{D\pi^4 \left[\left(\frac{n^2}{L_x^2} \right) + \left(\frac{m^2}{L_y^2} \right) \right]^2} = \frac{606,06 \cdot \sin 0,5n\pi \cdot \sin 0,5m\pi}{D\pi^4 \left[\left(\frac{n^2}{L_x^2} \right) + \left(\frac{m^2}{L_y^2} \right) \right]^2}, \text{ dimana } n, m = 1, 3, 5, \dots$$

Sehingga defleksi yang terjadi pada pelat :

$$v = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{606,06 \cdot [\sin 0,5n\pi \cdot \sin 0,5m\pi]}{D\pi^4 \left[\left(\frac{n^2}{L_x^2} \right) + \left(\frac{m^2}{L_y^2} \right) \right]^2}$$

$$v = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{m=1}^{\infty} \frac{606,06}{D\pi^4} \left[\frac{[\sin 0,5n\pi \sin 0,5m\pi]^2}{\left[\left(\frac{1}{0,81}\right) + \left(\frac{1}{1,21}\right)\right]^2} + \frac{[\sin 0,5n\pi \sin 1,5m\pi]^2}{\left[\left(\frac{1}{0,81}\right) + \left(\frac{3^2}{1,21}\right)\right]^2} + \frac{[\sin 1,5n\pi \sin 0,5m\pi]^2}{\left[\left(\frac{3}{0,81}\right) + \left(\frac{1^2}{1,21}\right)\right]^2} \right]$$

$$v = \frac{606,06}{D\pi^4} [0,2355 + 0,01329 + 0,007 + 0,0029 + \dots]$$

$$v = \frac{606,06}{D\pi^4} [0,26]$$

MILIK PERPUSTAKAAN
UNIV. NEGERI PADANG

Jadi nilai defleksi pelat yang terjadi sebesar

$$v = \frac{1,61}{D}, \text{ dimana nilai } D : \text{ konstanta material setara dengan besaran } EI$$

4.1.7. Perhitungan gaya kritis pada pelat $(P_y)_{cr}$

Gaya kritis adalah gaya maksimal yang sanggup ditahan oleh sebuah material. Untuk sebuah pelat datar axial arah Y dengan asumsi pelat tersebut isentropik, gaya kritisnya dapat dihitung dengan persamaan [8] :

$$(P_y)_{cr} = \frac{K \cdot \pi^2 D}{Lx^2}, \text{ dimana nilai } D = \frac{E \cdot h^3}{12(1-\nu^2)}$$

$$K = \left(\frac{m}{\alpha}\right)^2 + \frac{8}{3}(h)^2 + \frac{16}{3}\left(\frac{\alpha \cdot n^2}{m}\right)^2$$

$$\alpha = \frac{Lx}{Ly} = \frac{110 \text{ cm}}{90 \text{ cm}} = 1,222$$

Nilai K akan menjadi minimum apabila nilai $n = 1$ dan $m = 1$, maka

$$K = \left(\frac{1}{1,222}\right)^2 + \frac{8}{3}(0,61)^2 + \frac{16}{3}(1,222)^2 = 0,67 + 1 + 7,96 = 9,63$$

$$(P_y)_{cr} = \frac{9,63 \cdot \pi^2 D}{0,9^2} = 126,9 D$$

Masukan nilai D maka diperoleh nilai akhir untuk $(P_y)_{cr}$

$$(P_y)_{cr} = 126,9 \frac{(210 \cdot 10^9) \cdot (0,61)^3}{12(1-0,3^2)} 10^{-6} = 555,8 \cdot 10^3 \text{ N}$$

Jadi, jika pelat menerima beban lebih dari $555,8 \cdot 10^3 \text{ N}$, maka besar kemungkinan pelat akan mengalami lengkungan atau patah

5. Kesimpulan

Untuk merancang ukuran pelat injakan yang akan digunakan pada sistem pengangkat, tergantung kepada besar beban yang diasumsikan, bahan dasar yang

dipilih dan kondisi batas pekerjaan yang diperbolehkan. Beberapa faktor harus diperhitungkan secara cermat agar rancangan yang dihasilkan mampu beroperasi dengan aman, mudah dan bernilai ekonomis.

Agar pemilihan ukuran dan bahan bisa efektif, kita harus menghitung terlebih dahulu pembebanan maksimal yang akan diderita oleh alat pengangkat. Setelah itu harus dianalisa defleksi, nilai momen, tahanan kritis yang terjadi pada saat beban maksimal dilakukan. Dalam rancangan ini kita memilih pelat berukuran 110cm x 90 cm dengan tebal minimum yang diperoleh dari hasil perhitungan mekanika kekuatan bahan sebesar 0,61 cm.

Dalam penentuan ketebalan pelat, kita dapat memilih lembaran pelat standart yang ada dipasaran, tentu saja dengan ukuran tebal lebih besar dari 0,61cm. Namun dengan alasan ekonomis, diharapkan tebal pelat tidak terlalu besar jika dibandingkan dengan nilai minimum yang disyaratkan. Semakin tebal ukuran pelat yang diambil, semakin tinggi biaya yang harus dikeluarkan.

Dari hasil perhitungan, alat ini bisa dipergunakan untuk semua penderita cacat lumpuh berkursi roda, baik laki-laki maupun perempuan, tua atau muda dan berbadan kurus atau gemuk.

Daftar Referensi

1. Harian Republika Sabtu 6 Mai 2000 hal 9, *Rubrik Komentor*,
2. UU Republik Indonesia No 4 Th 1997 Bab I Pasai 1, *Tentang penyandang cacat*
3. Human factor for design hand book.
4. Darmawan, Arief, *Hand Out kinematika*, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
5. Niemann.G, *Machine elements, design and calculation in mechanical engineering Volume 1 and 2*, page.74 table 4-1, Springer-Verlag, Berlin Herdelberg
6. Pilkey WD, *Modern formulas for statics and dynamics a stress and strain approach*, page. 333, Mc.Graw-Hill book company, New York
7. Szilard Rudolph, *Theory and analysis plate classical and numerical methods*, page 59. Table 1.5.1, Prentice-Hall Inc, Englewood Cliff- New Jersey
8. Pilkey WD, *Modern formulas for statics and dynamics a stress and strain approach*, page. 336, Mc.Graw-Hill book company, New York,

