

## PERANCANGAN RODA PENGGERAK ROBOT PENDOBRAK PINTU

Dody Prayitno<sup>1</sup>, Sally Cahyati<sup>2</sup>, Joko Riyono<sup>3</sup>, Sigit Subiantoro<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Teknik Mesin Universitas Trisakti

Jl Kyai Tapa No 1 Jakarta Barat 11440

<sup>a</sup>dodytrisakti @gmail, com

### Abstrak

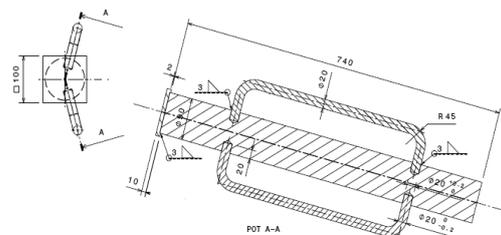
Mewujudkan sebuah prototip robot pendobrak pintu memerlukan penelitian jangka panjang. Robot tersebut digunakan oleh Densus 88 untuk mendobrak sebuah pintu di sarang teroris. Penelitian pertama telah berhasil merancang hingga memfabrikasi sebuah *hammer* pendobrak pintu dan hasil uji validasi menunjukkan bahwa *hammer* dapat mendobrak pintu terkunci sehingga terbuka. Berdasarkan hasil penelitian *hammer*, penelitian kedua sukses merancang dan memfabrikasi sebuah lengan robot pendobrak pintu. Komponen lengan robot terdiri dari “lengan”, “jari-jari” dan “hidung” yang semuanya digerakkan oleh sistem hidrolik. Hasil uji validasi memperlihatkan bahwa lengan robot mampu mendobrak pintu dengan tahapan kerja sebagai berikut; pertama lengan robot lalu memanjang sehingga jari jari “mencengkeram” kusen; kemudian hidung memanjang dan akhirnya mendobrak pintu sampai terbuka. Namun demikian lengan robot belum memiliki “kaki” untuk berjalan. Tujuan penelitian adalah merancang kaki robot berikut kontrol gerakannya sehingga robot dapat berjalan dari suatu tempat ke tempat lain. Metodologi penelitian diawali dengan merancang bentuk roda, menentukan motor penggerak, merancang sistem kendali jauh (*remote control*). Kesimpulan kaki robot menggunakan roda “mati” dengan motor penggerak DC yang biasa digunakan untuk wiper kendaraan truk dan sistem kendalinya menggunakan *joystick (hand remote control)*.

Kata kunci : Robot Pendobrak Pintu, Roda , Kontrol

### Pendahuluan

Keberadaan Densus 88 sangat diperlukan untuk meningkatkan keamanan bangsa dan negara kesatuan republik Indonesia. Pada sebuah operasi penyergapan di sebuah rumah teroris, Tim Densus 88 sering terhalang dengan pintu rumah yang tertutup. Sebuah robot perlu dirancang untuk mampu mendobrak pintu, demi keselamatan jiwa anggota Densus 88. Penelitian pertama (Dody, 2012) telah berhasil membuat *hammer* pendobrak pintu (gambar 1). Penelitian tersebut juga mengetahui bahwa kekuatan geser yang diperlukan untuk mendobrak pintu jati harus melebihi  $1.47 \times 10^6$  Pascal. Bentuk

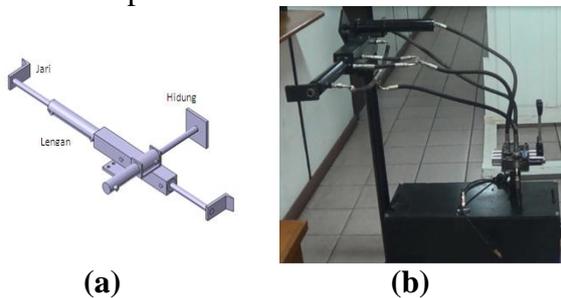
ujung *hammer* adalah persegi dengan sisi dan 10 cm tebal 0.1 cm. Hasil uji validasi memperlihatkan bahwa prototipe *hammer* mampu mndobrak pintu jati terkunci sehingga terbuka . (Dody, 2013)



Gambar 1. Hammer pendobrak pintu.

Hasil penelitian pertama digunakan sebagai dasar terwujudnya sebuah

prototipe lengan robot pendobrak pintu (gambar 2) (Dody, 2014). Komponen lengan robot terdiri dari “lengan”, “jari-jari” dan “hidung” yang semuanya digerakkan oleh hidrolik. Lengan robot bekerjanya sebagai berikut. Lengan robot diletakkan berhadapan dengan daun pintu, lalu lengan memanjang sehingga jari-jari mencengkeram kusen. Hidung kemudian memanjang sehingga mendobrak pintu sampai terbuka. Material lengan, jari-jari dan hidung adalah *mild steel*. Tabel 1 memperlihatkan komponen lengan robot pendobrak pintu.



(a) (b)  
Gambar 2. Lengan robot

Prototipe lengan robot diuji validasi. Hasil pengamatan uji gerakan lengan sebagai berikut. Sebelum dilakukan pendobrakan pintu lengan robot digerakan

terlebih dahulu tanpa adanya beban. Pada uji, lengan bergerak memanjang dan memendek. Panjang lengan awal adalah 82.6 cm. Panjang lengan setelah memanjang adalah 123.6 cm. Ini berarti pemanjangan setiap lengan adalah 20.5 cm. Berdasarkan rencana pemanjangan setiap lengan adalah 20.0 cm. Penambahan lengan ini disebabkan adanya kesalahan teknis dalam pembuatan rod hidrolik,

Pada perancangan posisi jari jari lengan robot adalah datar dan tetap datar pada saat lengan robot pendobrak pintu bergerak memanjang. Dalam uji validasi ini terlihat bahwa posisi jari jari lengan robot pendobrak pintu tidak tetap datar saat lengan bergerak memanjang. Jari jari mengalami rotasi 90° ke arah bawah. (tabel 2). Rotasi ini disebabkan adanya perubahan titik berat dari jari jari akibat gravitasi dan tidak adanya *rail guide* bagi jari jari agar tetap pada posisi datar. Adanya perubahan posisi jari jari menyebabkan perlu adanya redesign bagi bentuk jari-jari lengan robot

Tabel 1. Komponen Lengan Robot Pendobrak Pintu

| Nama         | Komponen     | Spesifikasi                                  | Jumlah |
|--------------|--------------|--|--------|
| Hidung       | Hidrolik     | <i>Bore diameter 1.5 inch</i>                | 1      |
|              |              | <i>Rod 3/4 inch</i>                          |        |
| Lengan       | Hidrolik     | <i>Tekanan &gt; 3081.6 lb</i>                | 2      |
|              |              | <i>Panjang langkah 10 inch</i>               |        |
|              |              | <i>bore diameter 1.5 inch</i>                |        |
| Unit tenaga  | Power pack   | <i>rod 3/4 inch</i>                          | 1      |
|              |              | <i>tekanan &gt; 3081.6 lb</i>                |        |
|              | aki          | <i>panjang langkah 6 inch</i>                | 1      |
| Unit kontrol | Handle valve | <i>Volume rate ; 0.11 liter /detik.</i>      | 2      |
|              |              | <i>Kecepatan gerak hidrolik ; 1 cm/detik</i> |        |
|              |              | <i>Volume oli : &gt; 052 liter</i>           |        |
|              |              | 24 Volt 100 A                                |        |

Tabel 2. Posisi jari-jari dan hidung sebelum dan sesudah memanjang

| Kondisi             | Jari jari   | Hidung  |
|---------------------|---|---|
| Sebelum Pemanjangan |  |  |
| Sesudah Pemanjangan |  |  |

Hasil pengamatan uji gerakan hidung sebagai berikut. Sebeleum dilakukan pendobrak pintu, hidung robot digerakan terlebih dahulu tanpa pembebanan Posisi hidung berada di sebelah kanan, ketika lengan robot diletakkan dihadapan daun pintu yang akan di dobrak. Hidrolik yang digunakan untuk menggerakkan hidung diletakkan secara fix sehingga karena dilas dengan lengan robot. Pengelasan ini dimaksudkan agar posisi hidung tidak bergeser ketika sedang mendorong daun pintu. Pada kenyataannya posisi hidrolik hidung yang fix ini, menyebabkan lengan robot sukar untuk membuka pintu yang letak kuncinya berada disebelah kiri dan engselnya berada disisi kanan.

Pada perancangan panjang gerakan memanjang hidung adalah 20.0 cm, sementara kenyataannya adalah 20.7 cm. Kesalah proses fabrikasi terjadi juga pada hidup robot pendobrak pintu.

Pada perancangan posisi hidung robot sebelum memanjang adalah datar seperti terlihat pada tabel 2, dan tetap datar walaupun hidung robot pendobrak pintu bergerak memanjang. Dalam uji validasi ini terlihat bahwa posisi jari jari lengan robot pendobrak pintu tidak tetap datar saat lengan bergerak memanjang. Jari jari mengalami rotasi 90° ke arah bawah. (tabel 2). Rotasi ini disebabkan tidak adanya *rail guide* bagi hidung agar tetap pada posisi datar.

Hasil pengamatan uji pendobrak pintu sebagai berikut: Material kayu jati.

Lebar 80 cm. Tinggi 200 cm. Pintu di kunci. Letak kunci pintu adalah disisi kanan ketika pada posisi di dorong untuk dibuka. Letak engsel pintu disebelah kiri. (gambar 6). Lengan robot diletakkan dihadapan pintu jati. Lokasi pendobrak; tinggi 90 cm dan berjarak 25 cm dari tepi pinggir daun pintu. Aki baterai yang digunakan untuk menggerakkan unit tenaga \* power pack) harus terlebih dahulu di *charge* sampai *full*. Kekurangan daya dari aki baterai akan menyebabkan power pack tidak bekerja optimum yang berdampak pada tidak optimumnya tenaga hidrolik.

System hidrolik berfungsi baik. Pintu dapat didobrak oleh lengan robot pendobrak pintu. Struktur lengan robot kukuh dan tidak melengkung setelah pendobrak dilakukan.

Lengan robot pendobrak pintu masih belum memiliki “kaki” sehingga tidak dapat berjalan. Tujuan penelitian adalah merancang kaki robot berikut kontrol gerakannya sehingga robot dapat berjalan dari suatu tempat ke tempat lain.

### Metodologi penelitian

Metode penelitian menggunakan VDI 2221 (Persatuan Insinyur – *Verein Deutcher Ingenieure*) dengan sistematis atau tahapan penelitian dibagi empat langkah seperti terlihat pada gambar 3.



Gambar 3 Diagram alir penelitian.

### Pembahasan

#### Penjabaran Tugas

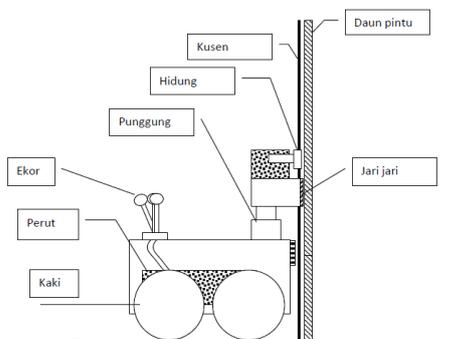
Penjabaran tugas atau lebih dikenal juga dengan istilah “abstraksi” merupakan rangkuman dari kebutuhan yang harus dipenuhi oleh kaki robot seperti yang

diperlihatkan tabel 3. Tugas dari robot pendobrak pintu adalah membawa lengan dan punggung robot ke tempat yang dituju. Lengan dan punggung yang berat merupakan kendala yang harus dihadapi.

Dalam perencanaan konstruksi harus dipastikan bahwa konstruksi dapat menahan dan membawa beban 100 kg.

Tabel 3 . Abstraksi Kaki Robot Pendobrak Pintu

| No. | Pernyataan Kebutuhan  | Penjabaran tugas / Abstraksi umum  |
|-----|---|--|
| 1   | Arah jalannya robot dikendalikan melalui <i>remote control</i>  | Kaki robot mampu menopang berat 100 kg dan berjalan secara seimbang dengan menggunakan <i>remote control</i> . |
| 2   | Kaki robot dapat menahan beban lengan dan punggung robot senilai 100 kg   |  |
| 3   | Kaki robot tidak berisik saat berjalan  |  |
| 4   | Kaki robot hanya mampu berjalan dengan kondisi jalan yang datar dan tidak mampu berjalan menanjak.  |  |
| 5   | Lantai rumah biasanya datar dan tidak menanjak . oleh karena itu kemampuan jalan robot di jalan yang datar lebih diutamakan daripada kemampuan bergerak di jalan yang miring, |  |
| 6   | Motor penggerak kaki robot tidak menggunakan arus lisrik (AC) mengingat ada kemungkinan kampung yang menjadi sarang terotis tidak menggunakan listrik ac.                     |  |
| 7   | Kaki robot dapat bergerak ke depan, belakang, kekiri dan ke kanan.  |  |
| 8   | Kaki robot harus mampu menopang punggung dan lengan secara seimbang, dalam keadaan diam, berjalan bahkan ketika mendobrak pintu.  |  |
| 9   | Type remote kontrol perlu dipertimbangkan .sehingga tidak mengganggu jalannya operasi p endobrakkan pintu oleh robot pendobrak pintu.   |  |



Gambar 3. Sketsa Robot Pendobrak Pintu.

### Penentuan Konsep Rancangan Untuk Kaki.

Yang dimaksud dengan kaki robot pendobrak pintu adalah gerakan roda yang didesain sedemikian rupa sehingga robot memiliki kemampuan berjalan. Konsep rancangan kaki robot terlihat pada gambar 4 menggunakan 4 roda (Dody, 2014). Roda merupakan suatu benda dengan bentuk lingkaran yang bersama dengan sumbu, akan dapat menghasilkan suatu

gerakan dengan gesekan kecil dengan cara bergulir atau berputar.

Roda biasa dibandingkan roda rantai memiliki keunggulan seperti kemudahan untuk dibeli, mampu berbelok dengan radius yang lebih kecil, sistem kemudi lebih mudah. Namun demikian terdapat kelemahannya diantaranya tekanan keatas roda lebih besar.

Roda mempunyai banyak ukuran dan jenis, ada yang terbuat dari besi, kayu, dan karet (gambar 5). Kelebihan dan kelemahan masing-masing material roda diperlihatkan pada tabel 4. Berdasarkan keunggulan karet seperti tidak berisik saat berjalan, tidak terkorosi dan mudah dalam perawatan maka roda dengan material karet dipilih untuk digunakan dalam robot pendobrak pintu.



Besi                      Kayu                      Karet  
Gambar 5. Material roda (tidak dalam skala ) (Engineeringtown,2014)

Tabel 4. Kelebihan dan kelemahan material roda.

| Material | Kelebihan                  | Kekelamahan   |
|----------|----------------------------|---|
| Besi     | Kuat dan tidak mudah rusak | Berisik , berat, perlu perawatan berupa penambahan “gemuk”, karat   |
| Kayu     | Mudah patah                | Berisik, lapuk  |
| Karet    | kuat                       | Tidak berisik saat berjalan, tidak terkorosi, mudah dalam perawatan |

### Penentuan Konsep Rancangan Untuk Penggerak Komponen Kaki.

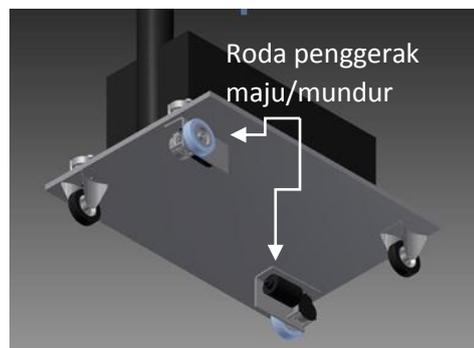
Sistim penggerak untuk kaki memiliki 2 pilihan yaitu motor listrik dan motor bakar seperti pada tabel 5. Motor bakar memiliki kekurangan yang sangat vital yaitu bising atau berisik pada saat bekerja, maka dari itu motor bakar tidak dipilih atau tereleminasi. Motor listrik dibagi menjadi 2 tipe yaitu AC dan DC. AC menggunakan sumber listrik dari PLN sementara DC sumber listriknya dari aki atau baterai. Motor AC memiliki kelemahan bila pada daerah dimana robot diterapkan tidak ada sumber listrik PLN, maka robot tidak dapat digunakan. Motor listrik DC dapat mengatasi kelemahan motor listrik AC pada aspek ketiadaan sumber listrik PLN. Namun aki sebagai sumber listrik dari motor juga memiliki keterbatasan waktu pakai dan harus sering *dicharge* sebelum diaplikasikan di lapangan.

Tabel 5. Sistem Penggerak Kaki Robot

| Item | Motor Listrik |    | Motor Bakar |
|------|---------------|----|-------------|
|      | AC            | DC |             |
| Kaki | Tidak         | Ya | Tidak       |

### Perancangan Wujud

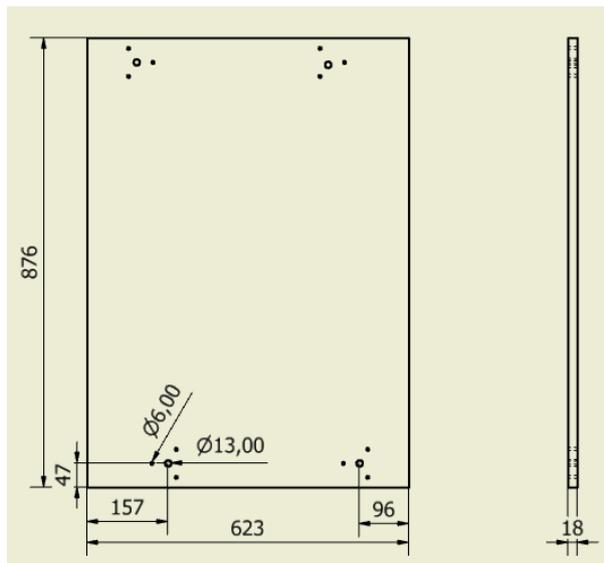
Wujud dari “kaki” robot pendobrak pintu diperlihatkan pada gambar 6. Kaki robot melekat pada frame yang juga merupakan alas bagi lengan robot. Kaki robot berupa 4 roda karet untuk berbelok. 2 roda diantaranya untuk bergerak maju mundur yang berada didepan dan dibelakang dan saling berseberangan.



Gambar 6. Wujud kaki robot pendobrak pintu.

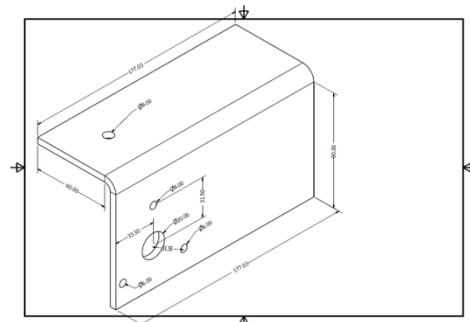
### Perancangan Rinci

Alas adalah penopang bagi lengan, punggung dan sistem hidroliknya agar menjadi satu kesatuan dengan berat 100 kg. Alas juga merupakan tempat melekatnya roda. Beberapa material seperti plat baja, plat triplek, dan styrofoam perlu diseleksi dulu sebelum ditetapkan sebagai material alas bagi kaki robot pendobrak pintu. Pemilihan baja sebagai alas akan menambah berat fisik bagi motor penggerak kaki. Pemilihan material styrofoam juga tidak tepat karena tidak mampu menahan beban lengan robot (100 kg). Material triplek tebal 18 mm merupakan pilihan tepat sebagai alas. Massa triplek tidak terlalu berat dan mampu menopang berat lengan robot. Alas kaki robot terbuat dari triplek dengan ukuran lubang baut seperti gambar 7.



Gambar 7. Desain alas

Kaki robot menggunakan dua buah roda untuk berbelok, sehingga membutuhkan desain dudukan motor untuk menempatkan posisi motor pada dudukan tersebut. Desain dudukan motor dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Desain Dudukan Motor

Data secara keseluruhan perancangan kaki robot pendobrak pintu dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Data perancangan kaki robot pendobrak pintu

| Material            | Keterangan                              |
|---------------------|---|
| Papan triplek 18 mm | Alas untuk menopang punggung dan lengan |
| Motor DC            | Penggerak kaki robot                    |
| Joystick            | Kontrol penggerak robot                 |
| Motor Driver        | Mengontrol motor DC                     |
| AKI                 | Sumber listrik                          |
| Mikrokontroler      | Kontrol motor driver                    |

### Perakitan *remote control*

Tahap ini merupakan tahapan merangkai komponen-komponen motor driver, mikrokontroler dan remote. Rangkaian elektronik diilustrasikan dalam diagram blok sistem robot (Gambar 9).

Posisi roda pengendali berada pada 4 tempat pada alas sedangkan roda penggerak hanya 2 pada ujung kiri dan kanan saja. Konstruksi robot ini menggunakan 4 roda dimaksudkan untuk menjaga beban motor DC.

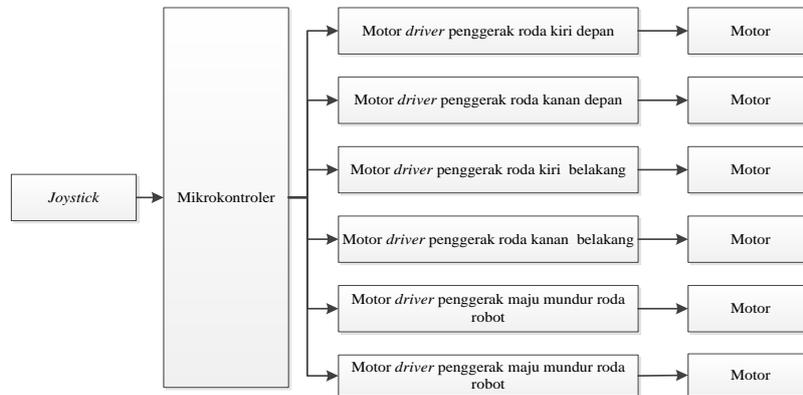
### Cara Pemakaian *Remote Control* kaki Robot

Langkah-langkah penggunaan *remote control* robot pendobrak pintu dapat dibaca pada Tabel 7.

Tabel 7. Cara pemakaian *remote control* robot pendobrak pintu

| No | Langkah-Langkah  |
|----|--|
| 1  | Sambungkan kabel kontrol ke sumber listrik DC (AKI)            |
| 2  | Jika sudah terpasang dengan benar lampu indikator akan menyala |

|   |   |
|---|---|
| 3 | Nyalakan lampu pada kontrol <i>joystick</i>         |
| 4 | Lakukan kontrol sesuai arah yang dituju (gambar 10) |



Gambar 9. Diagram Blok Sistem Robot

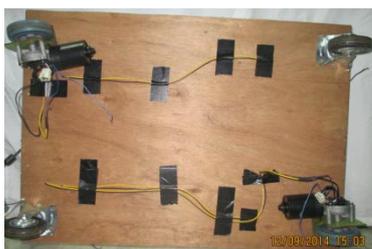


Gambar 10. *Joystick*

Tombol 1 : maju; Tombol 2 : Kanan; Tombol 3 : Mundur; Tombol 4 : Kiri

### Prototipe “kaki” robot

“Kaki” robot dan 2 motor penggerak maju atau mundur yang melekat pada bagian bawah alas triplek diperlihatkan gambar 11. Kaki robot terbuat dari roda karet. Peletakan roda penggerak didepan dan dibelakang serta saling berseberangan dimaksudkan agar terdapat kestabilan ketika robot bergerak dan beban yang merata untuk ke dua motor penggerak tersebut.



Gambar 11. motor dan roda penggerak maju/mundur

Pada dibagian atas alas triplek terdapat 4 motor DC untuk bergerak belok kekiri atau kanan, mikrokontroler dan *remote* (gambar 12). Adanya 4 motor penggerak untuk berbelok memungkinkan kaki dapat berbelok dengan  $90^\circ$  dengan radius yang sangat kecil sehingga memungkinkan untuk bergerak di lorong sempit.



Gambar 12. 4 Motor (A) untuk belok, sebuah remote (B) dan sebuah mikrokontroler (C).

### Kesimpulan

Kaki robot pendobrak pintu terbuat dari 4 roda karet yang melekat dibawah alas triplek. Terdapat 6 motor DC terdiri dari 4 motor terletak diatas alas berfungsi untuk membelokkan keempat roda secara bersamaan ke kiri atau ke kanan; 2 motor

terletak dibawah alas digunakan untuk menggerakkan 2 roda untuk maju atau mundur. Joystick sebagai Remote digunakan untuk mengatur maju/mundur dan belok kiri/kanan.

#### **Terima kasih**

Penelitian ini dibiayai oleh Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian MP3EI (Masterplan Percepatan Pertumbuhan Pembangunan Ekonomi Indonesia) 2014

#### **Daftar pustaka**

Dody Prayitno, Sally Cahyati, Joko Riyono, Tono Sukarnoto, "Densus 88 Gear: Alat Pendobrak Pintu", Prosiding Seminar Nasional Mesin dan Industri 2012, Universitas Tarumanagara, ISBN 978-602-98109-1-2, halaman 60-67

Dody Prayitno, Sally Cahyati, Joko Riyono, Tono Sukarnoto, "Pengembangan Alat Pendobrak Pintu", Prosiding Seminar Inovasi Teknologi dan Rekayasa Industri, Universitas Andalas, 2013,ISSN 2338-4867

Dody Prayitno, Sally Cahyati, Joko Riyono, Tono Sukarnoto, "Perancangan Lengan Robot Pendobrak Pintu", Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri 2014, Universitas Trisakti , buku II, ISSN 2355-925X , halaman 147-1s/d 4

Dody Prayitno, Sally Cahyati, Joko Riyono, Tono Sukarnoto, "Uji Validasi Lengan Robot Pendobrak Pintu ", Proceeding Seminar Inovasi Teknologi dan Rekayasa Industri 2014, ISSN 2338-4867 halaman RME 03 1-6

<http://engineeringtown.com/kids/index.php/transportasi/117-roda> diunduh 1 juli 2014