

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Identifikasi Produk

Setelah identifikasi dilaksanakan untuk mendapatkan berbagai informasi yang berguna dalam menentukan kriteria *design* dan acuan dalam melaksanakan *re-design*, kemudian berikut adalah kesimpulan yang didapat dari semua kloset duduk pada gedung FTI dan FIAI UII:

1. Engsel kloset duduk terbuat dari bahan plastik, atau *Polypropylene* kualitas tinggi.
2. Kerusakan penutup kloset diakibatkan mur dan baut sebagai perekat antara engsel *bowl* kloset longgar kemudian lepas dan hilang.
3. Adanya pengaruh lingkungan seperti percikan air dan geseran akibat pemakaian kloset duduk tersebut.
4. Tidak adanya mekanisme pengunci agar mur dan baut untuk tetap mengikat baut tetap erat.
5. Adanya perbedaan *design bowl* keramik kloset pada tipe berbeda dari Toto SW420J.
6. Ketebalan dari *bowl* keramik kloset sekitar 12 mm.

4.2 Kriteria Design

Kriteria *design* akan ditentukan dari hasil identifikasi yang dilakukan pada kloset-kloset di lingkungan perkuliahan gedung FTI dan FIAI UII sebagai pedoman. Kesimpulan dari observasi tersebut adalah adanya beberapa *design* yang tidak dapat diubah dalam proses *re-design*. Oleh sebab itu ditentukan kriteria *design* dari *design* engsel penutup kloset duduk agar memenuhi tujuan yang telah ditentukan, berikut adalah kriteria *design*:

1. *Design* engsel yang baru harus kompetibel dengan semua tipe kloset duduk Toto SW420J di gedung FTI dan FIAI UII.
2. *Design* engsel penutup baru tidak terlalu rumit, sederhana dan dapat digunakan oleh orang awam.

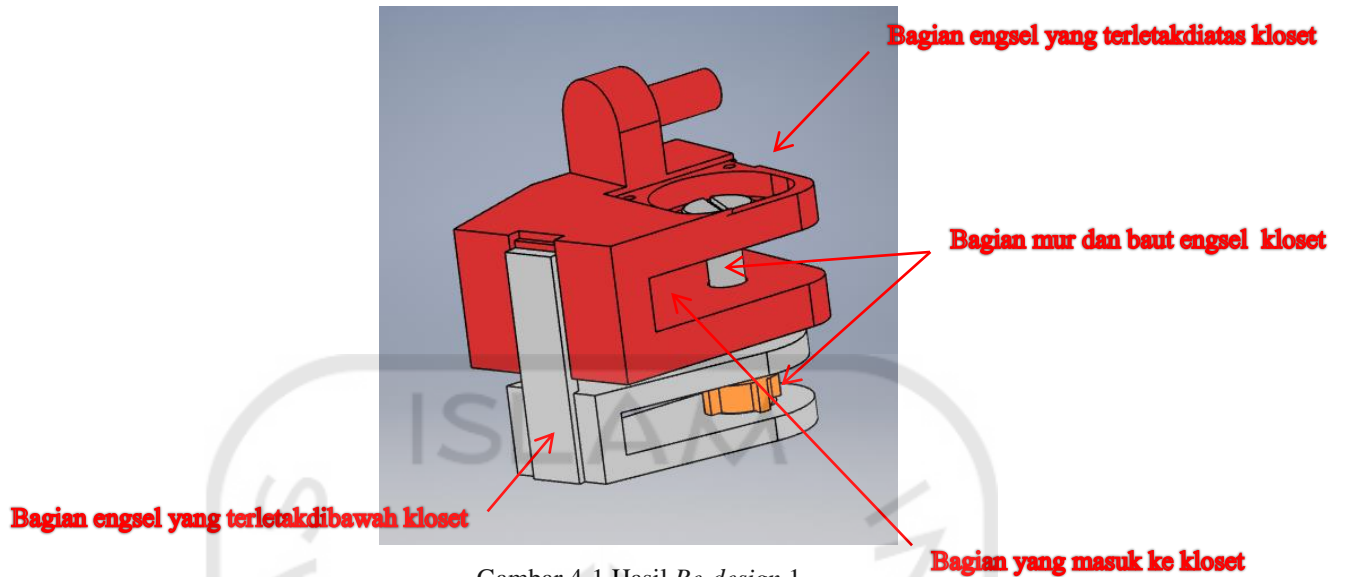
3. Ukuran baut dan *design bowl* keramik kloset tidak dirubah dari *design* asli.
4. *Design* engsel yang dibuat harus memiliki sebuah mekanisme pengunci atau pengaman sederhana, agar mur dan baut tetap erat.

4.3 Re-Design 1

Berdasarkan pada pengamatan saat identifikasi awal, maka disimpulkan bahwa engsel dari kloset duduk menempel dengan sepasang mur dan baut plastik saja tanpa adanya sebuah mekanisme yang menahan mur dan baut tersebut tetap erat. Sedangkan lubang pada bagian *bowl* kloset dan pin tidak dapat dire-*design* agar tetap cocok dengan produk kloset yang ada. Maka dicobalah opsi menambahkan bagian yang dapat pengunci mur dan baut agar tidak mudah longgar. Opsi ini akan dilakukan nambahan komponen pengait sebagai pengunci, nantinya komponen pengunci ini akan dirancang tidak mudah terbuka tanpa adanya bantuan manusia.

4.3.1 Realisasi Re-Design 1 pada Autodesk Inventor 2018

Pada *re-design* 1 ini ditambahkan pengait pada sisi luar engsel sebagai pengunci/penahan mur agar tidak longgar. Struktur utama engsel dibuat seperti menjepit penampang *bowl* kramik kloset dengan tujuan mengurangi efek geseran akibat penggunaan kloset tersebut. Nantinya pada bagian bawah akan ada sebuah *part* tambahan sebagai pengait dan juga sebagai wadah mur, *part* ini memiliki fungsi untuk menahan mur tidak mudah lepas karena ditempatkan pada tengah-tengah *part* pengait. Jika nantinya mur dikencangkan, maka *part* pengait ini akan terdorong ke atas hingga terkait pada *part* utama engsel. Untuk melepaskannya harus sedikit mendorong kait hingga lepas dan perlahan merenggangkan mur pada bagian bawahnya.



Gambar 4-1 Hasil *Re-design* 1

4.3.2 Evaluasi *Re-Design* 1

Setelah pembuatan *Re-design* 1 ini, ditemukan varian penampang samping pada *bowl* keramik kloset yang tidak sesuai dengan hasil *re-design* 1. Ternyata pada gedung FTI dan FIAI memiliki 2 jenis penampang *bowl* keramik yang berbeda yaitu berbentuk siku dan datar. Hal ini merupakan kendala untuk hasil *Re-design* 1. Sedangkan perbaikan harus memperhatikan kriteria *design* yang telah ditentukan sebelumnya. Jadi hasil pada hasil *re-design* 1 kurang optimal karena tidak kompatibel dengan tipe-tipe kloset duduk pada gedung perkuliahan FTI dan FIAI.

4.3.3 Alternatif Hasil Evaluasi *Re-Design* 1

Setelah melakukan evaluasi pada hasil *re-design* 1 maka dibuatlah alternatif penyelesaian masalah untuk menentukan cara terbaik dalam penyelesaian masalah, adapun alternatif penyelesaian sebagai berikut:

1. Mengganti opsi pengunci yang mengacu pada bentuk penampang *bowl* kermik (pinggiran) kloset.
2. Menambahkan sebuah mekanisme yang dapat mengunci 2 engsel pada *bowl* kloset.
3. Menekan jumlah volume *design* agar tidak berbeda jauh dari design awal.

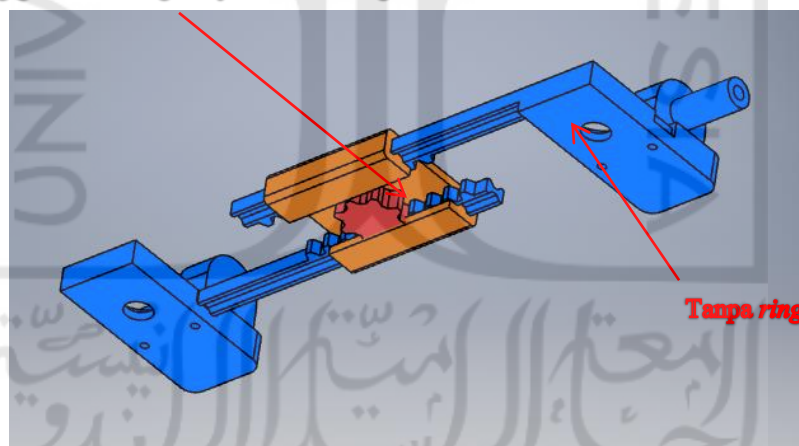
4.4 Re-Design 2

Karena dari bentuk penampang *bowl* kloset yang berbeda antara tipe satu dengan yang lainnya pada kloset duduk di gedung FTI dan FIAI maka *re-design* 2 ini mekanisme engsel kiri dan kanan saling dihubungkan dengan sebuah roda gigi. Roda gigi ini diharapkan memiliki peran sebagai pengatur jarak antara 2 engsel dan sebagai penghubung 2 engsel, agar jika salah satu engsel longgar maka engsel yang satunya dapat menahan untuk sementara.

4.4.1 Realisasi *Re-Design* 2 pada Autodesk Inventor 2018

Pada *design* asli engsel duduk Toto SW420J terdapat sebuah *ring* dengan lubang baut berbentuk oval, lubang baut ini berfungsi untuk mengatur radius antara lubang dengan *part* utama engsel. Dengan *ring* ini maka jarak dari kedua engsel dapat diatur. Kemudian untuk *re-design* 2 ini ring tersebut dihilangkan, dan nantinya kedua engsel digabungkan dengan mekanisme roda gigi *pinion*. Roda gigi ini terdiri dari roda gigi *rack* (roda gigi yang memanjang) dan roda gigi *spur* (roda gigi yang bulat).

Bagian roda gigi untuk mengatur jarak antara engsel



Gambar 4-2 Hasil *Re-design* 2

Pada proses penggunaannya roda gigi *spur* ini diputar untuk mengatur jarak antara kedua engsel. Kemudian pada bagian roda gigi *spur* nantinya dapat dikunci agar mengurangi pergerakan dari engsel ini.

4.4.2 Evaluasi *Re-Design 2*

Pada hasil *re-design 2* mekanisme mampu membuat ketebalan *part* utama engsel lebih tipis, karena tidak perlu menggunakan *ring* yang dapat mengatur jarak lagi. Namun dari hasil *re-design 2* ini tidak melakukan perubahan *design* pada mekanisme mur dan baut, jadi tetap ada kemungkinan jika kedua mur lepas maka hasil *re-design 2* ini juga terlepas dari keramil *bowling kloset*.

4.4.3 Alternatif Hasil Evaluasi *Re-Design 2*

Setelah melakukan evaluasi pada hasil *re-design 2* maka kembali dibuat alternatif penyelesaian masalah untuk menentukan solusi terbaik dalam penyelesaian masalah, adapun alternatif penyelesaian sebagai berikut:

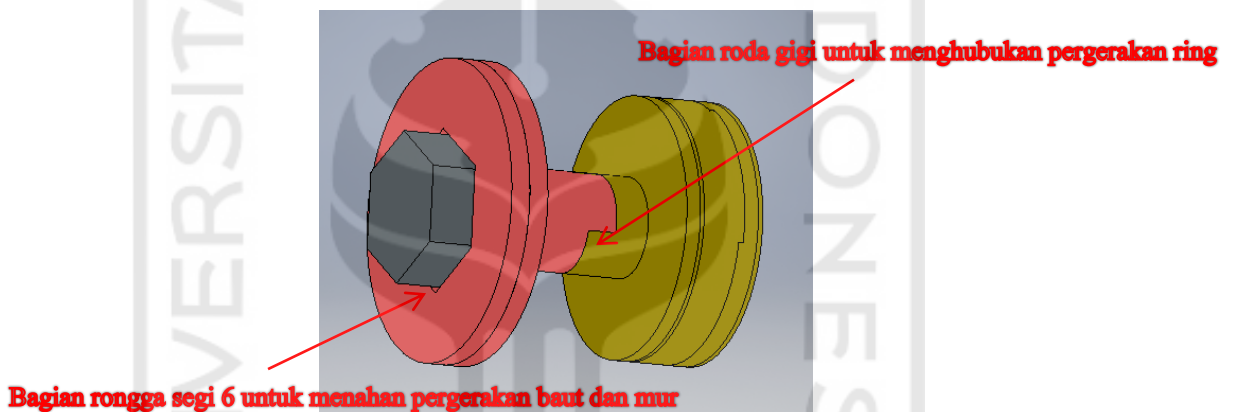
1. Melakukan *re-design* pada *part* utama engsel yang mampu menjaga mur dan baut tetap erat.
2. Menambahkan sebuah mekanisme pengunci pada mur dan baut.
3. Dapat dengan menambahkan *part* tertentu tanpa merubah *design* luar *part* utama.

4.5 *Re-Design 3*

Re-design 3 ini kembali fokus pada perbaikan *design part* utama engsel kloset duduk. Terinspirasi pada mekanisme kerja *clutch* (kopling) dan mekanisme roda gigi maka dibuat *ring* pada baut yang dapat membatasi pergerakan baut dan mur. Pada *re-design 3* ini ketebalan wadah pada engsel utama akan diperbesar hingga mencapai 12mm. Penambahan ini berfungsi untuk memberi ruang lebih pada mekanisme yang akan ada didalamnya. Secara visual tampak luar *re-design 3* ini tidak berubah banyak selain penambahan ketebalan tadi.

4.5.1 Realisasi *Re-Design 3* pada Autodesk Inventor 2018

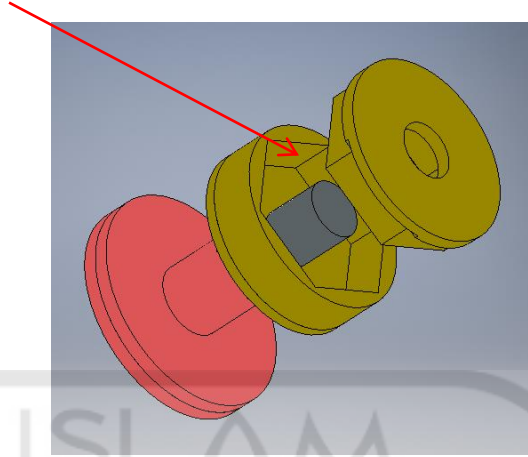
Perubahan dari *re-design 3* ini yaitu penambahan ketebalan agar ruang pada wadah *ring* menjadi lebih besar. Kemudian karena antara lubang pada *bowl* keramik kloset dan ukuran baut asli memiliki selisih sekitar 5mm-6mm, maka ini akan dimanfaatkan sebagai ruang untuk penambahan 2 buah *spacer ring* yang masing-masing ujungnya dihubungkan oleh sebuah pola gigi. *Spacer ring* ini masing-masing memiliki fungsi yang berbeda, seperti pada gambar 4-3. Pada masing-masing dibuat seperti mata roda gigi, hal ini bertujuan untuk mensinkronkan pergerakan. Kemudian pada masing-masing ring akan ada sebuah rongga yang sesuai dengan motif dari baut dan mur (motif segi 6).



Gambar 4-3 *Spacer Ring* pada *Re-design 3*

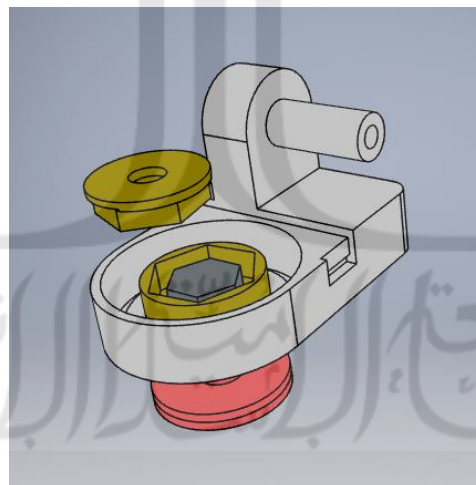
Spacer ring bawah (berwarna merah muda) akan memiliki rongga sesuai dengan motif segi enam. Untuk *spacer ring* bagian atas (berwarna kuning) juga memiliki motif lubang yang sama, namun dengan ukuran yang lebih besar dari ukuran kepala baut. Ruang kecil ini akan digunakan sebagai tempat penutup *ring* dari bagian atas. Berikut adalah gambar ketika baut dan mur sudah erat kemudian akan ditutup dengan penguncinya, seperti pada gambar 4-4.

Rongga bagian atas untuk menahan baut



Gambar 4-4 *Spacer Ring* dan *Penutup Ring* pada *Re-design 3*

Dengan adanya mekanisme seperti ini mur dan baut tidak akan longgar dan bergeser jika ada proses buka tutup pada penutup kloset duduk. Mekanisme seperti ini membuat mur pada bagian bawah tertahan karena telah terkunci pada lubang yang berpola sama dengan kepala baut itu sendiri, dan sama halnya dengan kepala baut pada bagian atas. Untuk 2 *ring* ini sendiri juga telah saling mengunci berkat adanya pola gigi pada masing-masing ujungnya dan menjaga mur dan tetep erat tidak bergerak, seperti pada gambar 4-5.



Gambar 4-5 Hasil *Re-design 3*

4.5.2 Evaluasi Akhir *Re-Design 3*

Dari hasil *re-design 3* ini mekanisme mampu menahan baut dan mur tetap erat. Pada mekanisme ini ada sekitar 3 mekanisme yang berperan dalam mengunci pergerakan dari mur dan baut. Mekanisme ini membutuhkan sedikit ruang tambahan untuk semua *ring* baru, namun dengan adanya tambahan ketebalan sudah cukup untuk dimanfaatkan.

4.5.3 Hasil 3d Printer



Gambar 4-6 Hasil 3d Printer prusa i3

Hasil 3d printer Prusa i3 kurang harus pada bagian-bagian bagian kecil dari komponen, maka perlu adanya proses *finishing* untuk menghaluskan bagian-bagian tersebut. Hal ini mungkin dikarenakan umur dari 3d printer prusa i3 yang sudah cukup tua. Berikut adalah hasil 3d printer Prusa i3 Lab. Mekatronika pada gambar 4-6.

4.7 Hasil Pemasangan dan Pengujian Prototipe

4.7.1 Pemasangan Prototipe

Proses pemasangan engsel hasil dari *3d printer* tidak mengalami kendala karena ukuran mengacu dari ukuran *part* asli, adapun ukuran yang berubah tidak menjadi masalah karena masih dalam toleransi. Berikut adalah gambar setelah kloset duduk dipasangi engsel hasil *re-design*, seperti pada gambar 4-6 dan 4-7.



Gambar 4-7 Kloset yang telah Terpasang Engsel Hasil *Re-Design*

Sumber : Kloset FTI dan FIAI UII

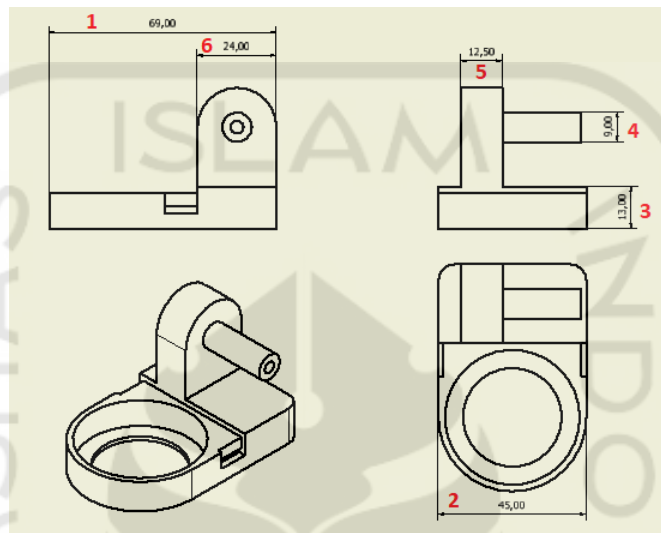


Gambar 4-8 Tampak Atas Engsel Hasil *Re-Design*

Sumber : Kloset FTI dan FIAI UII

4.7.2 Pengujian Prototipe

Selanjutnya ada proses pengujian terhadap prototipe atau purwarupa hasil dari *3d printer*. Berikut adalah tabel pengukuran dimensi pada gambar 4-8 dan tabel 4-1.



Gambar 4-9 Panduan dalam Pengukuran Engsel

Tabel 4-1 Perbandingan Dimensi

No	Engsel	Bagian-bagian engsel (mm)					
		1	2	3	4	5	6
1	<i>Part asli</i>	65 mm	40 mm	11 mm	10 mm	12 mm	24 mm
2	Hasil re-design	69 mm	45 mm	13 mm	9 mm	12,50 mm	24 mm
3	Hasil <i>3d printer</i>	68,90 mm	44,85 mm	13,15 mm	8,80 mm	12,60 mm	24,15 mm

Table 4-1 terlihat perubahan dimensi dari *part asli* setelah dilakukan *re-design* dimensi dari panjang dan lebar bertambah antara 4-5mm, begitu pula pada ketebalannya. Perubahan ini karena adanya pengambahan *part* tambahan pada bagian dalam *body* utama, sehingga perlu dilakukan penambahan. Penambahan

dimensi bagian utama. Proses penambahan ini tidak mempengaruhi pada proses dan fungsinya.

Kemudian perbandingan selanjutnya adalah hasil dari *re-design* dengan hasil jadi dari *3d printer*. Jika diperhatikan pada data di tabel 4-1 ada mayoritas terjadi perubahan dimensi. Perubahan ini terjadi pada bagian horizontal maupun vertikal proses *3d printer*. Kemungkinan perubahan ini dipengaruhi peristiwa penyusutan *filament* PLA ketika proses pendinginan dan getaran pada saat proses *3d printer* berlangsung. Berikut adalah tabel pengujian gerakan pada tabel 4-2.

Tabel 4-2 Pengujian Gerakan

No	Engsel	Proses buka-tutup pada penutup kloset (mm)					
		25	50	75	100	125	150
1	<i>Part asli</i>	1 mm	2 mm	3 mm	4,5 mm	6 mm	9 mm
2	Hasil <i>3d printer</i>	0,3 mm	0,5 mm	0,7 mm	0,9 mm	1 mm	1 mm

Tabel pengujian gerak engsel asli didapat hasil perenggangan baut (garis bergeser) yang cukup besar dan nilai perenggangan tersebut trus bertambah, sedangkan pada engsel *re-design* perenggangan berhenti pada nilai pergeseran 1mm dan tidak bertambah lagi, hal ini karena adanya pengunci pada baut dan mur engsel hasil *re-design*.

4.8 Hasil Akhir

Setelah beberapa kali melakukan *re-design* maka pada akhirnya diputuskan untuk mengikuti tujuan awal dan kriteria *design* penelitian, yakni Melakukan *re-design* pada engsel kloset duduk yang mengalami kerusakan sesuai dengan permasalahan yang terjadi pada kloset duduk Toto SW420J dan *Design* engsel yang dibuat harus memiliki sebuah mekanisme pengunci atau pengaman sederhana, sebagai pengaman agar mur dan baut tetap erat. Dari 3 hasil *re-design* dipilihlah hasil *re-design* 3 sebagai pilihan yang paling mendekati dari semua tujuan dan memenuhi seluruh kriteria *design* yang ada. Akhirnya hasil *re-design*

3 dilanjutkan menuju proses pembuatan *prototipe* menggunakan mesin *3d printer*, awalnya file dari Autodesk Inventor 2018 di *export* menjadi *stl*, dilanjutkan membuka aplikasi repetier dilanjutkan mengimport *file* sebelumnya untuk dilakukan proses *3d printer*. Berikut adalah hasil dari proses *3d printer* dari mesin *3d printer* Prusa i3.

Hasil akhir pembuatan adalah bentuk seperti diatas dengan diawali pembuatan *part* utama dan beberapa bagian-bagian sengaja dipotong-potong menjadi beberapa bagian kecil untuk kemudian disambung kembali dengan cara direkatkan dengan lem. Hal ini kerana jika melakukan *print* langsung tanpa melakukan pemotongan pada bagian-bagian tertentu membuat hasil *3d printer* kurang optimal. Salah satu contoh *part* utama yang dipotong pada bagian *pin* (poros) engselnya, karena jika *pin* engsel tidak dipisah akan membutuhkan *filament support* yang lebih banyak dengan hasil yang kasar. Hasil akhir di tunjukan pada gambar 4-9 dan 4-10



Gambar 4-10 Prototipe Hasil *Re-design* 3



Gambar 4-11 Prototipe *Part* Utama Hasil *Re-design* 3

4.8.1 Pembahasan

Pembuatan pengunci sebanyak 3 mekanisme pada *re-design* 3 sebagai bentuk antisipasi baru karena banyaknya faktor penyebab kerusakan pada engsel, selain itu bentuk engsel yang tidak banyak berubah dari *design* asli bertujuan agar *design* baru ini tetap kompetibel pada tipe-tipe kloset duduk Toto SW420J. Hasil pembuatan prototipe menunjukkan hasil yang kurang memuaskan karena beberapa bagian perlu dipotong dan dilakukan printing terpisah. Hal ini karena hasil *printer* Prusa i3 kurang sempurna, karena *printer* telah tua sehingga hasil kurang halus. Pada saat proses *assembly* engsel perlu menggunakan lem *cyanoacrylate* untuk menyatukan bagian-bagian yang dipotong dan diprint terpisah. Setelah dilakukan 3 kali *re-design* dan akhirnya hasil *re-design* 3 dinilai paling sempurna dan memenuhi semua tujuan dan kriteria *design* yang ada. dengan mekanisme pengunci mur dan baut ini akan mempertahankan mur dan baut tetap erat jika tidak dibuka secara sengaja. Kemudian hasil dari pemasangan terlihat tidak merubah posisi maupun fungsinya.