

Perancangan *Dashboard* Mobil Pedesaan Multiguna

Nurul Madinahdan dan I Made Londen Batan

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: londbatan@me.its.ac.id

Abstrak—Mobil GEA yang merupakan mobil nasional akan dikembangkan menjadi mobil pedesaan multiguna. Salah satu bagian dalam mobil GEA yang menjadi perhatian adalah *dashboard*. Selama ini *dashboard* mobil GEA diproduksi secara manual, yaitu menggunakan proses *wet lay-up* dengan bahan komposit. Rencana ke depan produksi mobil pedesaan multiguna adalah produksi massa. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut dirancang proses cetakan injeksi plastik (*injection molding*) untuk pembuatan *dashboard* mobil pedesaan multiguna. Dibuat dua buah konsep *dashboard*, yaitu konsep A dan konsep B yang mengacu pada *list of requirements*. Simulasi pembebanan dan proses *injection molding* dengan material *acrylonitrile butadiene styrene* dilakukan pada kedua konsep tersebut. Beban yang diberikan adalah beban statis sebesar 100 N pada bagian atas *dashboard* dan 50 N pada masing-masing laci *dashboard*. Dari hasil perancangan, khususnya proses *scoring* ditetapkan konsep B sebagai alternatif *dashboard* untuk mobil pedesaan multiguna. Dari hasil simulasi pembebanan yang dilakukan, didapatkan nilai tegangan maksimal yang terjadi pada *dashboard* adalah 1.35 MPa dengan defleksi sebesar 0.237 mm. Sedangkan dari hasil simulasi proses *injection molding* didapatkan waktu produksi tiap *dashboard* adalah 246 detik (4.1 menit) dengan gaya cekam maksimal 2370 ton.

Kata Kunci—*Acrylonitrile butadiene styrene*, *dashboard*, *injection molding*, *scoring*, tegangan.

I. PENDAHULUAN

PADA tahun 2010 PT INKA mulai mengeluarkan produk mobilnya yang diberi nama GEA (Gulirkan Energi Alternatif). Hingga saat ini ada dua jenis mobil GEA yang diproduksi oleh PT INKA, yaitu mobil jenis MPV dan *pick up*. Mobil jenis *pick up* ternyata lebih banyak dipesan oleh masyarakat untuk mengangkut hasil pertanian di desa. Pada tahun 2011 melalui insentif riset (SINAS) oleh Kemen Ristek bersama Teknik Mesin ITS dikembangkan mobil *pick up* GEA ini menjadi mobil pedesaan multiguna. Hal ini didasarkan pada kebutuhan masyarakat pedesaan terhadap mobil semacam itu. Selain untuk mengangkut hasil tani, *pick up* GEA dirancang untuk dapat difungsikan sebagai kendaraan niaga dan penumpang.

Salah satu bagian mobil yang perlu diperhatikan adalah *dashboard*. *Dashboard* adalah panel pada interior mobil bagian depan. Di sini biasanya terdapat beberapa fasilitas, seperti panel instrumentasi, laci, radio / *tape*, dan AC.

Hingga saat ini *dashboard* mobil GEA dibuat secara manual dari bahan komposit dengan cara pelapisan (*lay-up*),

sesuai dengan kemampuan bengkel atau *workshop* yang menanganinya. Dengan cara manual seperti itu dimensi produk yang dihasilkan tidak bisa konsisten. Karena rencana produksi ke depan adalah produksi massa, maka harus dibuat rancangan produksi yang dapat menghasilkan jumlah yang banyak dengan spesifikasi *dashboard* sesuai dengan yang ditetapkan dalam jangka waktu yang singkat, yaitu menggunakan proses *injection molding*. Tujuan dari perancangan ini adalah untuk menentukan spesifikasi desain *dashboard* mobil pedesaan multiguna yang sesuai dengan kebutuhan, menentukan kekuatan *dashboard* mobil pedesaan multiguna, dan mengetahui proses pembuatan *dashboard* yang sesuai dengan kebutuhan produksi massa untuk mobil pedesaan multiguna, meliputi waktu produksi, jumlah material dan gaya cekam yang dibutuhkan, serta cacat yang mungkin terjadi.

Dalam perancangan ini ditetapkan material *dashboard* adalah *acrylonitrile butadiene styrene* (ABS). Sebagai acuan data untuk simulasi proses *injection molding* digunakan spesifikasi mesin *injection molding* model Sun 2800 dengan gaya cekam maksimal 2800 ton. Selain kedua hal tersebut, parameter lain yang ditentukan adalah temperatur cetakan dan temperatur leleh untuk proses *injection molding*, yaitu masing-masing 50°C dan 230°C, serta laju aliran material sebesar 2000 cm³/s.

II. METODE PERANCANGAN

Langkah-langkah yang dilakukan dalam perancangan *dashboard* mobil pedesaan multiguna adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur dan lapangan mengenai desain *dashboard* yang sudah ada. Studi lapangan disertai dengan survei untuk mengetahui bentuk dan fitur *dashboard* yang dibutuhkan oleh masyarakat pedesaan.
2. Penyusunan *list of requirements* dari hasil survei yang dilakukan.
3. Pembuatan konsep *dashboard* yang terdiri dari:
 - a. Pembuatan desain *dashboard* berdasarkan *list of requirements*. Pada proses ini ditetapkan ketebalan *dashboard*, yaitu 3 mm. Selain itu juga ditetapkan material *acrylonitrile butadiene styrene* sebagai bahan pembuatan *dashboard*.
 - b. Simulasi pembebanan pada desain. Desain *dashboard* diberikan beban sebesar 100 N. Apabila tegangan yang terjadi melebihi tegangan ijin material, maka ketebalan

harus ditambah, hingga tegangan yang terjadi masih di dalam batas yang diijinkan.

- c. Simulasi proses *injection molding* untuk mengetahui waktu produksi serta cacat-cacat yang terjadi.
- 4. Pemilihan konsep *dashboard* berdasarkan kriteria seleksi mudah dimanufaktur, kekuatan, mudah dipasang dan dilepas, kualitas, dan jumlah material yang dibutuhkan.
- 5. Kesimpulan dan saran. Dari hasil simulasi akan didapatkan rekomendasi desain dan proses pembuatan *dashboard* mobil pedesaan multiguna sesuai dengan kebutuhan produksi.

III. HASIL DISKUSI

A. Konsep Dashboard

Sebelum membuat konsep *dashboard* untuk mobil pedesaan multiguna, terlebih dahulu disusun daftar kebutuhan atau *list of requirements* sesuai hasil survei yang telah dilakukan terhadap masyarakat pedesaan. *List of requirements* yang dimaksud dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari *list of requirements* yang tercantum pada Tabel 4.1 dibuat dua buah konsep *dashboard* yang nantinya dipilih salah satu untuk dijadikan alternatif desain *dashboard* untuk mobil pedesaan multiguna. Kedua konsep tersebut dapat dilihat pada Gambar 1 sampai Gambar 4.

Perbedaan *dashboard* pada konsep A dan konsep B adalah ukuran panjangnya, di mana panjang *dashboard* konsep A adalah 1190 mm, sedangkan panjang *dashboard* konsep B adalah 1200 mm. Selain itu juga terdapat perbedaan pada letak laci kecil dan jumlah lubang AC pada konsep A dan konsep B.

B. Simulasi Pembebanan

Sebelum dilakukan simulasi pembebanan, harus diketahui sifat ABS sebagai material *dashboard*, yaitu seperti terlihat pada Tabel 2.

Selain itu jugaditentukan tegangan ijin maksimal yang dapat diterima *dashboard* sehingga tidak menyebabkan kerusakan dengan mengikuti persamaan berikut:

$$\sigma_{max} \leq \frac{S_u}{N} \quad (1)$$

Di mana σ_{max} = Tegangan maksimal yang terjadi (MPa)
 S = Tegangan tarik material (MPa)
 N = Faktor keamanan, ditetapkan 2 karena beban yang diberikan adalah beban statis

Dengan memasukkan nilai tegangan tarik material yang telah disebutkan pada Tabel 2 ke dalam persamaan (1)

$$\sigma_{max} \leq \frac{45 \text{ MPa}}{2}$$

$$\sigma_{max} \leq 22.5 \text{ MPa}$$

Artinya tegangan maksimal yang terjadi tidak boleh melebihi 22.5 MPa.

Simulasi pembebanan dilakukan dengan *software* CATIA V5R20. Langkah-langkah simulasi dapat dilihat pada Gambar 5.

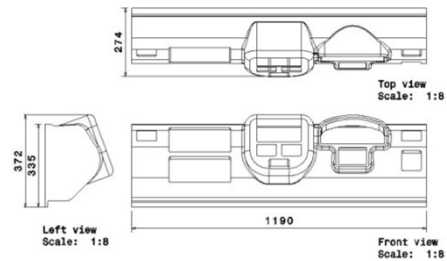
Posisi pemberian beban pada *dashboard* konsep A dapat dilihat pada Gambar 6.

Sedangkan posisi pembebanan pada *dashboard* konsep B dapat dilihat pada Gambar 7.

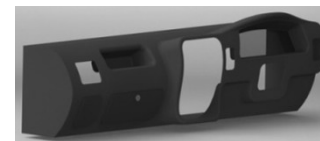
Hasil yang didapatkan dari simulasi pembebanan berupa tegangan masing-masing konsep *dashboard*, seperti terlihat pada Gambar 8 dan 9.



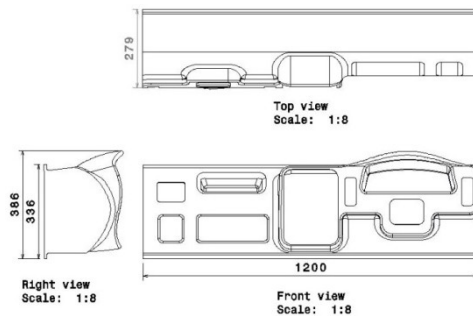
Gambar. 1. Konsep A Desain Dashboard untuk Mobil Pedesaan Multiguna.



Gambar. 2. Sketsa Dashboard Konsep A.



Gambar. 3. Konsep B Desain Dashboard untuk Mobil Pedesaan Multiguna.



Gambar. 4. Sketsa Dashboard Konsep B.

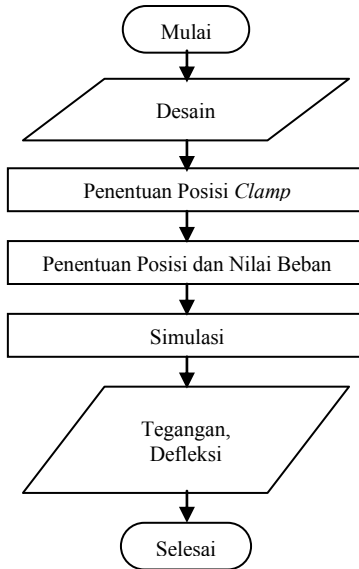
Tabel 1.

List of Requirements Dashboard Mobil Pedesaan Multiguna

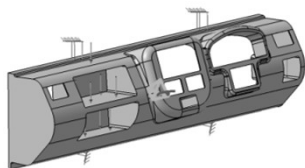
No	Requirements	D/W
1	Spesifikasi <ul style="list-style-type: none"> • Panjang maksimal = 1200 mm • Lebar maksimal = 290 mm • Tinggi maksimal = 400 mm • Berat maksimal = 7kg • Beban maksimal = 10kg 	D D D W W
2	Material <ul style="list-style-type: none"> • Plastik atau komposit 	D
3	Fitur / fungsi <ul style="list-style-type: none"> • Panel Instrumen • Audio • AC • Laci • Laci terbuka 	D D D D D
4	Bisa dimanufaktur	D
5	Bisa dipasang dan dilepas	D
6	Kekuatan <ul style="list-style-type: none"> • Material tidak rusak ketika diberi beban 100N 	D
7	Ketahanan <ul style="list-style-type: none"> • Dapat dipakai selama masa pakai mobil • Tahan terhadap korosi 	D
8	Perawatan <ul style="list-style-type: none"> • Mudah dibersihkan 	D
9	Bentuk dan warna <ul style="list-style-type: none"> • Bentuk sederhana • Warna hitam 	D D

Tabel 2.
Sifat Material *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (subtech.com)

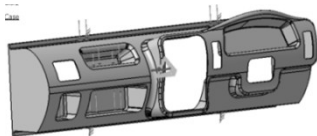
Sifat	Nilai	Satuan
Massa jenis (ρ)	1.05	Kg/m^3
Tegangan tarik (S_u)	45	MPa
Modulus elastisitas (E)	2.45	GPa



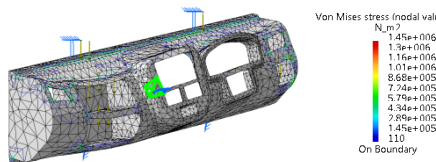
Gambar 5. Langkah-langkah Simulasi Pembebanan.



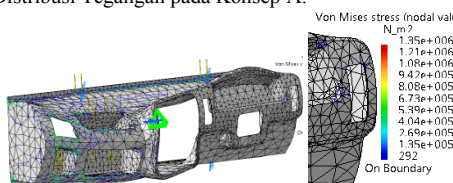
Gambar 6. Posisi Pembebanan pada *Dashboard* Konsep A.



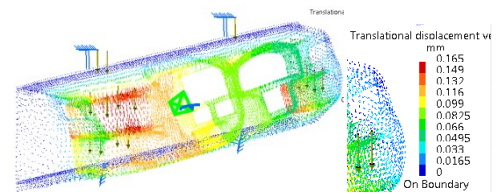
Gambar 7. Posisi Pembebanan pada *Dashboard* Konsep B.



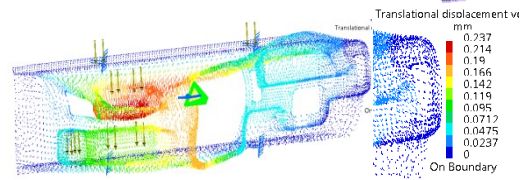
Gambar 8. Distribusi Tegangan pada Konsep A.



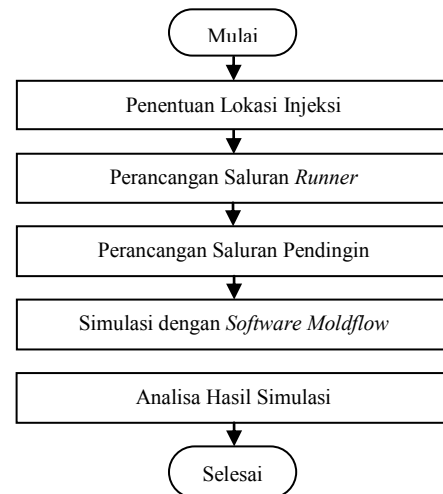
Gambar 9. Distribusi Tegangan pada Konsep B.



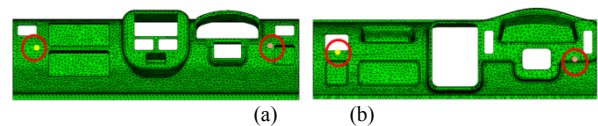
Gambar 10. Defleksi yang terjadi pada Konsep A.



Gambar 11. Defleksi yang terjadi pada Konsep B.



Gambar 12. Langkah-langkah Simulasi Proses *Injection Molding*.



Gambar 13. Lokasi Injeksi (a) Konsep A, (b) Konsep B.

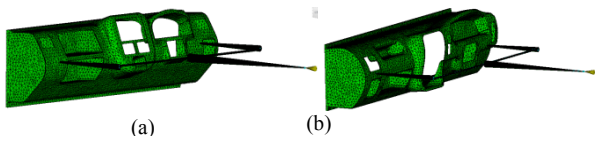
Dari Gambar 8 dan 9 dapat diketahui bahwa tegangan maksimal yang terjadi pada *dashboard* konsep A dan konsep B masing-masing adalah 1.45 MPa dan 1.35 MPa. Kedua nilai tersebut masih berada di bawah tegangan maksimal yang diijinkan sehingga desain *dashboard* dinyatakan aman.

Untuk evaluasi lebih lanjut dianalisa juga defleksi yang terjadi pada masing-masing konsep, seperti terlihat pada Gambar 10 dan 11.

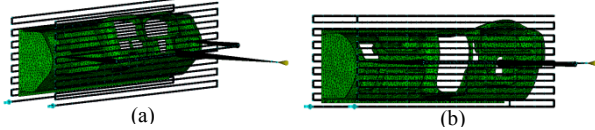
Pada Gambar 10 dan 11 dapat dilihat defleksi maksimal yang terjadi pada *dashboard* konsep A lebih kecil dari konsep B. Namun keduanya bernilai kecil yaitu kurang dari 1 mm. Kedua konsep mengalami defleksi maksimal pada lokasi yang hampir sama, yaitu pada bagian laci.

C. Simulasi Proses *Injection Molding*

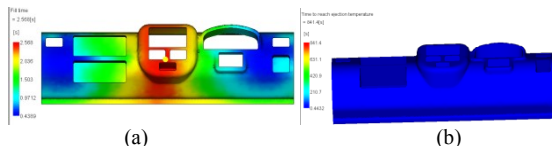
Simulasi proses *injection molding* dilakukan dengan menggunakan *software Autodesk Moldflow*. Langkah-langkah simulasi dapat dilihat pada Gambar 12.



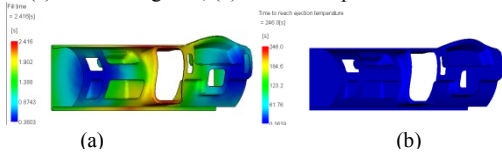
Gambar. 14. Sistem Runner (a) Konsep A, (b) Konsep B.



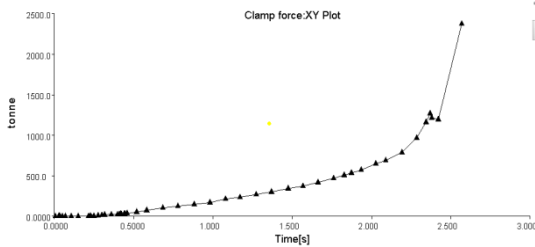
Gambar. 15. Saluran Pendingin (a) Konsep A, (b) Konsep B.



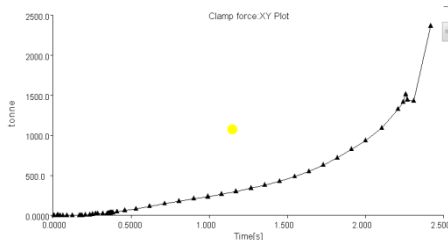
Gambar. 16. (a) Waktu Pengisian, (b) Waktu Pelepasan Dashboard Konsep A.



Gambar. 17. (a) Waktu Pengisian, (b) Waktu Pelepasan Dashboard Konsep B.



Gambar. 18. Gaya Cekam selama Pengisian Material ke Dalam Rongga Cetakan Dashboard Konsep A.

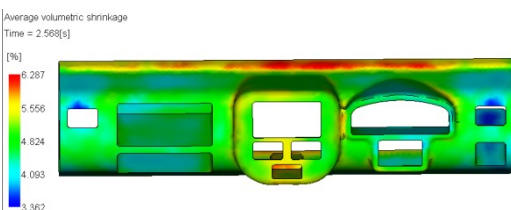


Gambar. 19. Gaya Cekam selama Pengisian Material ke Dalam Rongga Cetakan Dashboard Konsep B.

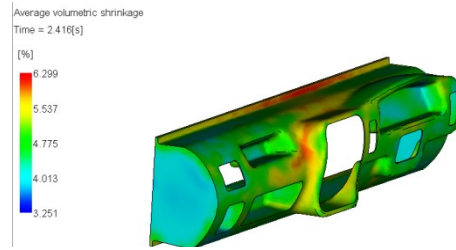
Tabel 3.

Jumlah Material yang Dibutuhkan dalam Satu Kali Injeksi untuk Konsep A dan B

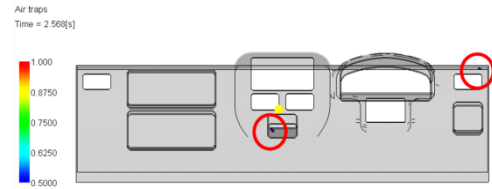
Parameter	Konsep A	Konsep B
Sprue / runner / gate mass	603.3435 g	477.5200 g
Part mass	4032.9823 g	3906.5921 g
Total mass	4636.3258 g	4384.1124 g



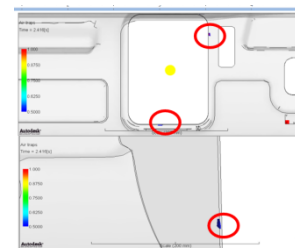
Gambar. 20. Penyusutan pada Dashboard Konsep A hasil Injection Molding.



Gambar. 21. Penyusutan pada Dashboard Konsep B hasil Injection Molding.



Gambar. 22. Air Traps pada Dashboard Konsep A Hasil Injection Molding.



Gambar. 23. Air Traps pada Dashboard Konsep B Hasil Injection Molding.

Tabel 4. Pemilihan Konsep Dashboard dengan Metode Scoring

Kriteria Seleksi	Bobot (%)	Konsep A		Konsep B	
		Rate	Nilai Bobot	Rate	Nilai Bobot
Mudah dimanufaktur	30	1	0.3	3	0.9
Kekuatan	20	2	0.4	2	0.4
Mudah dipasang dan dilepas	15	3	0.45	1	0.15
Kualitas	20	2	0.4	2	0.4
Jumlah material	15	1	0.15	3	0.45
Jumlah	100		1.7		2.3
Ranking		2		1	

Hasil simulasi yang didapatkan berupa waktu pengisian dan pelepasan produk, gaya cekam, material yang dibutuhkan, serta cacat yang terjadi.

Dari Gambar 15 dan 16 dapat dilihat bahwa waktu pengisian rongga cetakan dashboard konsep A adalah 2,568 detik, sedangkan pada konsep B adalah 2,461 detik. Waktu pelepasan untuk konsep B jauh lebih singkat daripada konsep A, yaitu 246 detik, sedangkan untuk konsep A adalah 841,4 detik. Pada konsep A waktu yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur eaksi adalah 841,4 detik sedangkan pada konsep B adalah 246 detik. Waktu yang jauh lebih lama pada konsep A dikarenakan desain dashboard pada konsep A yang tidak simetri antara bagian kanan dan bagian kiri, seperti terlihat pada Gambar 4.1, yaitu lebih banyak lubang di bagian kanan. Hal ini menyebabkan jumlah material yang mengisi rongga cetakan tidak terdistribusi secara merata, sehingga bagian dengan material yang lebih banyak membutuhkan waktu pendinginan yang lebih panjang.

Untuk gaya cekam pada konsep A dan konsep B dapat dilihat pada Gambar 18 dan 19.

Pada Gambar 17 dan 18 dapat dilihat gaya cekam maksimal yang dibutuhkan selama pengisian material ke dalam rongga cetakan untuk konsep A adalah 2380 ton, sedangkan untuk konsep B lebih kecil, yaitu 2370 ton. Kedua nilai tersebut tentu saja tidak boleh lebih besar daripada gaya cekam maksimal yang dimiliki oleh mesin, yaitu 2800 ton.

Pada Tabel 3 dapat dilihat jumlah material yang dibutuhkan untuk membuat satu buah *dashboard* untuk konsep A lebih banyak daripada konsep B. selain masa produk yang memang berbeda, selisih massa *sprue*, *runner*, dan *gate* juga cukup besar.

Hasil lain dari simulasi proses *injection molding* yang dapat dilihat adalah cacat yang terjadi. Cacat yang terjadi pada kedua konsep *dashboard* berupa penyusutan (*shrinkage*) dan jebakan udara (*air traps*). Lokasi penyusutan dapat dilihat pada Gambar 20 dan 21.

Pada Gambar 20 dan 21 dapat dilihat lokasi penyusutan paling besar yang hampir sama, yaitu pada bagian yang terakhir dicapai oleh material saat proses pengisian. Begitu juga besarnya penyusutan. Penyusutan maksimal yang terjadi pada konsep A tidak berbeda jauh dengan yang terjadi pada konsep B.

Selain cacat berupa penyusutan (*shrinkage*), kemungkinan juga terjadi cacat berupa adanya *air traps*, yaitu terjebaknyanya udara di dalam produk selama proses pencetakan berlangsung. *Air traps* yang terjadi dari hasil simulasi pada konsep A dan B dapat dilihat pada Gambar 22 dan 23.

Pada Gambar 21 dapat dilihat *air traps* yang terjadi pada *dashboard* konsep A hanya berjumlah dua buah pada lokasi yang berjauhan. Hampir sama dengan konsep A, pada konsep B *air traps* yang terjadi hanya berjumlah tiga buah di lokasi yang juga berjauhan. Jumlah *air traps* yang sedikit ini tidak akan berpengaruh pada kekuatan *dashboard*.

D. Pemilihan Konsep

Pemilihan konsep dilakukan dengan metode *scoring*. Kriteria yang digunakan seperti telah disebutkan pada bagian pendahuluan. Nilai yang diberikan untuk masing-masing konsep berkisar antara 1 sampai 3, di mana nilai 1 berarti lebih jelek dari konsep yang lain, nilai 2 sama dengan konsep yang lain, dan 3 lebih bagus dari konsep yang lain. Pemilihan konsep *dashboard* dengan metode *scoring* dapat dilihat pada Tabel 4.

Isian pada Tabel 4 tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Mudah dimanufaktur

Dari hasil simulasi proses *injection molding* dengan pengaturan proses yang sama didapatkan hasil yang cukup jauh berbeda antara konsep A dengan konsep B. waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan *dashboard* konsep A ternyata lebih dari 3 kali lipat dari konsep B. Ini artinya *dashboard* konsep B lebih mudah dimanufaktur daripada *dashboard* konsep A. Oleh karena itu untuk kriteria mudah dimanufaktur, konsep B diberi *rate* lebih tinggi dari pada konsep A.

2. Kekuatan

Sesuai dengan hasil simulasi pembebanan yang telah dilakukan, selisih tegangan yang terjadi pada *dashboard* konsep A dan konsep B hanya 0.1 MPa, di mana *dashboard* konsep A menerima tegangan lebih besar. Namun defleksi yang terjadi pada *dashboard* konsep A ternyata jauh lebih kecil daripada yang terjadi pada konsep B. sehingga untuk kriteria ini kedua konsep diberi *rate* 2 karena dianggap memiliki kekuatan yang sebanding.

3. Mudah dipasang dan dilepas

Seperti yang telah dijelaskan dalam bagian pembuatan konsep, *dashboard* pada konsep A lebih mudah dipasang jika dibandingkan dengan *dashboard* pada konsep B. Hal ini dikarenakan panjang *dashboard* pada konsep A memiliki selisih dengan lebar *body* yang disediakan. Sedangkan *dashboard* pada konsep B memiliki ukuran panjang yang sama dengan ukuran lebar *body* mobil yang disediakan. Oleh karena itu untuk kriteria ketiga ini konsep A diberi *rate* 3 sedangkan konsep B diberi *rate* 1.

4. Kualitas

Kriteria kualitas dilihat dari cacat-cacat yang terjadi pada *dashboard* masing-masing konsep. Hasil simulasi proses *injection molding* juga menunjukkan cacat-cacat yang terjadi pada *dashboard* konsep A dan konsep B. dari hasil simulasi didapatkan penyusutan yang hampir sama untuk konsep A dan konsep B dengan nilai penyusutan paling besar sekitar 0.189 mm. Begitu juga dengan cacat yang berupa *air traps* yang jumlahnya sangat sedikit pada *dashboard* konsep A dan konsep B. Sehingga untuk kriteria ini kedua konsep diberi *rate* yang sama, yaitu 2.

5. Jumlah material

Semakin sedikit jumlah material yang digunakan maka semakin besar *rate* yang diberikan. Jumlah material yang digunakan untuk membuat sebuah *dashboard* juga dapat dilihat dari hasil simulasi proses *injection molding*. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa untuk membuat *dashboard* konsep A membutuhkan material lebih banyak daripada *dashboard* konsep B. Oleh karena itu untuk kriteria jumlah material, konsep A diberi *rate* 1 dan konsep B diberi *rate* 3.

Dari proses *scoring* yang telah dilakukan, konsep B mendapatkan nilai yang lebih tinggi daripada konsep A. Sehingga konsep B yang dipilih dalam perancangan *dashboard* mobil pedesaan multiguna ini.

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Setelah melakukan perancangan dan simulasi *dashboard* mobil pedesaan multiguna, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Konsep *dashboard* yang dipilih untuk mobil pedesaan multiguna adalah konsep B dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Panjang = 1200 mm
- Lebar = 279 mm
- Tinggi = 386 mm
- Jumlah laci = 3 buah
- Jumlah lubang AC = 3 buah

- Material = *acrylonitrile butadiene styrene*
 - Massa = 3906.6 gram
 - Warna = hitam
2. *Dashboard* dengan spesifikasi yang disebutkan pada poin 1 dapat dikerjakan dengan proses *injection molding* dengan mesin *injection molding* model Sun 2800.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Batan, I Made Londen, Prof. Dr. –Ing. Ir. M.Eng, 2012. *Desain Produk*. Surabaya : Guna Widya.
- [2] Mazumdar, Sanjay K., Ph.D, 2002. *Composites Manufacturing – Materials, Product, and Process Engineering*. United States of America : CRC Press LLC.
- [3] Tien-Chien chang, Richard A Wusk, and Hsu-Pin Wang, 1998. *Computer-Aided Manufacturing, Second Edition*. Prentice Hall
- [4] Deutschman, Aaron D, *Machine Design ; Theory and Practice*. New York : Mucmillan Publishing Co. Inc.
- [5] Bralla, James G.,1998. *Design for Manufacturability Handbook, Second Edition*. United States of America : McGraww-Hill
- [6] Gastrow, 1983, *Injection Molds*. German
- [7] Boothroyd, Geoffrey, 2002. *Product Design for Manufacture and Assembly, Second Edition*. United States of America : Marcel Dekker
- [8] Campbell, Paul D. Q.,1996. *Plastic Component Design*. New York : Industrial Press Inc.