

4. PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Aktivitas Penataan Bagasi dalam Pesawat di Bandara Internasional Juanda

Barang bagasi milik penumpang pesawat terbang akan melalui berbagai stasiun kerja untuk diperiksa dan dialirkan sebelum sampai ke tahap penataan bagasi di dalam *cargo compartment* pesawat. Aktivitas penataan bagasi juga tidak lepas dari penggunaan fasilitas-fasilitas yang termasuk *ground support equipment* untuk menyalurkan bagasi. Terdapat pula pekerja-pekerja yang berhubungan langsung dengan aktivitas tersebut. Berikut akan dijelaskan mengenai hal-hal yang berkaitan erat dengan aktivitas penataan bagasi sebagai informasi untuk perancangan alat bantu.

4.1.1 Prosedur Penataan Bagasi

Bagasi milik calon penumpang harus terlebih dahulu melalui berbagai stasiun kerja sebelum akhirnya masuk ke dalam *cargo compartment* pesawat untuk ditata dan dibawa *take-off*. Aliran bagasi tersebut melalui stasiun *x-ray*, stasiun *check in*, dan stasiun belakang yang telah dibagi untuk masing-masing maskapai penerbangan. Dari stasiun *check-in* menuju ke stasiun belakang, bagasi dialirkan melalui *conveyor* yang dapat diatur pergerakannya, sehingga apabila ada bagasi yang harus dialirkan, barulah *conveyor* tersebut digerakkan. Setelah bagasi sampai di stasiun belakang, bagasi kemudian dipindahkan ke kereta pengangkut (*baggage cart*) yang akan membawa bagasi menuju ke pesawat untuk melakukan aktivitas *loading*. Proses *loading* tersebut biasanya menggunakan *belt loader* (*conveyor*).



Gambar 4.1 Stasiun X-Ray



Gambar 4.2 Stasiun *Check-In*



Gambar 4.3 Stasiun Belakang



Gambar 4.4 Pemindahan Bagasi dari Stasiun Belakang ke *Baggage Carts*

Pada Gambar 4.3, dapat dilihat bahwa pekerja yang bertugas untuk mengangkut bagasi menuju ke *baggage carts* sudah siap siaga menunggu di stasiun belakang. Sehingga saat barang bagasi datang, pekerja dapat langsung memindahkannya menuju ke *baggage carts*. Namun sebelum dipindahkan, para pekerja harus mengecek label yang tertera pada bagasi penumpang yang sebelumnya telah ditempelkan saat berada di stasiun *check-in*. Hal ini bertujuan agar bagasi-bagasi tersebut tidak masuk ke pesawat yang salah. Karena pada dasarnya, Bandara Internasional Juanda hanya menyediakan satu stasiun belakang saja untuk setiap maskapai penerbangan, padahal satu maskapai penerbangan memiliki jadwal penerbangan yang cukup banyak dalam sehari.

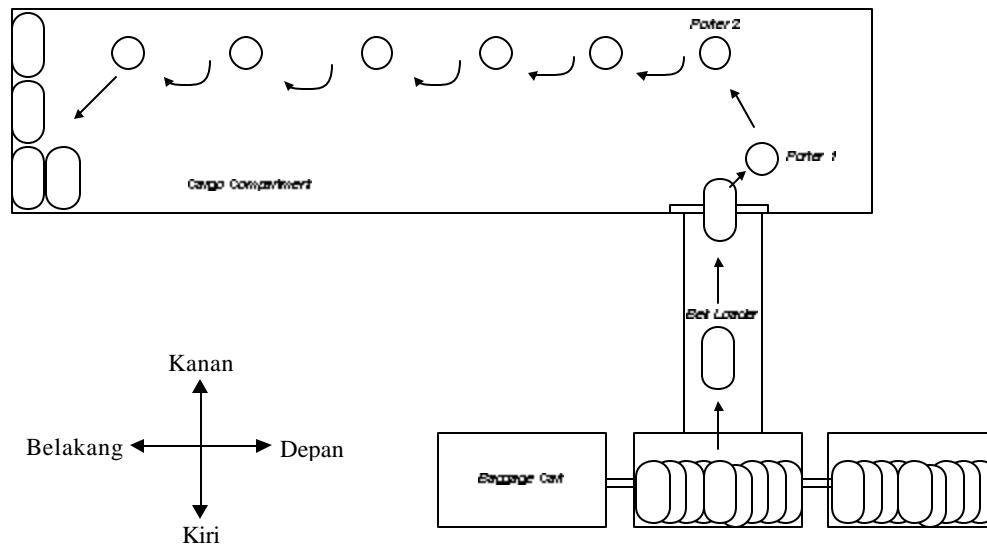


Gambar 4.5 Aktivitas *Loading* Bagasi Menggunakan *Belt Loader*



Gambar 4.6 Aktivitas Penataan Bagasi di *Cargo compartment* Pesawat

Pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6, dapat dilihat bahwa aktivitas *loading* bagasi dan aktivitas penataan bagasi saling berhubungan. Pekerja yang berada di bawah bertugas untuk melakukan aktivitas *loading*, sementara pekerja yang berada di dalam *cargo compartment* bersiaga untuk menerima barang bagasi untuk ditata. Pekerja yang bertugas untuk melakukan aktivitas *loading* dan menata bagasi di dalam *cargo compartment* biasa disebut dengan istilah *porter*. Sistem penataan bagasi di dalam *cargo compartment* tidak hanya melibatkan satu atau dua orang *porter* saja. Namun dalam sekali penataan, terkadang membutuhkan antara enam sampai delapan orang *porter*. Sistem penataan bagasi di dalam *cargo compartment* pesawat akan dijelaskan melalui gambar berikut ini.



Gambar 4.7 Sistem Penataan Bagasi di Dalam *Cargo compartment* Pesawat (Tampak Atas)

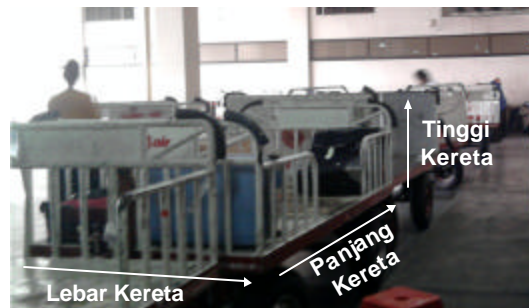
Proses penataan bagasi di dalam *cargo compartment* menggunakan sistem estafet yang dilakukan oleh *porter-porter*. Jadi *porter-porter* sudah berada dalam posisi seperti di gambar saat hendak memulai proses penataan. *Porter 1* bertugas untuk menerima barang yang datang dari *belt loader*. Kemudian, barang tersebut akan disalurkan ke *porter 2* untuk diestafetkan ke *porter-porter* berikutnya hingga sampai ke *porter* yang berada di bagian yang paling ujung belakang dari *cargo compartment*.

Porter yang berada di bagian paling belakang bertugas untuk melakukan penataan bagasi. Penataan bagasi tersebut pun memiliki urutan tersendiri. Bagasi tersebut ditata mulai dari kiri ke kanan, dan dari belakang ke depan. Mula-mula bagasi akan diletakkan dan ditumpuk di bagian ujung kiri, baru berangsur-angsur berpindah ke kanan. Dan penataan tersebut selalu bergerak dari depan ke belakang. Dengan beban kerja yang cukup berat, *porter* diharuskan untuk berada dalam posisi tubuh yang selalu membungkuk, oleh sebab itulah diperlukan perancangan alat bantu yang didesain agar *porter* tidak perlu membungkuk lagi dalam melakukan aktivitas penataan bagasi.

4.1.2 Fasilitas yang Berhubungan dengan Penataan Bagasi

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, aktivitas penataan bagasi berkaitan erat dengan berbagai fasilitas kerja, terutama *baggage carts*, *belt loader*, *travel bag*, dan *cargo compartment* sendiri. Permasalahannya adalah menentukan dimensi keseluruhan alat bantu agar dapat menampung jumlah bagasi yang optimal beserta variasi-variasi ukuran dari bagasi-bagasi tersebut. Selain memperhatikan masalah ukuran bagasi yang ditampung, ukuran *cargo compartment* pesawat, lebar *belt loader*, dan ukuran *baggage carts* juga perlu diperhatikan untuk perancangan alat bantu. Berikut adalah detail ukuran dari fasilitas-fasilitas yang berhubungan dengan penataan bagasi.

a. *Baggage Carts*



Gambar 4.8 Detail Ukuran *Baggage Carts*

Ukuran *baggage carts* yang dimiliki oleh perusahaan-perusahaan *Ground Handling Service* di Bandara Internasional Juanda memiliki ukuran standar yaitu dengan panjang kereta 185,6 cm, lebar kereta 82 cm, dan tinggi kereta 63 cm. Ukuran *baggage carts* ini akan digunakan untuk memperkirakan ukuran alat bantu, karena alat bantu nantinya akan diletakkan di dalam *baggage carts*.

b. *Belt Loader*



Gambar 4.9 Detail Ukuran Lebar *Belt Loader*

Demikian pula dengan ukuran lebar *belt loader* yang dimiliki oleh perusahaan-perusahaan *Ground Handling Service* di Bandara Internasional Juanda juga memiliki ukuran lebar standar yaitu 81,7 cm. *Belt loader* tersebut mampu menampung berat hingga 0,7 ton. Ukuran *belt loader* diperlukan sebagai bahan pertimbangan penentuan ukuran alat bantu karena alat bantu akan dinaikkan di atas *belt loader* untuk di-loading menuju *cargo compartment* pesawat. Sehingga, *belt loader* harus dapat menampung besar alat bantu.

c. *Travel Bag*

Ukuran *travel bag* juga diperlukan untuk mengetahui rata-rata ukuran *travel bag* yang seringkali dibawa oleh penumpang pesawat terbang, sehingga dapat menentukan ukuran alat bantu yang dapat menampung berbagai variasi ukuran dari barang bagasi. Terdapat total 40 data ukuran *travel bag* yang telah diambil. Data yang diperoleh dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.1 Data Ukuran *Travel Bag*

| Lebar | Panjang | Tinggi |
|-------|---------|--------|
| 37 | 49 | 16 |
| 40 | 58 | 18 |
| 35 | 45 | 15 |
| 41 | 62 | 22 |
| 34 | 48 | 15 |
| 30 | 39 | 16 |

| | | |
|----|----|----|
| 39 | 59 | 18 |
|----|----|----|

Tabel 4.2 Data Ukuran *Travel Bag* (sambungan)

| Lebar | Panjang | Tinggi |
|-------|---------|--------|
| 45 | 65 | 25 |
| 41 | 58 | 22 |
| 42 | 57 | 20 |
| 44 | 57 | 22 |
| 40 | 56 | 25 |
| 34 | 46 | 27 |
| 30 | 40 | 18 |
| 30 | 40 | 18 |
| 30 | 39 | 12 |
| 40 | 48 | 19 |
| 40 | 63 | 19 |
| 43 | 52 | 21 |
| 33 | 46 | 26 |
| 30 | 46 | 14 |
| 32 | 50 | 26 |
| 36 | 44 | 20 |
| 25 | 56 | 15 |
| 26 | 63 | 27 |
| 38 | 80 | 35 |
| 36 | 40 | 28 |
| 28 | 48 | 23 |
| 27 | 48 | 20 |
| 32 | 56 | 20 |
| 28 | 64 | 27 |
| 30 | 65 | 28 |
| 30 | 40 | 19 |
| 32 | 78 | 36 |
| 35 | 81 | 36 |
| 37 | 45 | 24 |
| 32 | 43 | 16 |
| 37 | 81 | 35 |
| 40 | 84 | 36 |
| 29 | 64 | 28 |



Gambar 4.10 Detail Ukuran *Travel Bag*

d. *Cargo compartment*

Hampir semua maskapai penerbangan domestik Indonesia memiliki armada pesawat tipe Boeing dan Airbus. Sedangkan untuk jenis pesawat lainnya jarang dimiliki pada umumnya. Berikut adalah tabel rekapitulasi jumlah total armada tipe Airbus dan Boeing untuk semua maskapai domestik.

Tabel 4.3 Jumlah Total Armada Tipe *Airbus* dan *Boeing*
Maskapai Penerbangan Domestik di Indonesia

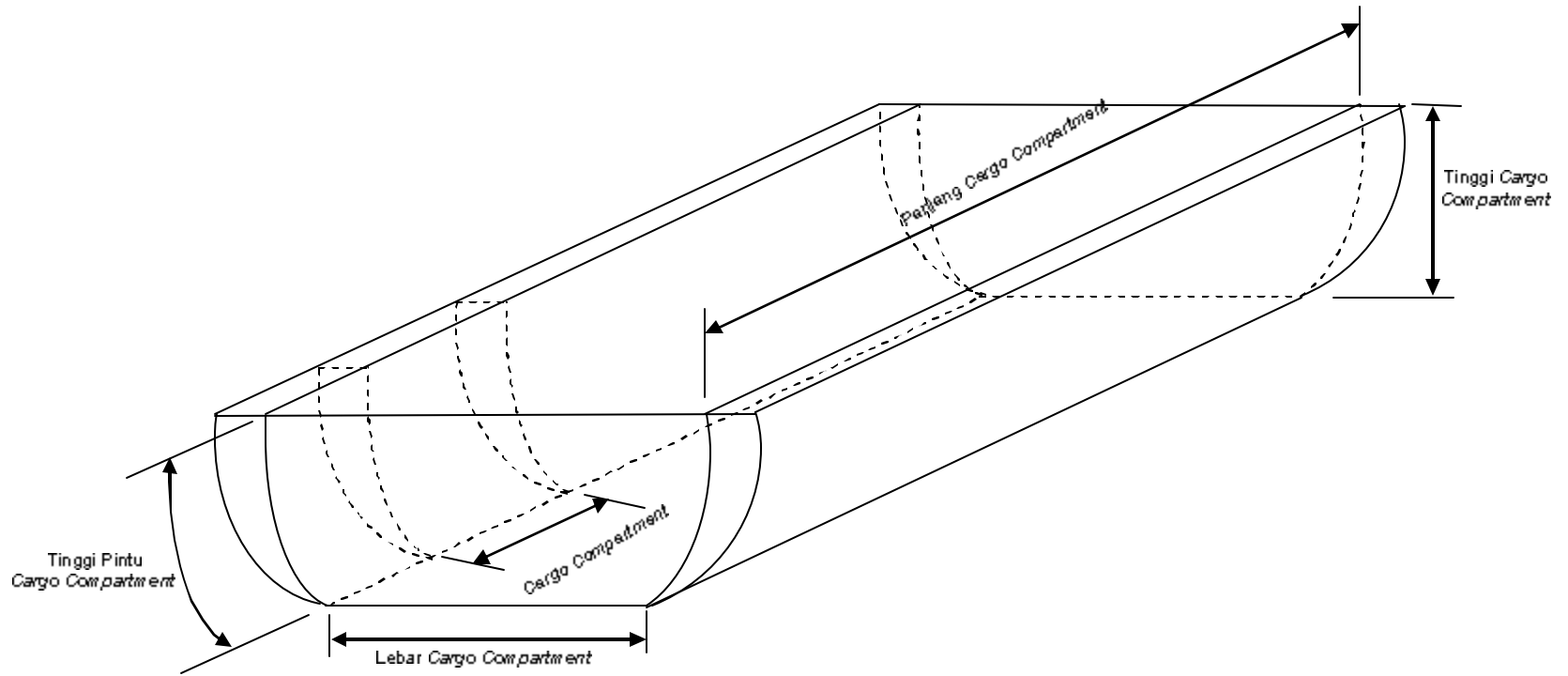
| Tipe Pesawat | Jumlah |
|---------------------|---------------|
| Airbus A319 | 3 |
| Airbus A320 | 18 |
| Airbus A330-200 | 6 |
| Airbus A330-300 | 6 |
| Boeing 727-200 | 2 |
| Boeing 737-100/200 | 27 |
| Boeing 737-300 | 42 |
| Boeing 737-400 | 52 |
| Boeing 737-500 | 5 |
| Boeing 737-800/900 | 74 |
| Boeing 747-400 | 5 |

Dimensi *cargo compartment* tersebut akan berguna dalam menentukan ukuran fasilitas kerja yang nantinya akan digunakan untuk membantu aktivitas penataan bagasi, karena setiap tipe pesawat memiliki ukuran yang berbeda-beda. Berikut adalah ukuran *cargo compartment* untuk tipe pesawat Airbus dan Boeing.

Tabel 4.4 Dimensi *Cargo Compartment* Pesawat

| Dimensi | Tipe Pesawat | | | | | | | | | | |
|--|--------------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|
| | A319 | A320 | A330-200 | A330-300 | B727-200 | B737-100 | B737-200 | B737-300 | B737-400 | B737-500 | B737-800/900 |
| Panjang <i>Cargo Compartment</i> (m) | 15,17 | 18,9 | 21,23 | 26,53 | 13 | 9,98 | 11,86 | 12,33 | 15,33 | 18,33 | 21,33 |
| Lebar <i>Cargo Compartment</i> (m) | 2,67 | 2,67 | 3,28 | 3,28 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 |
| Tinggi <i>Cargo Compartment</i> (m) | 1,37 | 1,37 | 1,53 | 1,53 | 1,13 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,37 |
| Total Payload (ton) | 5,5-6,5 | 5,5-7 | 8,5-9,5 | 9-10 | 4-5 | 4-5 | 4-5 | 5-6,5 | 6-7 | 6,5-7,5 | 7-8 |
| Tinggi Pintu <i>Cargo Compartment</i> (tidak secara tegak) (m) | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| Lebar Pintu <i>Cargo Compartment</i> (m) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Tabel di atas menunjukkan dimensi-dimensi dari panjang, lebar, tinggi ruangan *cargo compartment* beserta tinggi dan lebar pintu dan *total payload* untuk masing-masing jenis pesawat *Airbus* dan *Boeing* . Di bawah ini adalah gambar detail dimensi *cargo compartment* untuk memperjelas.



Gambar 4.11 Detail Ukuran *Cargo Compartment* Pesawat

4.1.3 Data Jumlah *Porter* di Bandara Internasional Juanda

Jumlah *porter* untuk setiap maskapai penerbangan berbeda-beda berdasarkan kebutuhan dari maskapai itu sendiri. Ada beberapa maskapai penerbangan yang memiliki *porter* sendiri, namun ada juga yang menggunakan jasa dari perusahaan *ground handling service* untuk menyewa *porter*. Adapun maskapai penerbangan yang memiliki *porter* sendiri adalah Lion Air sebanyak 40 orang, Sriwijaya Air sebanyak 25 orang, dan Wings Air sebanyak 23 orang.

Perusahaan-perusahaan *ground handling service* di Bandara Internasional Juanda yang menyediakan jasa *porter* adalah PTN, PT. Gapura, dan PT. JAS. PTN melayani jasa *ground handling* untuk maskapai penerbangan Batavia Air dan Merpati Nusantara Airlines dengan jumlah total *porter* yang mereka miliki sebanyak 40 orang. Sedangkan PT. Gapura melayani jasa untuk maskapai penerbangan Indonesia Air Asia, Garuda Indonesia, dan Citilink dengan jumlah total *porter* sebanyak 120 orang. PT. JAS melayani jasa *porter* untuk maskapai penerbangan Mandala Airlines, dan Express Air dengan jumlah total *porter* sebanyak 48 orang.

4.1.4 *Manual Material Handling* pada Aktivitas Penataan Bagasi

Menurut NIOSH, batasan angkat beban manusia untuk kegiatan yang repetitif adalah 23 kg. Sedangkan, mayoritas berat bagasi yang diangkat oleh *porter* pada aktivitas penataan bagasi adalah 20-25 kg. Berat bagasi yang melebihi batas tersebut dapat dilihat pada timbangan akhir pada stasiun belakang. Terkadang timbangan bagasi yang berada di stasiun *check-in* memiliki kerusakan sehingga kurang akurat dalam menimbang berat bagasi penumpang. Selain itu, walaupun beberapa pihak maskapai penerbangan telah memberi batasan berat bagasi pada calon penumpang sebesar 20 kg, namun jika berat bagasi melebihi 20 kg penumpang harus membayar kelebihan berat tersebut. Sehingga pada kenyataannya, tetap saja berat bagasi yang diangkut melebihi 20 kg. Bahkan untuk kelas-kelas eksekutif, berat bagasi yang diijinkan mencapai 32 kg. Oleh karena itulah, diperlukan alat bantu yang tepat untuk membantu para *porter* dalam menata bagasi.

4.2 *Conceptual Design*

Alat bantu yang akan dikembangkan adalah alat untuk membantu *porter* dalam menata barang-barang bagasi di dalam *cargo compartment* pesawat. Keunggulan dari alat ini adalah *porter* tidak perlu menata bagasi secara manual dengan posisi membungkuk hingga ke bagian ruang *cargo compartment* yang paling dalam, karena alat bantu tersebut dapat didorong dan berjalan sendiri. Berikut adalah tahapan dalam *conceptual design*.

4.2.1 *Identifying Needs*

4.2.1.1 Hasil Pengolahan Kuesioner

Kuesioner disebarkan secara merata terhadap sebanyak 100 orang *porter* dari semua maskapai penerbangan domestik dan perusahaan *ground handling service* yang ada. Contoh kuesioner dapat dilihat pada Lampiran 1. Dari kuesioner yang telah disebarkan, maka akan dapat diketahui urutan prioritas dari setiap kriteria sebuah produk alat bantu untuk *porter*. Berikut adalah urutan dari kesepuluh kriteria yang terdapat pada kuesioner.

1. Posisi Tubuh *Porter* Tidak Perlu Membungkuk Saat Mengoperasikan, dengan rata-rata nilai sebesar 8,211.
2. Mudah dan Cepat Dioperasikan, dengan rata-rata nilai sebesar 8,094.
3. Harus Kuat dan Awet, dengan rata-rata nilai sebesar 8,026.
4. Barang Bagasi Milik Penumpang Aman, dengan rata-rata nilai sebesar 7,764.
5. Peletakan Fungsi Tertentu Mudah Dijangkau, dengan rata-rata nilai sebesar 7,03.
6. Ringan, dengan rata-rata nilai sebesar 6,741.
7. Jumlah *Porter* Minimal, dengan rata-rata nilai sebesar 6,569.
8. Biaya *Maintenance* Murah, dengan rata-rata nilai sebesar 6,385.
9. Mudah Disimpan dan Tidak Memakan Tempat, dengan rata-rata nilai sebesar 6,265.
10. Pemeliharaan Produk Mudah, dengan rata-rata nilai sebesar 5,697.

4.2.1.2 Hasil Wawancara

Wawancara terhadap *porter* yang bertugas untuk menata bagasi di dalam bagasi pesawat perlu dilakukan untuk mengetahui kondisi dan kenyamanan mereka saat melakukan pekerjaannya. Wawancara dilakukan secara lisan dan merata terhadap *porter* dari semua maskapai penerbangan domestik dan perusahaan *ground handling service* yang ada serta bersifat terbuka. Contoh form wawancara dapat dilihat pada Lampiran 3.

Total jumlah *porter* yang ada dari semua maskapai penerbangan domestik adalah sebanyak 296 orang. Dari 296 orang *porter* tersebut, dilakukan wawancara terhadap 15 orang *porter* yang berbeda untuk setiap maskapai penerbangan yang memiliki *porter* sendiri (Lion Air, Sriwijaya Air, dan Wings Air) dan 20 orang *porter* dari setiap perusahaan *airport service* (PTN, PT. JAS, dan PT. Gapura), sehingga total jumlah *porter* yang diwawancarai sebanyak 105 orang.

Dari hasil wawancara secara lisan yang dilakukan terhadap 105 orang *porter* tersebut, sebanyak 100 *porter* (95,24%) mengakui bahwa saat melakukan aktivitas penataan bagasi di dalam pesawat mereka mengalami ketidaknyamanan dalam bekerja. Ketidaknyamanan tersebut meliputi ketulian sementara karena suara pesawat yang sangat bising, kondisi yang sangat panas, kelelahan (*fatigue*) karena mereka harus melakukan pekerjaan tersebut dengan waktu yang ekstra singkat, dan yang paling parah adalah sakit pada punggung (*back injury*) dan para *porter* menginginkan adanya alat bantu yang dapat membantu mereka dalam menata bagasi dengan cepat, aman, dan nyaman.

Back injury yang dialami oleh para *porter* juga dapat dilihat dari tingkah laku mereka pada saat melakukan pekerjaan, maupun saat selesai melakukan pekerjaan tersebut. Pada saat *porter* berada di dalam *cargo compartment* pesawat, mereka seringkali mencari-cari kesempatan sedapat mungkin untuk duduk. Dan setelah selesai melakukan pekerjaan dan turun dari pesawat, mereka selalu meregangkan otot-otot dan mengeluh sakit. Jika ditinjau dari segi ergonomis, hal tersebut sangat tidak dibolehkan untuk dibiarkan begitu saja. Karena *back injury* akan dapat mengganggu kesehatan manusia dan menyebabkan kecelakaan pada anggota tubuh lainnya.

Permasalahan yang dialami oleh para *porter* harus ditanggulangi sesegera mungkin dan solusinya adalah membuat alat bantu untuk membantu para *porter* untuk melakukan pekerjaan mereka. Produk yang didesain adalah alat bantu yang memiliki beberapa kegunaan yaitu dapat membantu *porter* dalam menata bagasi dengan cepat, aman, dan nyaman.

4.2.2 *House of Quality (HOQ)*

HOQ digunakan untuk menerjemahkan *voice of customer* yang diperoleh dari kuesioner menjadi karakteristik teknis yang diperlukan untuk merancang sebuah alat bantu. Pada Lampiran 4 terdapat gambar dari HOQ yang berisi mengenai terdapat sebelas macam *how* dan sepuluh macam *what*. Berikut adalah penjelasan lebih lanjut mengenai HOQ tersebut.

Pada HOQ tersebut, terdapat sepuluh macam *what* yang merupakan sepuluh kriteria alat bantu yang telah ditentukan oleh *customer* melalui kuesioner. Sepuluh kriteria tersebut adalah:

1. Posisi Tubuh *Porter* Tidak Perlu Membungkuk Saat Mengoperasikan
2. Mudah dan Cepat Dioperasikan
3. Harus Kuat dan Awet.
4. Barang Bagasi Milik Penumpang Aman
5. Peletakan Fungsi Tertentu Mudah Dijangkau
6. Ringan
7. Jumlah *Porter* Minimal
8. Biaya *Maintenance* Murah
9. Mudah Disimpan dan Tidak Memakan Tempat
10. Pemeliharaan Produk Mudah.

Langkah yang dilakukan selanjutnya adalah menentukan *how* (karakteristik teknis) dan target. Penentuan *how* dan targetnya dilakukan dengan melakukan diskusi bersama-sama dengan dosen dan karyawan lapangan Bandar udara, terutama bagian apron dan *ground handling*. Sehingga akhirnya diperoleh terdapat sebelas macam *how*, yaitu:

1. Kemampuan menahan korosi, target: tahan korosi
2. Kekuatan menampung bagasi, target: minimal 300 kg.

3. Ergonomis, target: *porter* tidak perlu membungkuk.
4. Tahan terhadap suhu tinggi, target: maksimal 50° Celcius.
5. Bagasi tidak rusak, target: bagasi tidak rusak/lecet.
6. Berat material, target: maksimal 60 kg.
7. Bentuk, target: persegi panjang.
8. Penambahan kunci untuk roda, target: ada kunci untuk keempat roda.
9. Penambahan tali ikat untuk jaring, target: ada tali di kedua sisi.
10. Cara penggunaan mudah, target: tidak perlu *training*.
11. Jenis material, target: plastik.

Nilai yang ditentukan untuk *difficulty* dari target merupakan nilai yang subyektif dan diperoleh dari hasil diskusi dengan dosen dan karyawan lapangan Bandar Udara. Setelah itu, hubungan antara *what-how* dan *how-how* harus ditentukan dengan tingkat kekuatannya masing-masing. Setelah semua nilai dan hubungan diisi, maka nilai *weight* untuk masing-masing kriteria akan muncul. Dan nilai *weight* tersebut akan digunakan sebagai *weight* untuk *concept scoring*.

4.2.3 *Concept Generation*

Berdasarkan hasil pengolahan kuesioner yang telah dijelaskan sebelumnya, terdapat beberapa kriteria untuk membuat alat bantu *porter* tersebut. Berikut ini adalah beberapa kriteria untuk alat tersebut.

- Mudah dan cepat dioperasikan

Produk yang akan dibuat haruslah dapat dioperasikan dengan semudah dan secepat mungkin, mengingat terdapat batas waktu *ground handling* yang telah disepakati oleh pihak bandara dan *airlines* di awal perjanjian. Jika waktunya melebihi kesepakatan tersebut, maka pihak *airlines* akan dikenakan *charge* tambahan. Selain itu, alat bantu yang akan dibuat juga harus memungkinkan *porter* dapat menumpuk barang dengan lebih mudah. Kemudahan pengoperasian merupakan hal yang sangat penting pada produk agar alat ini dapat memiliki fleksibilitas dan dapat membantu *porter* dengan efektif.

- Posisi tubuh *porter* tidak perlu membungkuk saat mengope rasikan

Para *porter* mengerjakan aktivitas penataan barang bagasi dengan posisi membungkuk karena tinggi ruangan yang terlalu pendek. Sebenarnya tinggi ruangan masih mencukupi jika *porter* melakukan pekerjaan mereka dengan posisi berlutut, namun dengan posisi demikian mereka tidak dapat bebas bergerak. Dengan kondisi pekerjaan yang berat dan dituntut ekstra cepat serta posisi tubuh yang tidak nyaman, maka beban kerja para *porter* akan menjadi berkali-kali lipat lebih berat daripada kondisi yang tidak dituntut ekstra cepat. Oleh karena itulah, diperlukan sebuah fasilitas untuk membantu *porter* yang dapat digunakan dengan posisi tubuh yang nyaman (tidak membungkuk).
- Jumlah *porter* yang mengoperasikan minimal

Tujuan lain dibuatnya alat bantu ini adalah untuk meminimalkan jumlah *porter* yang melakukan aktivitas penataan bagasi. Semakin sedikit jumlah *porter* yang melakukan aktivitas tersebut maka akan semakin baik, mengingat ruangan *cargo compartment* yang kecil dan tingkat potensi kecelakaan kerja yang cukup besar dalam kegiatan tersebut.
- Harus kuat dan awet

Produk yang dibuat haruslah kuat untuk menahan berat beban yang diterimanya, serta kuat dalam mempertahankan keseimbangannya sendiri. Dengan begitu, keamanan barang bagasi yang akan diletakkan di alat akan terjamin. Apabila alat ini tidak kuat dan tidak mampu menopang sebagian besar beban bagasi tersebut, maka kemungkinan alat ini akan roboh sehingga menyebabkan keterlambatan dalam pekerjaan dan merusak bagasi. Selain itu, produk yang kuat dan awet dapat juga menandakan bahwa alat tersebut adalah produk yang berkualitas karena dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama.
- Ringan

Keringanan produk juga menjadi pertimbangan dalam pemilihan bahan dan pembuatannya. Produk yang ringan dapat memudahkan *porter* jika ingin memindahkannya dari satu tempat ke tempat yang lainnya, terutama saat alat bantu nantinya akan naik ke atas *conveyor*. Alat bantu harus

memiliki berat yang ringan agar *conveyor* masih mampu menanggung berat alat bantu yang telah diberi barang-barang bagasi. Tantangan yang ada sekarang adalah bagaimana membuat alat yang cukup ringan dengan material yang kuat sehingga mudah dipindahkan karena ringan akan tetapi waktu digunakan alat ini cukup berat sehingga dapat menopang barang bagasi.

- Barang bagasi milik penumpang aman

Selain memperhatikan mengenai kenyamanan *porter* saat menggunakan alat bantu, bagasi juga merupakan perhatian yang utama dalam merancang alat bantu tersebut. Bagasi milik penumpang yang diletakkan pada alat bantu harus terjamin aman dan tidak mengalami kerusakan akibat material alat bantu yang mungkin bertekstur agak kasar.

- Peletakkan fungsi-fungsi tertentu mudah dijangkau

Peletakkan fungsi-fungsi tertentu agar mudah dijangkau sangat membantu dalam penggunaan alat bantu ini, di mana pengguna produk ini adalah *porter* yang cukup sibuk dan harus melakukan pekerjaannya dengan secepat mungkin sehingga tidak ingin direpotkan dengan urusan mencari fungsi-fungsi dari alat ini. Peletakkan fungsi yang benar juga akan memudahkan *porter* ketika menggunakan alat bantu.

- Mudah disimpan dan tidak memakan tempat

Kemudahan penyimpanan merupakan salah satu faktor yang dipikirkan dalam membuat suatu produk. Pihak *airlines* atau penyedia jasa *ground handling service* yang merupakan calon pemilik alat tersebut pasti akan memikirkan tempat untuk meletakkan produk tersebut. Produk ringkas dan mudah disimpan dan tidak memakan tempat akan lebih dapat diterima dibandingkan dengan produk yang memakan banyak tempat.

- Pemeliharaan produk mudah

Produk yang dibuat haruslah dapat dirawat dengan mudah karena produk akan digunakan cukup sering dalam setiap harinya. Pemeliharaan sebaiknya dipusatkan pada kemudahan pembersihan dan kemudahan perawatan fungsi-fungsi yang terdapat pada alat tersebut. Pemeliharaan produk juga sangat bergantung terhadap pemilihan bahan yang digunakan untuk membuat alat tersebut. Sebaiknya digunakan bahan plastik sehingga

produk tidak cepat berkarat ketika digunakan maupun dibersihkan. Perawatan alat yang sulit dan mahal dapat mengurangi nilai jual dan daya guna dari alat tersebut, karena pada dasarnya alat ini bukan fasilitas utama, hanya merupakan fasilitas bantu saja.

- Biaya *maintenance* murah

Pada dasarnya alat ini bukan fasilitas utama, hanya merupakan fasilitas bantu saja, oleh karena itulah sedapat mungkin alat bantu ini memiliki biaya *maintenance* yang tidak terlalu tinggi. Biaya *maintenance* dapat dipengaruhi pula oleh pilihan material dan sistem yang terdapat pada alat bantu ini.

Setelah mengetahui kriteria-kriteria tersebut, langkah berikutnya adalah mengembangkan dan mencari konsep alat bantu sebanyak-banyaknya. Pembuatan konsep ini dilakukan dengan mengkombinasikan antara solusi dari *sub-problem*. Berikut ini adalah penjabaran *sub-sub problem* pada alat bantu tersebut dan juga masing-masing *sub problem* tersebut diberi solusi utama dan solusi alternatif.

1. Bentuk

Untuk dapat menciptakan alat yang ergonomis dan fungsional, terdapat beberapa pertimbangan bentuk alat, mulai dari bentuk solid (balok atau kubik), dasaran solid namun bagian atas fleksibel, atau bentuk keseluruhan alat fleksibel/lemas yang dapat mengikuti bentuk dari bagasi yang ditampung. Namun setelah melalui beberapa pertimbangan dan pengamatan lebih lanjut, bentuk alat yang memungkinkan adalah alat dengan bentuk dasaran solid dan bagian atas fleksibel.

Alat bantu ini nantinya akan menampung barang-barang bagasi penumpang yang memiliki ukuran dan berat yang berbeda-beda, sehingga unsur fleksibilitas pada alat bantu ini merupakan faktor yang utama. Jika bentuk alat keseluruhan berupa bentuk yang solid, maka alat tidak dapat fleksibel dalam mengikuti bentuk bagasi dan bentuk yang solid/kaku nantinya akan mengandung *space* kosong lebih banyak. Sedangkan jika bentuk alat seluruhnya fleksibel juga tidak memungkinkan karena jika alat tidak mengandung bagian yang solid, maka barang akan berjatuh dan dapat

mengakibatkan kerusakan pada bagasi. Sehingga bentuk yang memungkinkan adalah dasaran solid (berupa palet) dan bagian atas fleksibel (berupa jaring).

2. Material

Solusi untuk menanggapi *subproblem* material adalah dengan menentukan alternatif pemilihan material untuk alat yang akan dibuat. Alat bantu ini terdiri dari empat bagian utama, yaitu palet sebagai dasaran, kerangka palet, jaring, dan roda. Untuk setiap bagian akan dipikirkan mengenai pemilihan materialnya, di mana pemilihannya harus memperhatikan kriteria-kriteria yang telah ditentukan sebelumnya.

Namun material yang digunakan untuk palet haruslah material yang kuat, awet, ringan, tidak dapat berlumut, tahan karat, memiliki tekstur yang tidak terlalu licin dan tidak terlalu kasar. Sedangkan, pilihan material dan bentuk jaring tersebut perlu diperhatikan dari segi kekuatan, keawetan, dan teksturnya tidak boleh kasar karena dapat menimbulkan *scratch*/goresan pada bagasi penumpang. Kemudian untuk roda sendiri dapat mempertimbangkan pilihan material roda dari nylon, karet, dan polyurethane.

3. Fungsional

Target dari alat bantu ini adalah *porter* yang sering mengalami kesulitan untuk menata bagasi di dalam *cargo compartment* pesawat, karena beban yang berat dan posisi tubuh mereka yang harus selalu dalam posisi membungkuk sehingga menyebabkan rasa tidak nyaman. Kendala untuk menerapkan fungsional dari alat ini adalah pemilihan material, sistem, dan dimensi. Fungsi yang kompleks tersebut memungkinkan akan memunculkan masalah baru yaitu bagaimana alat tersebut dapat tetap seimbang dan aman pada saat berat bagasi yang ditampung bervariasi. Fungsional yang dimaksud berhubungan erat dengan sistem dan dimensi yang ada pada alat ini. Sistem dan dimensi yang tepat nantinya akan mampu menjalankan fungsi dari alat ini dengan benar dan baik.

Keunggulan alat bantu ini adalah pada *feature* yang fleksibel dalam menampung berat dan variasi bentuk dari bagasi di mana *feature* yang dimaksud adalah fleksibilitas dari jaring. Jaring berguna untuk meng-*cover* bagasi-bagasi yang sudah diletakkan dan ditata di atas palet. Ukuran dan

bentuk dari jaring tersebut akan menentukan fleksibilitasnya dalam meng-cover bagasi. Sedangkan fungsi utama dari alat ini adalah membantu *porter* agar tidak perlu menata bagasi secara manual hingga ke bagian ruang *cargo compartment* yang paling dalam karena alat bantu tersebut dapat didorong dan berjalan sendiri. Karena itulah, diperlukan roda dan sistem berjalannya roda ini perlu diperhatikan, apakah hanya dapat bergerak maju mundur atau bergerak ke semua arah.

4. Dimensi

Pertimbangan yang tidak kalah penting adalah dimensi dari alat bantu tersebut. Alat bantu ini berfungsi untuk menampung bagasi-bagasi calon penumpang yang tentunya memiliki ukuran yang berbeda. Permasalahannya adalah menentukan dimensi keseluruhan alat bantu ini terutama bagian dasar (palet), agar dapat menampung jumlah bagasi yang optimal beserta variasi-variasi ukuran dari bagasi-bagasi tersebut. Terdapat beberapa faktor ukuran fasilitas yang perlu diperhatikan untuk menentukan ukuran alat bantu yaitu:

- Lebar *belt loader*: 81,7 cm
- Panjang dan lebar *baggage carts*: 185,6 cm x 82 cm
- Tinggi pintu *cargo compartment* paling kecil: 1,2 m
- Lebar pintu *cargo compartment* paling kecil: 1 m
- Rata-rata ukuran *travel bag*

Dari keempat puluh data ukuran *travel bag* yang telah diambil, maka diperoleh rata-rata ukuran *travel bag*: 55,075 cm (panjang) x 34,7 cm (lebar) x 22,675 cm (tinggi) yang dibulatkan menjadi 55 cm (panjang) x 35 cm (lebar) x 23 cm (tinggi).

a. Dimensi lebar alat bantu

Dari ukuran-ukuran fasilitas di atas, maka dapat ditentukan konstrain-konstrain untuk ukuran alat bantu. Untuk ukuran lebar alat bantu, memiliki konstrain:

- Tidak boleh melebihi lebar *belt loader* (81,7 cm)
- Tidak boleh melebihi lebar pintu *cargo compartment* (100 cm)
- Tidak boleh melebihi panjang *baggage carts* yang dibagi tiga (61,87 cm)

Jadi lebar alat bantu berkisar antara 61,87 cm – 100 cm, namun diambil angka yang terkecil yaitu panjang *baggage carts* yang dibagi tiga (61,87 cm). Sehingga ukuran lebar alat bantu dibulatkan menjadi 60 cm.

b. Dimensi panjang alat bantu

Dimensi panjang alat bantu ditentukan dari konstrain berikut ini:

- Lebar *baggage carts* (82 cm)

Sehingga untuk dimensi panjang alat bantu ditentukan sebesar 80 cm.

c. Dimensi tinggi alat bantu

Sedangkan untuk tinggi total alat bantu diperoleh dari konstrain

- Tinggi pintu *cargo compartment* paling kecil: 1,2 m

Sehingga untuk dimensi tinggi alat bantu ditentukan sebesar 1 m.

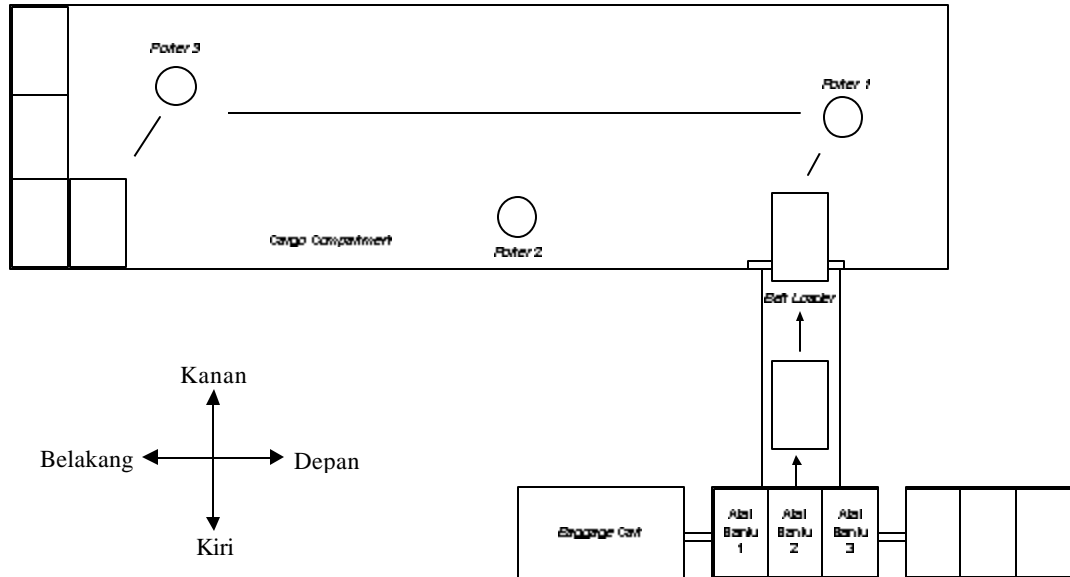
5. Sistem

Agar dapat berfungsi sesuai dengan harapan, harus diperhatikan sistem. Sistem ini mencakup sistem pergerakan alat dari stasiun awal ke stasiun akhir, sistem peletakan bagasi pada alat tersebut, sistem pengunci roda agar alat tidak bergerak mundur saat diletakkan di atas *conveyor*, dan sistem pengunci jaring agar bagasi yang ditata tidak berjatuh. Sistem yang diharapkan pada alat bantu ini adalah pengoperasian yang mudah dan energi yang minimal untuk memberikan hasil yang maksimal. Sistem yang terlalu rumit justru akan memberikan dampak pada keterlambatan aktivitas penataan bagasi.

Alat bantu ini rencananya akan mulai diletakkan pada *baggage carts*, di mana bisa terdapat tiga palet alat bantu di dalamnya. Sehingga penataan bagasi sudah berlangsung saat pemindahan dari stasiun belakang ke *baggage carts*. Bagasi tersebut langsung ditata di palet yang ada di *baggage carts* kemudian diikat dan rodanya dikunci. Setelah tiga palet terisi penuh, maka *baggage carts* akan dibawa ke apron untuk di-*loading* menggunakan *belt loader*.

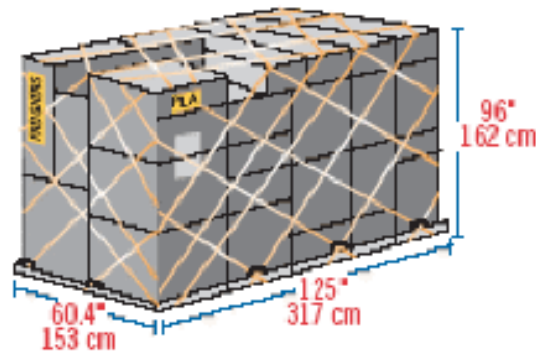
Palet alat bantu akan di-*loading* satu per satu menggunakan *belt loader* menuju ke *cargo compartment* pesawat. Di dalam *cargo compartment* sudah ada dua sampai tiga orang *porter* yang bersiap untuk mendorong alat

bantu tersebut. Sistem penataan bagasi menggunakan alat bantu secara lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



- Standar (referensi)

Alat bantu untuk *airlines cargo* yang selama ini sudah ada juga memiliki bentuk yang hampir sama dengan alat bantu yang didesain kali ini. Gambar alat tersebut dapat dilihat seperti di bawah ini.

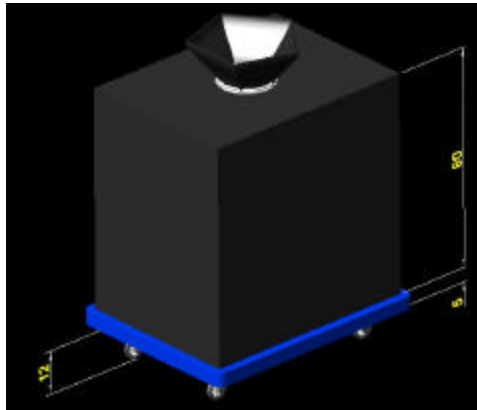


Gambar 4.13 Konsep Standar

Alat bantu di atas sering disebut dengan istilah *pallet net* yang fungsinya juga untuk menampung barang-barang *cargo* yang hendak dikirim. Alat ini memiliki palet datar sebagai dasarnya dengan jaring-jaring di atasnya dan alat ini dijadikan sebagai konsep referensi untuk mengembangkan konsep-konsep lainnya.

- Konsep 1

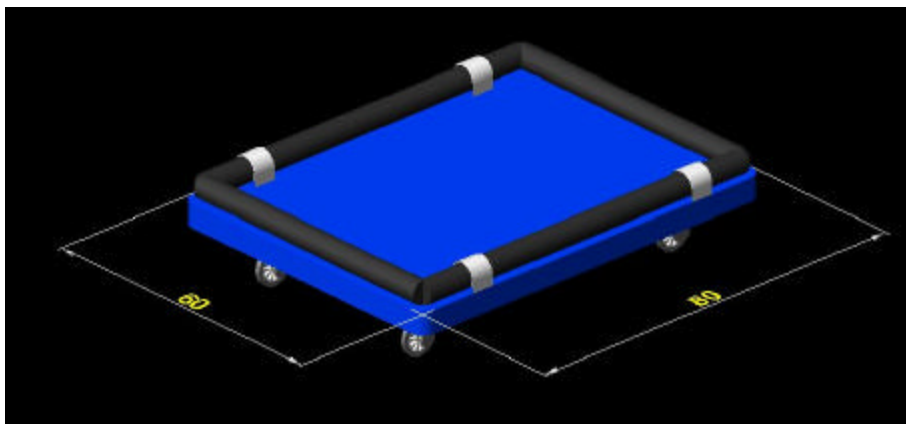
Konsep yang pertama ini memiliki bentuk yang sama dengan konsep referensi namun dasaran palet diberi roda di keempat ujungnya agar dapat berjalan sendiri. Kemudian bagian jaring tersambung di keempat sisi palet dan memiliki ketinggian tertentu, sehingga apabila jaring tersebut diangkat dan diberdirikan akan membentuk balok dengan sisi atas terbuka. Sistem pengikat jaring yang terdapat pada konsep ini adalah ikatan dengan tali biasa. Gambar konsep 1 dapat dilihat pada gambar 4.14.



Gambar 4.14 Konsep 1 (Jaring Berdiri)

- Konsep 2

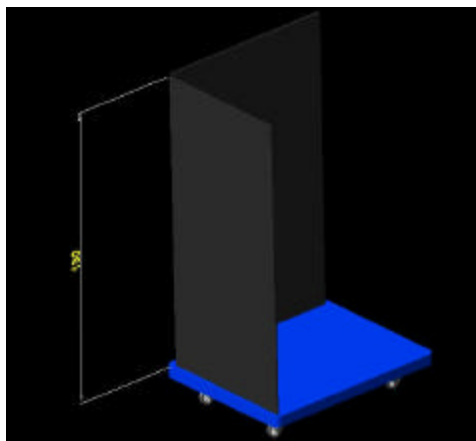
Konsep dua merupakan pengembangan konsep dari konsep pertama. Perbedaannya terdapat pada adanya tambahan untuk *velcro*, selebihnya sama. Adanya penambahan untuk *velcro* ini bertujuan untuk membuat jaring pada alat bantu lebih rapi saat tidak digunakan, sehingga jaring tidak berserakan di permukaan palet. Pada bagian tebal palet diberi lubang kecil untuk tempat *velcro*. Pada bagian tebal palet diberi lubang kecil untuk tempat *velcro*. *Velcro* ini berguna untuk mengikat jaring saat berada pada posisi jatuh. Gambar konsep dua dapat dilihat sebagai berikut.



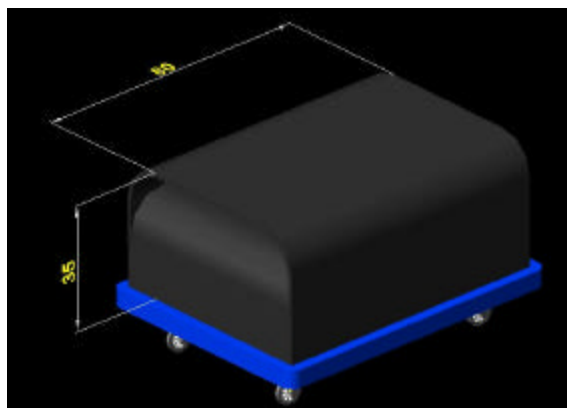
Gambar 4.15 Konsep 2 (Jaring Jatuh)

- Konsep 3

Konsep ketiga ini merupakan pengembangan lebih lanjut lagi dari konsep pertama dan kedua. Pada konsep ketiga ini jaring berada hanya pada dua sisi pada palet saja, yaitu sisi kiri dan belakang saja. Namun ukuran panjang jaring ini lebih panjang daripada jaring-jaring pada konsep sebelumnya karena nantinya jaring pada sisi belakang akan meng-cover bagasi hingga sisi depan, demikian juga jaring pada sisi kiri akan meng-cover hingga sisi kanan. Sistem kuncinya terdapat pada sisi kanan dan sisi depan palet berupa kaitan. Kemudian juga terdapat *velcro* untuk mengikat jaring pada kondisi jatuh



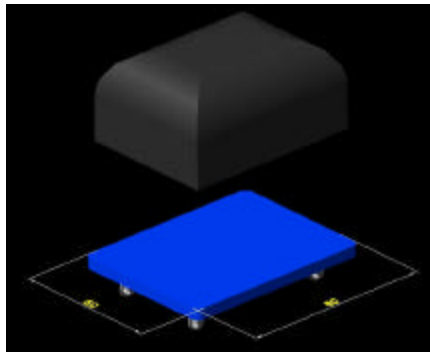
Gambar 4.16 Konsep 3 (Jaring Berdiri)



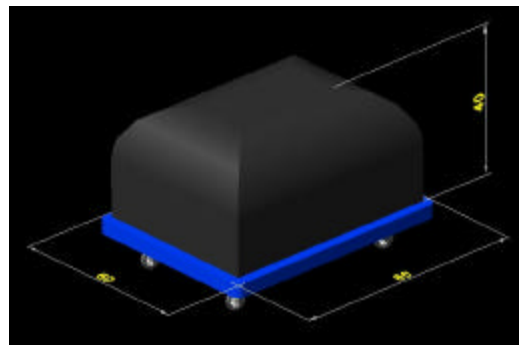
Gambar 4.17 Konsep 3 (Jaring Dilipat)

- Konsep 4

Konsep yang terakhir adalah konsep yang berbeda dari sebelumnya karena bagian palet dan bagian jaringnya terpisah. Ketika barang bagasi sudah selesai ditata di atas palet, barulah jaring tersebut ditutupkan di bagian atas dan dikaitkan ke pinggiran permukaan palet.



Gambar 4.18 Konsep 4 (Jaring Terpisah)



Gambar 4.19 Konsep 4 (Jaring Dikaitkan)

4.2.4 *Concept Scoring*

Setelah mengetahui kriteria dan deskripsi konsep-konsep yang ada, langkah berikutnya yang harus dilakukan adalah membuat *concept scoring*. Tujuannya adalah untuk menyeleksi konsep-konsep yang telah ada sebelumnya dengan menyeleksi konsep tersebut dengan menggunakan kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Setelah melalui hasil pemikiran lebih lanjut, terdapat konsep tambahan. Konsep tambahan tersebut adalah penggabungan antara konsep 1 dan konsep 2 yang selanjutnya diberi nama konsep 5. Konsep 5 pada dasarnya adalah sama dengan konsep 1 yang diberi tambahan *velcro* untuk mengikat jaring

pada saat posisi jatuh. Namun, ada tambahan lain yaitu adanya sistem pengunci roda agar roda tidak dapat berjalan saat berada di atas *belt loader*. Selanjutnya, konsep 1, 2, dan 5 ini akan mengalami tahap *concept scoring* untuk diseleksi lebih lanjut.

Pada *concept scoring*, terdapat tabel yang berisi tiga konsep yang telah dipilih untuk dinilai ulang. Pada langkah ini, tiap konsep, baik yang terpilih maupun yang dikombinasi, dinilai secara lebih terperinci lagi. Jika pada *concept screening* hanya dilakukan penilaian dengan +, 0, atau – saja, pada langkah ini dilakukan penilaian dengan angka satu sampai lima. Berikut adalah tabel untuk penilaiannya:

Tabel 4.5 *Rating dan Relative Performance*

| <i>Relative Performance</i> | <i>Rating</i> |
|------------------------------------|----------------------|
| Jauh lebih buruk dari standard | 1 |
| Lebih buruk dari standard | 2 |
| Sama dengan standard | 3 |
| Lebih baik dari standard | 4 |
| Jauh lebih baik dari standard | 5 |

Pada *concept scoring* ini, ditetapkan pula bobot kriteria berdasarkan penting tidaknya kriteria alat bantu yang telah ditetapkan. Nilai bobot merupakan hasil perkalian antara bobot dan rating untuk tiap kriteria. Pada akhirnya, hanya akan dipilih satu konsep yang terbaik berdasarkan tingginya nilai yang didapat. Penilaian itu tentunya mengacu pada tabel penilaian di atas.

Tabel 4.6 *Concept Scoring*

| <i>Selection Criteria</i> | <i>Weight</i> | <i>Concepts</i> | | | | | |
|---|---------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|
| | | <i>Konsep 1</i> | | <i>Konsep 2</i> | | <i>Konsep 5</i> | |
| | | <i>Rating</i> | <i>Weighted Score</i> | <i>Rating</i> | <i>Weighted Score</i> | <i>Rating</i> | <i>Weighted Score</i> |
| Mudah dan Cepat Dioperasikan | 11.3 | 4 | 45.2 | 4 | 45.2 | 5 | 56.5 |
| Posisi Tubuh <i>Porter</i> Tidak Perlu Membungkuk Saat Mengoperasikan | 11.6 | 5 | 58 | 5 | 58 | 5 | 58 |
| Jumlah <i>Porter</i> Minimal | 9.3 | 5 | 46.5 | 5 | 46.5 | 5 | 46.5 |
| Harus Kuat dan Awet | 11.3 | 4 | 45.2 | 4 | 45.2 | 4 | 45.2 |
| Ringan | 9.5 | 4 | 38 | 4 | 38 | 4 | 38 |
| Barang Bagasi Milik Penumpang Aman | 11 | 4 | 44 | 3 | 33 | 4 | 44 |
| Peletakan Fungsi Tertentu Mudah Dijangkau | 9.9 | 4 | 39.6 | 4 | 39.6 | 5 | 49.5 |
| Mudah Disimpan dan Tidak Memakan Tempat | 8.9 | 4 | 35.6 | 4 | 35.6 | 5 | 44.5 |
| Pemeliharaan Produk Mudah | 8.1 | 5 | 40.5 | 5 | 40.5 | 5 | 40.5 |
| Biaya <i>Maintenance</i> Murah | 9.1 | 5 | 45.5 | 5 | 45.5 | 5 | 45.5 |
| <i>Total Score</i> | | | 438.1 | | 427.1 | | 468.2 |
| <i>Rank</i> | | | 2 | | 3 | | 1 |
| <i>Continue?</i> | | | <i>No</i> | | <i>No</i> | | <i>Yes</i> |

Hasil terbaik diperoleh konsep 5 dengan nilai bobot 4,64. Konsep 5 telah memenuhi hampir seluruh kriteria yang penting untuk membuat alat bantu. Sedangkan posisi kedua diperoleh konsep 1 dengan nilai bobot 4,34 dan posisi ketiga oleh konsep 2 dengan nilai bobot 4,21. Jadi, berdasarkan penilaian tersebut dipilihlah konsep yang terbaik yaitu konsep 5. Tabel di atas menunjukkan konsep-konsep yang ada yang akan dimasukkan ke dalam *concept scoring*.

4.3 *System-Level Design*

Pada *concept generation* dan *concept selection* telah diperoleh sebuah konsep yang akan dikembangkan lebih lanjut. Langkah selanjutnya adalah pembuatan tahanan *system-level design*. Tahap ini dibagi menjadi dua tahap yaitu *product architecture* dan *elements cluster*.

4.3.1 *Product Architecture*

Product architecture sendiri memiliki dua tahap, yaitu implikasi arsitektur dan *establishing product architecture*.

a. Implikasi Arsitektur

Implikasi arsitektur merupakan suatu tahap untuk memungkinkan terjadi perubahan dan pengembangan alat bantu. Berikut ini adalah implikasi arsitektur untuk alat bantu dengan menggunakan perubahan produk antara lain:

1. *Up Grade*

Konsep alat bantu ini pada kedepannya tidak menutup kemungkinan akan terjadi *up grade* pada sistem, material, maupun fungsi. Macam-macam bentuk *up grade* pada alat bantu ini nantinya bisa berupa penggunaan jenis material baru yang lebih ringan dan kuat. Selain itu bisa ditambahkan tuas otomatis pada palet agar palet dapat berjalan sendiri bahkan tanpa didorong atau jaring yang bisa disambung dan dilepas dari palet.

2. *Add-on*

Alat bantu ini juga dapat diberikan *add-on* seperti pegangan pada satu sisi palet sehingga dapat berfungsi sebagai troli apabila diperlukan.

3. *Adaptation*

Alat bantu ini dirancang agar dapat beradaptasi dengan lingkungan sekitarnya. Adaptasi ini berhubungan erat dengan pemilihan material alat bantu itu sendiri. Pada bagian palet harus dipilih material yang tahan air, kuat dan awet. Pada bagian jaring harus dipilih material yang halus dan kuat menampung bagasi. Pada bagian roda digunakan material ringan dan kuat. Maka dari itu, pemilihan material merupakan hal yang penting pada proses pembuatan alat bantu ini.

4. *Wear dan Consumption*

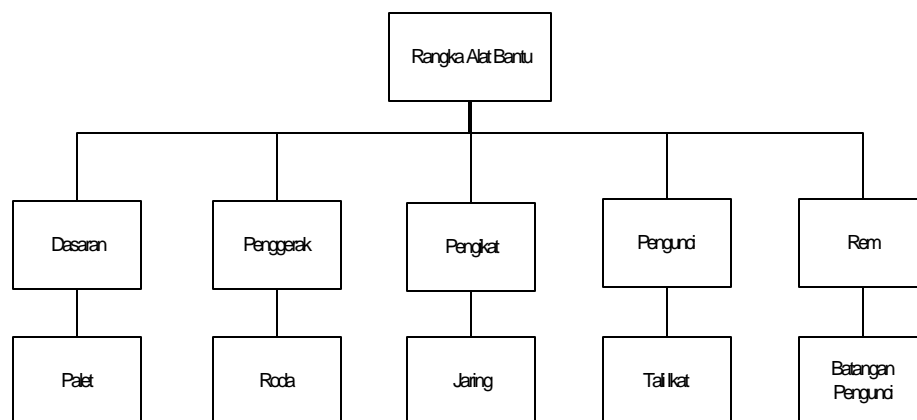
Alat bantu yang dibuat ini diperkirakan dapat digunakan dalam jangka waktu yang panjang. Material-material yang digunakan merupakan material yang memiliki umur yang panjang, mudah diganti dan mudah dicari. Hal ini dikarenakan pembuatan alat bantu menggunakan material yang telah ada di pasaran.

5. *Flexibility in use*

Alat bantu ini memiliki cara pengoperasian yang sangat mudah, sehingga para *porter* bisa menggunakan ini sesuai kebutuhannya. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, kelebihan dari alat bantu ini adalah sistem operasinya yang mudah dan cepat digunakan, serta dapat didorong dan berjalan sendiri di dalam pesawat.

b. *Establishing Product Architecture*

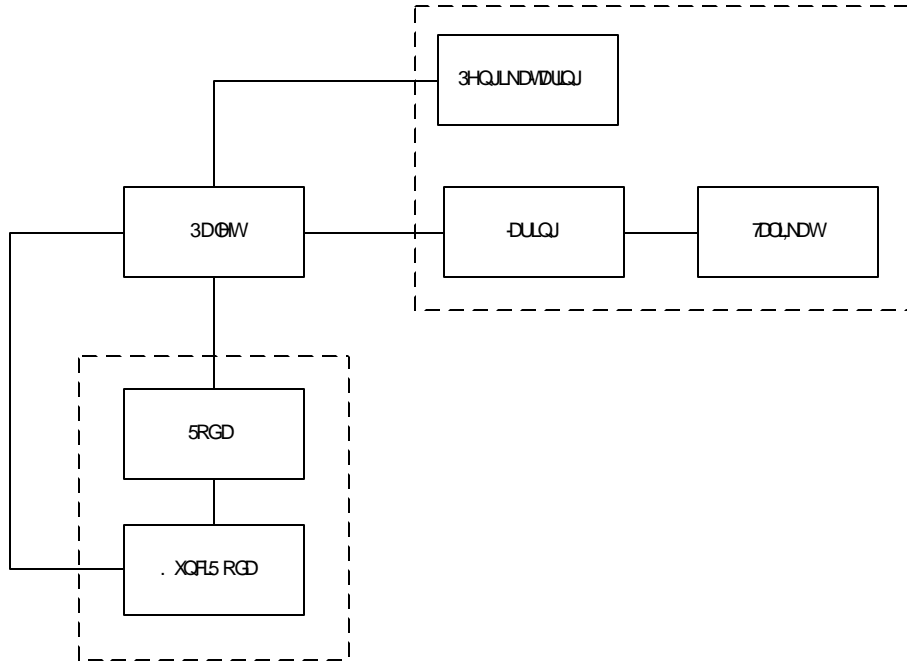
Langkah-langkah untuk membuat produk arsitektur adalah membangun sistematika produk, membagi-bagi elemen-elemen dalam produk, membuat suatu *geometric layout*, dan mengidentifikasi interaksi fundamental dan incidental. Langkah yang pertama dan kedua dalam produk arsitektur ini adalah membangun sistematika alat bantu dan membagi-bagi elemen pada produk. Berikut ini merupakan gambar dari sistematika alat bantu:



Gambar 4.20 Sistematika Alat Bantu

4.3.2 Elements Cluster

Langkah berikutnya adalah pembagian elemen-elemen pada alat bantu. Berikut adalah gambar dari pembagian elemen:

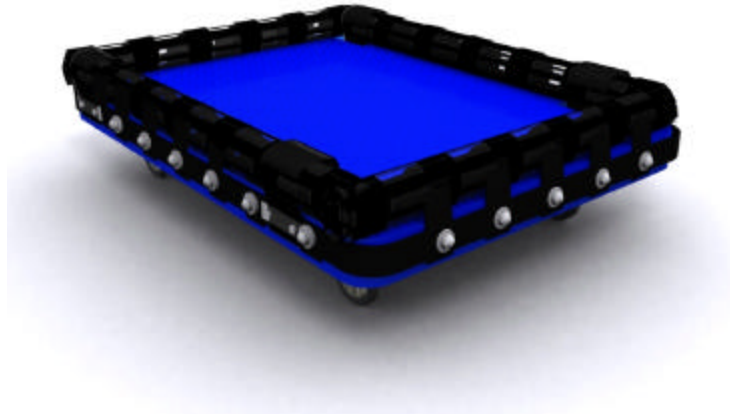


Gambar 4.21 Elements Cluster

Elemen utama adalah elemen yang berhubungan dengan fisik alat bantu yang utama. Utama yang dimaksud adalah bodi dasar yang berupa palet, roda, dan jaring. Terdapat pula elemen tambahan yang juga berhubungan dengan fisik utama tetapi yang berupa tambahan. Tambahan yang dimaksud meliputi tali ikat, kunci roda, dan pengikat jaring.

4.3.3 Geometric Layout

Langkah selanjutnya adalah membuat suatu *geometric layout*. *Geometric layout* disini berisi gambar 3D dari alat bantu Konsep 5. Gambar dari konsep 5 dapat dilihat pada gambar 4.22.



Gambar 4.22 Konsep 5

4.4 *Detail Design*

4.4.1 *Material Selection*

Pada *concept generation* telah didapatkan hasil akhir alat bantu berupa Konsep 5. Langkah selanjutnya adalah melakukan *material selection*. Pada kursi roda terdapat bagian-bagian yang akan dilakukan *material selection*. Bagian tersebut meliputi palet, roda, jaring, dan sistem pengikat jaring. Pada kerangka alat bantu ini material yang digunakan adalah plastik yang telah ada di pasaran. Berikut adalah material yang digunakan untuk membuat bagian dari alat bantu:

a. Palet

Pada mulanya terdapat beberapa pilihan material untuk palet yaitu plastik, kayu, dan besi. Namun material yang digunakan untuk palet haruslah material yang kuat, awet, ringan, tidak dapat berlumut, tahan karat, memiliki tekstur yang tidak terlalu licin dan tidak terlalu kasar. Tabel *scoring* antara plastik, kayu, dan besi dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 *Concept Scoring* Pilihan Material Palet

| <i>Selection Criteria</i> | <i>Weight</i> | Material | | | | | |
|---|---------------|-----------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| | | Plastik | | Kayu | | Besi | |
| | | <i>Rating</i> | <i>Score</i> | <i>Rating</i> | <i>Score</i> | <i>Rating</i> | <i>Score</i> |
| Kuat | 0.2 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 |
| Awet | 0.17 | 5 | 0.85 | 4 | 0.68 | 4 | 0.68 |
| Ringan | 0.16 | 5 | 0.8 | 4 | 0.64 | 3 | 0.48 |
| Tahan Lumut | 0.12 | 5 | 0.6 | 5 | 0.6 | 5 | 0.6 |
| Tahan Karat | 0.11 | 5 | 0.55 | 5 | 0.55 | 2 | 0.22 |
| Tekstur Tidak Terlalu Licin dan Tidak Terlalu Kasar | 0.14 | 4 | 0.56 | 3 | 0.42 | 3 | 0.42 |
| Perawatan Mudah | 0.1 | 5 | 0.5 | 3 | 0.3 | 4 | 0.4 |
| <i>Total Score</i> | | 4.86 | | 4.19 | | 3.8 | |
| <i>Rank</i> | | 2 | | 3 | | 1 | |
| <i>Continue?</i> | | <i>Yes</i> | | <i>No</i> | | <i>No</i> | |

Berdasarkan hasil *scoring* di atas, material plastik memperoleh bobot dengan total nilai 4,86. Hal ini dikarenakan plastik lebih awet, ringan, tahan karat, tekstur sesuai, dan perawatan mudah. Langkah selanjutnya adalah dengan menentukan jenis plastik yang akan digunakan. Plastik yang akan dibandingkan adalah HDPE, LDPE, dan PP. Tabel *scoring* perbandingan tiap jenis plastik dapat dilihat pada tabel 4.8.

Tabel 4.8 *Concept Scoring* Jenis Plastik

| <i>Selection Criteria</i> | <i>Weight</i> | Material | | | | | |
|---------------------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| | | HDPE | | LPPE | | PP | |
| | | <i>Rating</i> | <i>Score</i> | <i>Rating</i> | <i>Score</i> | <i>Rating</i> | <i>Score</i> |
| Aman | 0.4 | 4 | 1.6 | 4 | 1.6 | 5 | 2 |
| Awet | 0.2 | 3 | 0.6 | 1 | 0.2 | 4 | 0.8 |
| Dapat Didaur Ulang | 0.4 | 3 | 1.2 | 4 | 1.6 | 5 | 2 |
| <i>Total Score</i> | | 3.4 | | 3.4 | | 4.8 | |
| <i>Rank</i> | | 2 | | 3 | | 1 | |
| <i>Continue?</i> | | <i>No</i> | | <i>No</i> | | <i>Yes</i> | |

Berdasarkan hasil *scoring* diatas, maka jenis plastik yang akan digunakan untuk palet adalah *Polypropylene* (PP) karena total nilai tertinggi.

b. Jaring

Pilihan material untuk bahan jaring awalnya terdiri dari beberapa pilihan yaitu bahan nylon, campuran nylon-plastik, dan plastik. Pilihan material dan bentuk jaring tersebut perlu diperhatikan dari segi kekuatan, keawetan, dan teksturnya tidak boleh kasar karena dapat menimbulkan *scratch*/goresan pada bagasi penumpang. Berikut adalah tabel *scoring* antar pilihan bahan jaring :

Tabel 4.9 *Concept Scoring* Pilihan Material Jaring

| <i>Selection Criteria</i> | <i>Weight</i> | Material | | | | | |
|---------------------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| | | Nylon | | Nylon-Plastik | | Plastik | |
| | | <i>Rating</i> | <i>Score</i> | <i>Rating</i> | <i>Score</i> | <i>Rating</i> | <i>Score</i> |
| Kuat | 0.37 | 5 | 1.85 | 4 | 1.48 | 4 | 1.48 |
| Awet | 0.29 | 5 | 1.45 | 5 | 1.45 | 5 | 1.45 |
| Tekstur Tidak Kasar | 0.34 | 4 | 1.36 | 4 | 1.36 | 5 | 1.7 |
| <i>Total Score</i> | | 4.66 | | 4.29 | | 4.63 | |
| <i>Rank</i> | | 2 | | 3 | | 1 | |
| <i>Continue?</i> | | <i>Yes</i> | | <i>No</i> | | <i>No</i> | |

Berdasarkan hasil *scoring* di atas, material nylon memperoleh bobot terbesar dengan total nilai 4,66. Hal ini dikarenakan nylon lebih sesuai dengan kriteria yang ditentukan untuk bagian jaring. Langkah selanjutnya adalah dengan menentukan bentuk jaring nylon yang akan digunakan. Bentuk jaring bermacam-macam, ada yang berbentuk seperti jaring gawang untuk sepakbola, dan ada juga yang ditenun menyerupai kain *seatbelt*. Bentuk jaring nylon yang akan dibandingkan adalah bentuk gawang dan *seatbelt*. Berikut ini adalah tabel *scoring* perbandingannya :

Tabel 4.10 *Concept Scoring* Bentuk Jaring

| <i>Selection Criteria</i> | <i>Weight</i> | <i>Material</i> | | | |
|---------------------------|---------------|-----------------|--------------|----------------------|--------------|
| | | <i>Seatbelt</i> | | <i>Jaring gawang</i> | |
| | | <i>Rating</i> | <i>Score</i> | <i>Rating</i> | <i>Score</i> |
| Aman | 0.2 | 5 | 1 | 4 | 0.8 |
| Tidak mudah sobek | 0.4 | 4 | 1.6 | 4 | 1.6 |
| Tidak menimbulkan scratch | 0.4 | 5 | 2 | 3 | 1.2 |
| <i>Total Score</i> | | 4.6 | | 3.6 | |
| <i>Rank</i> | | 2 | | 3 | |
| <i>Continue?</i> | | <i>Yes</i> | | <i>No</i> | |

c. Roda

Kemudian untuk roda sendiri dapat mempertimbangkan pilihan material roda dari nylon, karet, dan *polyurethane*. Tabel *scoring* antara nylon, karet, dan *polyurethane* dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11 *Concept Scoring* Pilihan Material Roda

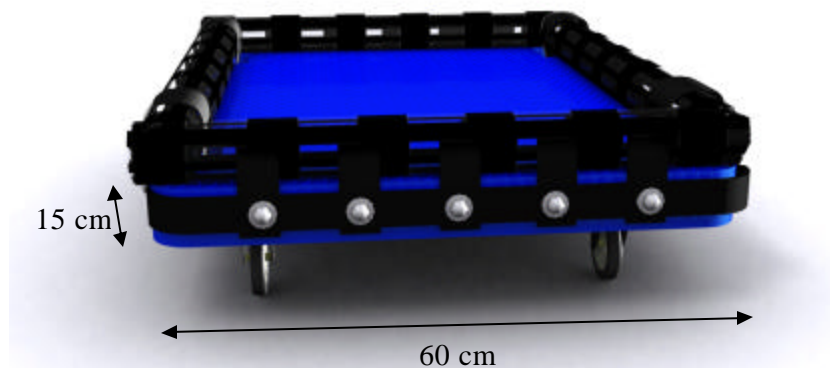
| <i>Selection Criteria</i> | <i>Weight</i> | Material | | | | | |
|---------------------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------------|--------------|
| | | Nylon | | Karet | | <i>Polyurethane</i> | |
| | | <i>Rating</i> | <i>Score</i> | <i>Rating</i> | <i>Score</i> | <i>Rating</i> | <i>Score</i> |
| Kuat | 0.37 | 5 | 1.85 | 3 | 1.11 | 4 | 1.48 |
| Awet | 0.28 | 5 | 1.4 | 4 | 1.12 | 5 | 1.4 |
| Ringan | 0.35 | 4 | 1.4 | 5 | 1.75 | 5 | 1.75 |
| <i>Total Score</i> | | 4.65 | | 3.98 | | 4.63 | |
| <i>Rank</i> | | 2 | | 3 | | 1 | |
| <i>Continue?</i> | | <i>Yes</i> | | <i>No</i> | | <i>No</i> | |

Berdasarkan hasil *scoring* diatas, maka jenis material roda yang akan digunakan untuk palet adalah nylon yang memperoleh skor tertinggi sebesar 4,65. Nylon memenuhi hampir semua kriteria yang ditentukan dengan rating yang cukup besar.

4.4.2 *Detailed Drawing and Specifications*

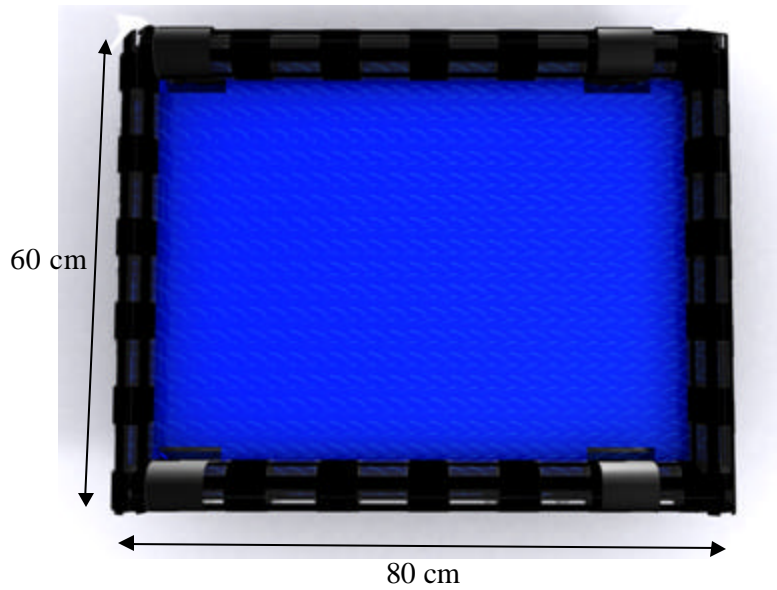
Detail drawing berisi gambar dan informasi yang dibutuhkan untuk membuat kursi roda. Berikut ini adalah detail drawing dari kursi roda Konsep 5:

- a. Posisi Jaring Jatuh
 - Tampak Depan



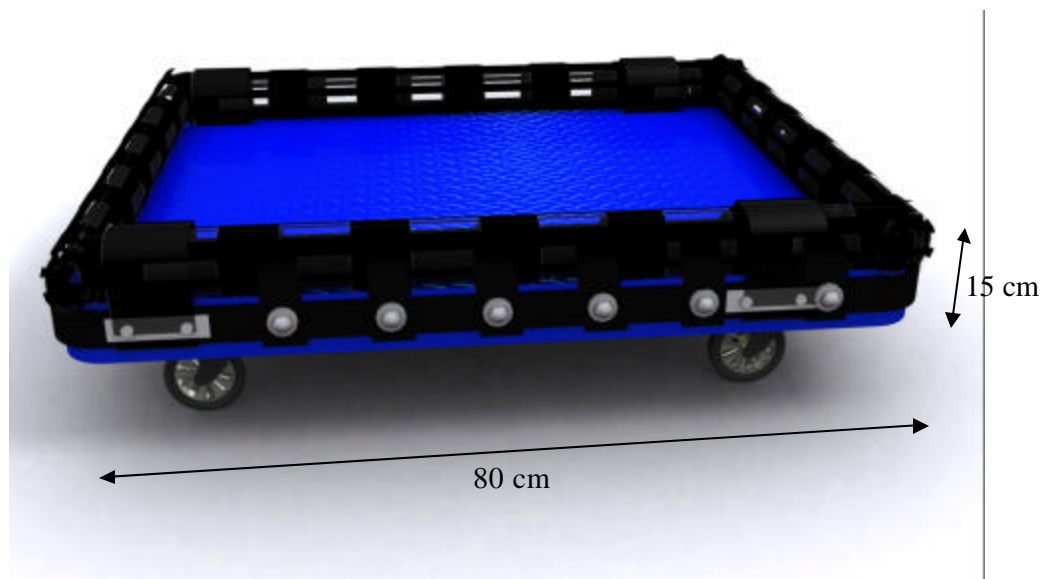
Gambar 4.23 Konsep 5 Tampak Depan (Posisi Jaring Jatuh)

- Tampak Atas



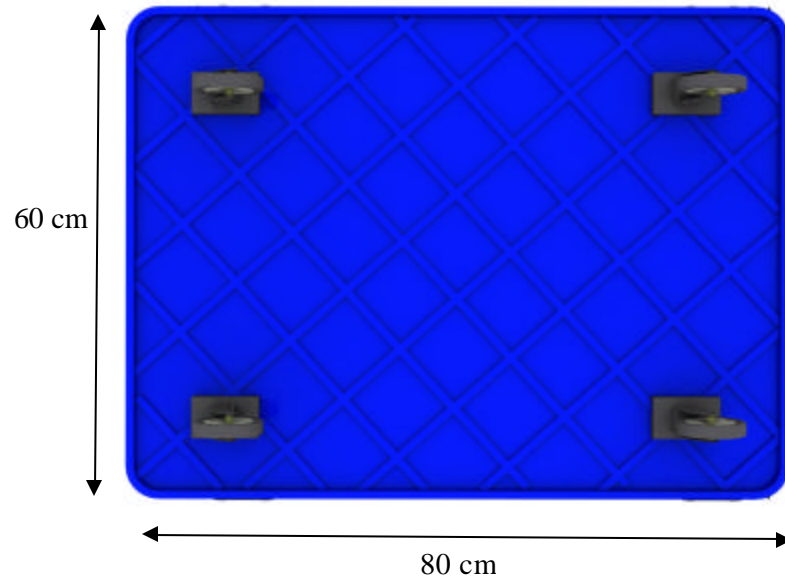
Gambar 4.24 Konsep 5 Tampak Atas (Posisi Jaring Jatuh)

- Tampak Samping



Gambar 4.25 Konsep 5 Tampak Samping (Posisi Jaring Jatuh)

- Tampak Bawah



Gambar 4.26 Konsep 5 Tampak Bawah (Posisi Jaring Jatuh)

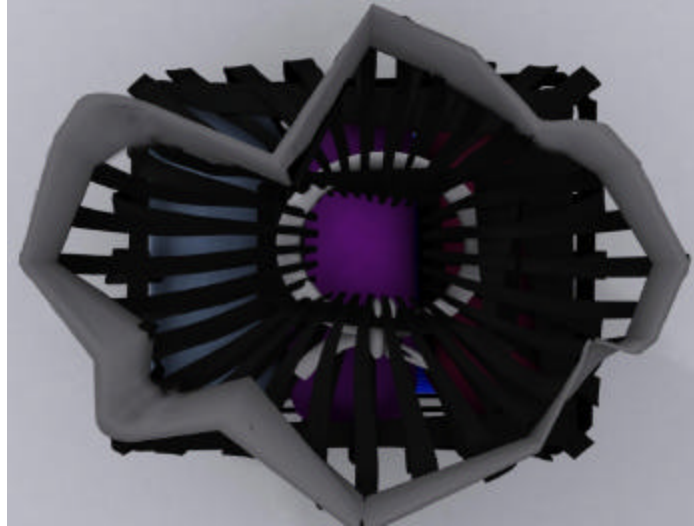
- b. Posisi Jaring Berdiri

- Tampak Depan



Gambar 4.26 Konsep 5 Tampak Depan (Posisi Jaring Berdiri)

- Tampak Atas



Gambar 4.27 Konsep 5 Tampak Atas (Posisi Jaring Berdiri)

- Tampak Samping



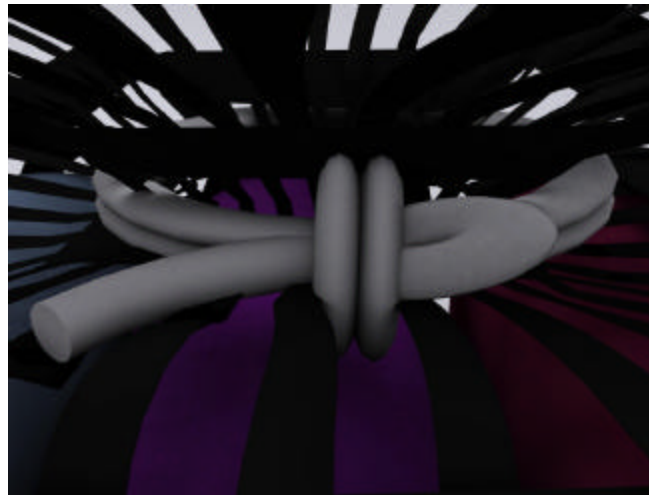
Gambar 4.28 Konsep 5 Tampak Samping (Posisi Jaring Berdiri)

- Tampak Bawah



Gambar 4.29 Konsep 5 Tampak Bawah (Posisi Jaring Berdiri)

- Ikatan jaring

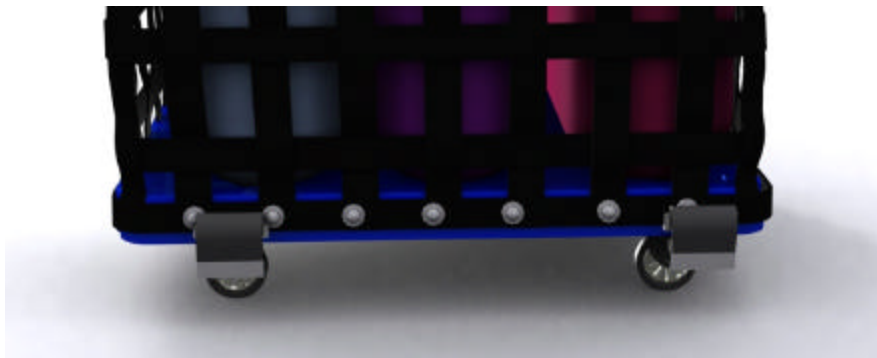


Gambar 4.30 Ikatan Jaring

- Pengunci Jaring

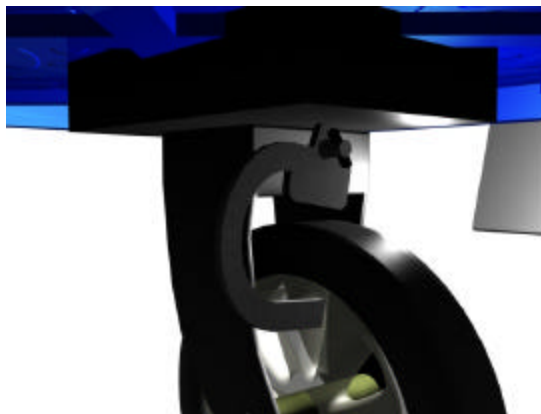


Gambar 4.31 Pengunci Jaring (Posisi Jaring Jatuh)



Gambar 4.32 Pengunci Jaring (Posisi Jaring Berdiri)

- Roda



Gambar 4.33 Pengunci Roda

4.4.3 *User Manual*

User manual berisi tentang keamanan, cara pengoperasian, dan cara perawatan pada alat bantu. Berikut adalah penjelasan dari keamanan, cara pengoperasian, dan cara perawatan pada alat bantu:

a. Keamanan

Pencegahan kecelakaan kerja sangat penting untuk menghindari pengguna terkena cedera atau luka. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pencegahan kecelakaan adalah sebagai berikut:

- Jangan berdiri di atas alat bantu.
- Jangan memasang benda apapun di roda, karena dapat mengakibatkan alat bantu terbalik saat digunakan dan dapat terjadi cedera.
- Saat akan menaikkan alat bantu ke atas *belt loader*, pastikan roda sudah dikunci, jaring sudah diikat, dan kondisi permukaan *belt loader* stabil.

b. Cara Pengoperasian

Cara pengoperasian sangat penting agar pengguna dapat mengerti cara penggunaan yang benar pada alat bantu. Berikut adalah hal-hal yang perlu diperhatikan dalam cara pengoperasian alat bantu :

- Sabuk pengikat jaring dapat digunakan dengan memutar falkrow mengitari jaring dan merekatkannya.
- Pengunci roda dapat diaktifkan dengan cara memutar sekrup demikian pula pelepasannya.
- Mengikat jaring dilakukan dengan cara mengikat tali biasa.

c. Cara Perawatan

Perawatan yang tepat merupakan hal yang penting agar alat bantu dapat tahan lama. Alat bantu sebaiknya diinspeksi secara berkala dan dilakukan penggantian komponen yang diperlukan. Pada perawatan palet, roda, rem, dan pegangan dapat dilakukan dengan menggunakan kain yang lembut.

4.5 *Testing and Refinement*

4.5.1 FMEA

Pada langkah berikutnya akan dilakukan tahap FMEA pada alat bantu. Penentuan nilai dari *occurance*, *severity*, *detection* diperoleh dari kriteria yang telah ditetapkan dalam skala yang telah ditentukan sebelumnya pada Bab 2. Setelah menentukan skala dari *occurance*, *severity* dan *detection* maka tahap selanjutnya adalah menghitung nilai RPN (*Risk Priority Number*) dari alat bantu. RPN berfungsi untuk menunjukkan seberapa besar diperlukannya tindakan langsung untuk mencegah terjadinya kecacatan. RPN diperoleh dari hasil perkalian antara *occurance index* dengan *severity index* dan *detection index*. Analisis FMEA dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 FMEA

| <i>Part/Process</i> | <i>Function</i> | <i>Failure Mode</i> | <i>Effect of Failure</i> | <i>Cause of Failure</i> | Occ | Sev | Det | RP N | <i>Action and Status</i> |
|---------------------|---|---------------------|--------------------------|--------------------------------|-----|-----|-----|---------|---------------------------------|
| Palet | Dasaran | Miring | Tidak seimbang | Beban terlalu berat | 2 | 4 | 9 | 72 | Membenarkan |
| Roda | Penggerak | Lepas | Tidak dapat digunakan | Beban terlalu berat | 2 | 9 | 1 | 18 | Mengganti roda |
| Jaring | Cover Penggulung jaring saat posisi jatuh | Sobek | Tidak dapat digunakan | Terkena sisi barang yang tajam | 4 | 6 | 3 | 72 | Menjahit bagian yang sobek |
| Velcro | | Aus, Sobek | Tidak dapat digunakan | Kurang hati-hati | 4 | 3 | 3 | 36 | Mengganti <i>velcro</i> |
| Tali Ikat Jaring | Pengikat sisi atas jaring | Sobek | Tidak dapat digunakan | Kurang hati-hati | 5 | 4 | 1 | 20 | Mengganti tali |
| Kunci Roda | Pengunci roda agar tidak berjalan | Berkarat | Kotor | Terkena air | 6 | 1 | 10 | 60 | Dilapisi dengan stainless steel |

Dari Tabel FMEA di atas dapat dilihat terdapat bagian-bagian dalam alat bantu yang memiliki kemungkinan terjadinya kerusakan. Dari data yang ada, dapat diketahui bahwa kemungkinan kerusakan yang paling dahulu harus ditangani yaitu pada bagian palet dan jaring. Jika palet dan jaring mengalami kerusakan dapat menimbulkan terjadinya kecelakaan. Sehingga bagian palet dan jaring perlu diperhatikan mengenai adanya penggunaan yang kasar dan peletakan bagasi pada palet dan perlu diadakan pula pengecekan berkala pada bagian palet dan jaring.

4.5.2 Perbandingan Antara Sebelum dan Sesudah Menggunakan Alat Bantu

Alat bantu yang telah dirancang dan dibuat perlu diuji mengenai efektivitas penggunaannya sehingga dapat dievaluasi. Indikator utama pengukur keberhasilan alat bantu adalah kenyamanan posisi tubuh *porter* dalam menggunakan alat tersebut, kecepatan penggunaannya, dan keamanan. Indikator tersebut diperoleh sesuai dengan dua urutan teratas dari daftar kriteria alat bantu yang sebelumnya diperoleh dari kuesioner. Saat menggunakan alat bantu, posisi tubuh *porter* tidak lagi membungkuk namun berlutut dalam *cargo compartment*. Sehingga kelelahan dan potensi *back injury* berkurang sangat drastis. *Porter-porter* yang sudah mencoba menggunakan alat bantu mengatakan mereka merasa sangat terbantu karena posisi tubuh mereka saat bekerja kini jauh lebih nyaman dan aman dengan metode yang baru.

Selain kenyamanan dan keamanan posisi tubuh *porter*, kecepatan waktu penggunaan alat bantu perlu diukur untuk menunjukkan bahwa dengan menggunakan alat bantu kecepatan proses kerja dapat meningkat. Pengukuran ini dilakukan dengan membandingkan kecepatan waktu sebelum dan waktu sesudah menggunakan alat bantu. Pengukuran dilakukan terhadap tiga armada pesawat Boeing 737-300 yang berbeda-beda milik *Lion Airlines*. Pengukuran dilakukan hanya sebanyak tiga kali saja, karena adanya keterbatasan waktu. Berikut adalah tabel perbandingan waktu sebelum dan sesudah menggunakan alat bantu.

Tabel 4.13 Perbandingan Waktu Sebelum dan Sesudah Menggunakan Alat Bantu

| Pengukuran Ke- | 1 <i>Baggage Cart</i> | | <i>Loading</i> sampai Penataan Bagasi | | Total Waktu | | Selisih Total Waktu |
|----------------|-----------------------|---------|---------------------------------------|---------|-------------|----------|---------------------|
| | Sebelum | Sesudah | Sebelum | Sesudah | Sebelum | Sesudah | |
| 1 | 7 menit | 9 menit | 17 menit | 8 menit | 24 menit | 17 menit | 7 menit |
| 2 | 8 menit | 8 menit | 14 menit | 8 menit | 22 menit | 16 menit | 6 menit |
| 3 | 8 menit | 8 menit | 18 menit | 9 menit | 26 menit | 17 menit | 9 menit |

Dapat dilihat pada tabel perbandingan waktu di atas, bahwa sesudah menggunakan alat bantu, maka selisih total waktu pengerjaan aktivitas penataan bagasi dari *baggage cart* hingga *loading* dan akhirnya penataan bagasi di dalam

cargo compartment berkurang sekitar enam hingga sembilan menit. Pengukuran tersebut dilakukan dengan kondisi *porter* yang masih belum terlalu terbiasa menggunakan alat bantu. Namun jika *porter* telah terbiasa, maka dipercaya selisih waktunya akan lebih besar lagi.

4.5.3 Hasil Evaluasi Rancangan

Evaluasi ini merupakan hasil dari wawancara *testing and refinement* yang dilakukan terhadap 60 orang *porter* yang berbeda. Berikut ini adalah hasil dari wawancara *testing and refinement*

1. Alat bantu mudah dan cepat dioperasikan
Sebanyak 60 orang *porter* (100%) yang diwawancara mengatakan bahwa alat bantu sudah mudah dan cepat dioperasikan.
2. Posisi tubuh *porter* sudah tidak perlu membungkuk saat menggunakan alat bantu
Sebanyak 60 orang *porter* (100%) yang diwawancara mengatakan bahwa posisi tubuh mereka sudah nyaman dan tidak perlu membungkuk saat menggunakan alat bantu.
3. Jumlah *porter* yang mengoperasikan minimal
Sebanyak 60 orang *porter* (100%) yang diwawancara mengatakan bahwa jumlah *porter* yang menggunakan alat bantu menjadi minimal.
4. Alat bantu kuat dan awet
Sebanyak 60 orang *porter* (100%) yang diwawancara mengatakan bahwa alat bantu sudah kuat dan materialnya awet.
5. Alat bantu ringan dan tidak terlalu berat
Sebanyak 60 orang *porter* (100%) yang diwawancara mengatakan bahwa alat bantu ringan dan tidak berat.
6. Barang bagasi milik penumpang aman
Sebanyak 60 orang *porter* (100%) yang diwawancara mengatakan bahwa barang bagasi milik penumpang aman jika diletakkan di atas alat bantu.
7. Peletakan fungsi tertentu mudah dijangkau
Sebanyak 60 orang *porter* (100%) yang diwawancara mengatakan bahwa peletakan fungsi tertentu pada alat bantu mudah dijangkau.

8. Alat bantu mudah disimpan dan tidak memakan tempat
Sebanyak 60 orang *porter* (100%) yang diwawancara mengatakan bahwa alat bantu mudah disimpan dan tidak memakan tempat.
9. Prosedur pemeliharaan alat bantu mudah
Sebanyak 60 orang *porter* (100%) yang diwawancara mengatakan bahwa prosedur pemeliharaan alat bantu sangat mudah.
10. Biaya *maintenance* murah.
Sebanyak 60 orang *porter* (100%) yang diwawancara mengatakan bahwa biaya *maintenance* alat bantu sangat murah.