

## PERANCANGAN ANTENA SELULER DENGAN DESAIN KNOCK DOWN UNTUK MENURUNKAN ONGKOS KIRIM DALAM ERA PERDAGANGAN DARING

I Wayan Suletra \*

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta  
Jl. Ir. Sutami 36A, Kentingan, Surakarta.

\*Email: wayansuletra@gmail.com

### Abstrak

Penelitian ini mengusulkan rancangan antenna seluler dengan desain knock down untuk menurunkan ongkos kirim dalam era perdagangan daring (*e-commerce*). Antena yang dirancang adalah antena jenis Yagi untuk frekuensi 850-900 Mhz yang diaplikasikan untuk memperkuat sinyal 4G 850 Smartfren dan 4G 900 Telkomsel. Komponen antena Yagi yang dirancang terdiri dari sebuah boom, sebuah reflektor, sepasang elemen driven, dan sejumlah elemen direktor. Untuk mengurangi volume paket untuk satu unit antena, penelitian ini mengusulkan rancangan sebagai berikut: 1) Membagi antena menjadi dua bagian dengan cara memotong boom antena menjadi dua sehingga panjang antena ketika dikemas (*packing*) akan berkurang menjadi 50%, 2) Karena reflektor adalah elemen terpanjang, maka lebar antena ditentukan oleh panjang reflektor sehingga diusulkan elemen reflektor bisa dilepas-pasang dari boom untuk mengurangi lebar antena, 3) Elemen driven juga diusulkan untuk dibuat lepas-pasang dari boom sehingga lebar antena ketika dikemas akan mengikuti panjang direktor yang merupakan elemen terpendek. 4) Dua bagian antena diusulkan untuk disambung menggunakan baut dan mur karena mudah dilepas-pasang, harganya murah, dan waktu yang dibutuhkan untuk proses pembuatan sambungan relatif singkat, 5) Cara menyatukan elemen reflektor dengan boom dan elemen driven dengan boom juga diusulkan menggunakan baut dan mur. Usulan desain knock down antena ini menghasilkan volume metrik kurang dari 1Kg sehingga ongkir yang ditanggung oleh konsumen dapat diminimumkan.

**Kata kunci:** antena seluler, desain knock down, volume metrik, perdagangan daring

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi telah mengubah cara berbisnis khususnya pada bidang perdagangan. Proses jual-beli yang semula hanya mengandalkan cara konvensional yang mengharuskan konsumen datang langsung secara fisik ke lokasi penjual kini telah berubah dengan adanya jual-beli secara daring (*online shopping* atau *e-commerce*). Menurut Laudon dan Traver (2016), perdagangan daring eceran (*retail e-commerce*) di seluruh dunia secara global meningkat hampir 25% dari tahun 2015 ke tahun 2016. Di beberapa negara yang pasarnya sedang tumbuh pesat seperti di China, India, dan Brasil peningkatan perdagangan daring lebih dari 25%. Untuk kondisi di Indonesia, menurut analisis Ernst & Young dalam Kominfo (2015), volume transaksi perdagangan daring di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun dengan rata-rata pertumbuhan 40% per tahun. Pesatnya peningkatan jumlah pengguna internet dan pengguna telepon pintar (*smartphone*) di Indonesia menjadi faktor pendorong utama tingginya pertumbuhan perdagangan daring.

Meningkatnya jumlah pengguna internet khususnya internet bergerak melalui telepon pintar didorong oleh perkembangan teknologi komunikasi yang semakin maju dan cepat. Operator jaringan seluler di Indonesia saat ini sudah mengadopsi teknologi 4G LTE-*advance* yang kecepatan internetnya (transfer data) beberapa kali lebih cepat daripada teknologi sebelumnya (3G). Hal ini sangat mendukung era perdagangan daring yang membutuhkan internet yang cepat.

Salah satu produk yang dipasarkan melalui perdagangan daring adalah antena Yagi untuk jaringan seluler (selanjutnya disebut antena seluler) yang digunakan untuk memperkuat sinyal perangkat seperti modem, mifi, atau sinyal telepon pintar. Dengan menggunakan antena seluler, perangkat pengguna dapat menangkap sinyal dengan lebih baik sehingga dapat mempercepat transfer data melalui internet. Meskipun fungsinya cukup penting, antena seluler tidak mudah ditemui di toko-toko fisik karena antena seluler belum menjadi kebutuhan masyarakat banyak. Meskipun demikian, antena seluler banyak dijual secara daring melalui internet. Karena dijual melalui perdagangan daring, maka konsumen dibebankan ongkos kirim (ongkir) oleh penjual.

Besarnya ongkir menjadi salah satu pertimbangan konsumen dalam mengambil keputusan pembelian terutama bagi konsumen yang tinggal di daerah pelosok yang ongkirnya sangat mahal. Sebagai contoh, ongkir dari kota Sragen ke Nabire Papua melalui JNE OKE 5 hari adalah Rp 180.000 per Kg dan melalui Pos Kilat 4 hari adalah Rp 120.000 per Kg.

Sebagian penjual memang ada yang membebaskan pembeli dari ongkir (*free ongkir* atau *free shipping*) tetapi biaya ongkir tersebut dibebankan pada harga produk sehingga menjadi bagian tak terpisahkan dari harga yang dipatok penjual. Hal tersebut dikonfirmasi oleh Li dkk. (2013) yang meneliti dua strategi ongkir yang biasa dipakai oleh *online retailers*. Strategi pertama disebut sebagai *PS strategy* dan yang kedua disebut sebagai *ZS strategy*. Pada strategi yang pertama, *product price* dan *shipping cost* dipisahkan oleh penjual, sementara pada strategi kedua, kedua komponen harga dan biaya tersebut disatukan menjadi harga produk. Jika strategi pertama yang dipakai oleh penjual, maka besarnya ongkir per Kg ditentukan oleh kebijakan pihak jasa ekspedisi.

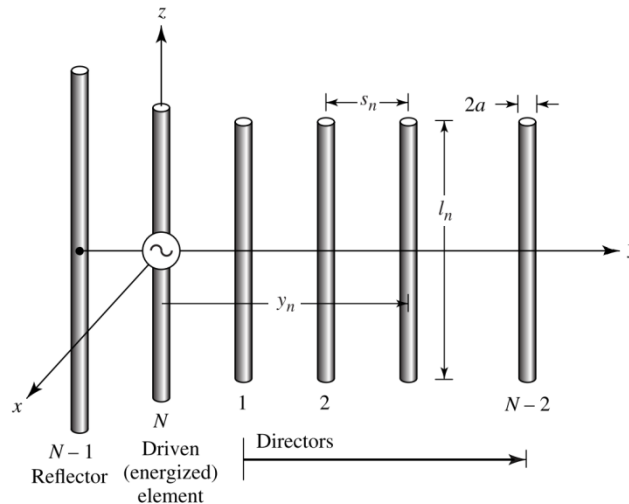
Ongkir yang dibebankan oleh pihak ekspedisi untuk setiap paket dihitung berdasarkan berat kirim paket. Berat kirim paket biasanya dihitung berdasarkan berat asli paket dan besarnya volume paket yang disebut volume metrik. Pihak ekspedisi seperti JNE dan Pos Indonesia menggunakan cara penghitungan berat kirim seperti itu dalam menentukan ongkir. Berat kirim satu unit paket antenna seluler lebih sering dihitung berdasarkan volume metrik bukan menurut berat aslinya. Berat asli antenna yang terbuat dari aluminium tidak sampai 1 Kg karena aluminium ringan. Karena antenna seluler dikirim dalam bentuk sudah dirakit setengah jadi, maka volume metriknya melebihi berat aslinya sehingga pihak ekspedisi menggunakan volume metrik dalam membebaskan ongkir. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah rancangan baru antenna yang dapat menurunkan volume metrik paket antenna sehingga ongkos kirim yang ditanggung oleh konsumen dapat diminimumkan tanpa mengurangi kualitas antenna secara fungsional dan tetap menjamin keamanan paket dalam proses pengiriman oleh pihak ekspedisi.

Penelitian ini mengusulkan rancangan antenna seluler dengan desain *knock down* (bongkar pasang) khususnya antenna jenis Yagi untuk frekuensi 850-900 Mhz yang diaplikasikan untuk memperkuat sinyal 4G 850 Smartfren dan 4G 900 Telkomsel di perangkat pengguna (bukan antenna untuk BTS, *base transceiver station*). Perangkat pengguna dapat berupa telepon pintar, modem, dan modem wifi. Karena ukuran antenna ditentukan oleh panjang gelombang dan panjang gelombang berbanding terbalik dengan frekuensi, maka semakin rendah frekuensi pancar jaringan seluler semakin besar ukuran antenna, atau sebaliknya semakin tinggi frekuensi pancar jaringan seluler semakin kecil ukuran antenna khususnya untuk jenis antenna yang sama (Yagi). Di Indonesia, jaringan 4G LTE beroperasi pada frekuensi 850Mhz (band 5) (Smartfren), 900Mhz (band 8) (Telkomsel), 1800Mhz (band 3) (Telkomsel, XL, Indosat, Three), dan 2300Mhz (band 40) (Smartfren dan Bolt). Antenna untuk frekuensi 850-900 Mhz ukurannya paling besar dibandingkan frekuensi lainnya sehingga rancangan perlu memperhatikan volumenya agar dapat meminimumkan ongkir yang ditanggung pembeli melalui penjualan daring.

## 2. METODOLOGI

Balanis (2016) menyebut antenna Yagi sebagai salah satu antenna yang sangat praktis digunakan pada rentang frekuensi HF (3–30 MHz), VHF (30–300 MHz), and UHF (300–3,000 MHz). Oleh karena itu, jaringan seluler 4G 850Mhz sangat cocok menggunakan antenna jenis ini. Konfigurasi antenna Yagi terdiri dari sebuah *boom* (punggung antenna), sebuah elemen reflektor, sepasang elemen *driven*, dan sejumlah elemen direktor. Gambar 1 menunjukkan konfigurasi standar sebuah antenna Yagi yang terdiri dari N elemen. Elemen ke-1 hingga elemen ke N-2 disebut sebagai direktor (pengarah sinyal), elemen ke N-1 adalah reflektor (pemantul sinyal), dan elemen ke -N adalah *driven* (penangkap/pemancar sinyal).

Parameter optimal sebuah antenna Yagi yang berpengaruh pada performansi antenna (*gain* antenna) yang disimbolkan dengan  $s_n$  (spasi antar elemen),  $l_n$  (panjang elemen), dan  $2a$  (diameter elemen) tidak dibahas pada penelitian ini. Penelitian ini fokus pada perancangan sistem *knock down* untuk sebuah antenna Yagi yang parameternya telah dirancang secara optimal sebelumnya melalui serangkaian eksperimen yang valid. Sistem *knock down* diusulkan untuk mengurangi volume metrik paket antenna ketika dikirim melalui ekspedisi sehingga dapat meminimumkan ongkir dalam era perdagangan daring (*online*). Rancangan *knock down* akan menguntungkan konsumen yang berbelanja secara *online*.



**Gambar 1. Konfigurasi standar antenna Yagi (sumber: Balanis (2016) hal.560)**

Pada penelitian ini, digunakan rancangan antenna Yagi dengan 7 elemen sebagai dasar dalam merancang sistem *knock down*. Parameter optimal antenna Yagi 850-900mhz dengan 7 elemen ditunjukkan pada tabel 1. Parameter ini mengacu pada konfigurasi standar antenna Yagi yang telah ditampilkan pada gambar 1. Nilai optimal parameter ini diperoleh melalui eksperimen berkali-kali dengan variabel respon kemampuan menaikkan sinyal (*gain*), yang semakin tinggi semakin baik (*larger-the-better*). Desain tersebut jika dibuat menjadi produk jadi akan memiliki dimensi panjang sekitar 70cm dan lebar 25cm. Penelitian ini mengusulkan rancangan *knock down* untuk mengurangi panjang dan lebar antenna ketika dikirim melalui ekspedisi dengan konsekuensi pembeli perlu merakit sendiri antenna tersebut. Karena elemen antenna jumlahnya sedikit (7 elemen), perakitan hanya membutuhkan waktu sekitar 10 menit sehingga tidak merugikan pembeli.

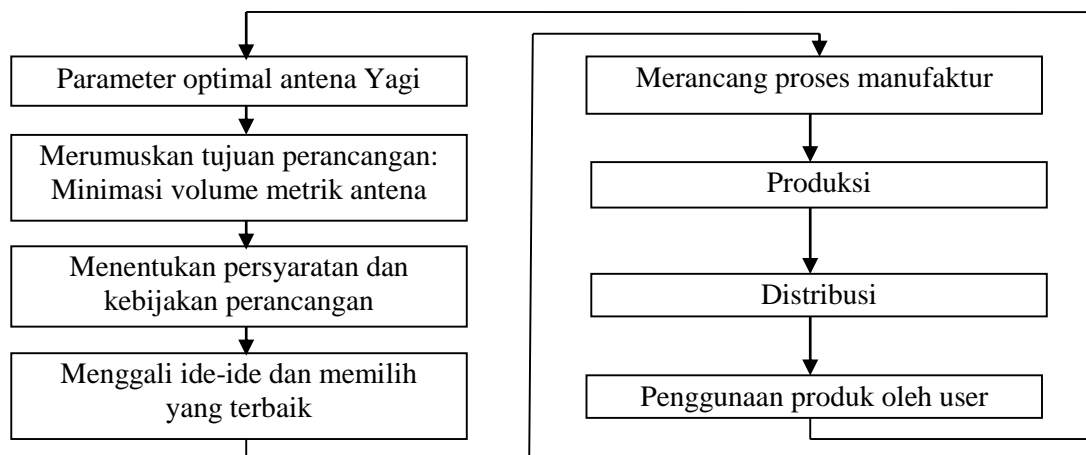
**Tabel 1. Parameter optimal antenna Yagi 7 elemen 850-900 Mhz**

No	Parameter	Nilai optimal (mm)
1	Diameter direktor (sama untuk semua)	7
2	Panjang direktor ke-1	140
3	Panjang direktor ke-2	135
4	Panjang direktor ke-3	128
5	Panjang direktor ke-4	122
6	Panjang direktor ke-5	116
7	Jarak direktor 1 dan 2	90
8	Jarak direktor 2 dan 3	75
9	Jarak direktor 3 dan 4	55
10	Jarak direktor 4 dan 5	140
11	Panjang driven (dipole)	178
12	Spasi driven	8
13	Diameter driven	8,5
14	Jarak driven ke direktor ke-1	64
15	Panjang reflektor	250
16	Diameter reflektor	12
17	Jarak reflektor ke driven	67

Roozenburg dan Eekels (1995) mengusulkan tahap-tahapan inovasi produk yang dimulai dari perumusan tujuan dan strategi produk, dan diikuti oleh tahap perumusan kebijakan dan persyaratan, pembangkitan ide-ide yang relevan, perancangan produk, perancangan proses

manufaktur, produksi, distribusi, penggunaan produk oleh user hingga *feedback* kembali ke tahap pertama. Langkah-langkah perancangan produk pada penelitian ini mengacu pada langkah-langkah inovasi produk tersebut dengan sedikit penyesuaian mengikuti konteks perancangan sistem *knock down* antenna Yagi 850-900mhz. Langkah-langkah perancangan ditunjukkan pada gambar 2. Langkah pertama adalah memastikan sudah ada desain yang optimal untuk antenna tersebut. Langkah kedua, merumuskan tujuan perancangan, yaitu meminimumkan volume paket antenna ketika dikirim melalui jasa ekspedisi sehingga dapat meminimumkan ongkir yang ditanggung oleh pembeli yang berbelanja melalui internet. Langkah ketiga menentukan batasan-batasan atau persyaratan dan kebijakan dalam perancangan sistem *knock down*. Penelitian ini mengusulkan lima persyaratan sebagai berikut: 1) Tidak mengurangi fungsi utama (*gain*) antenna ketika dipakai oleh pengguna, 2) Tidak merepotkan pengguna pada saat merakit dan menggunakan antenna, 3) Menjamin keamanan antenna dari kerusakan ketika dikirimkan melalui jasa ekspedisi, 4) Tidak ada tambahan biaya material yang signifikan kepada produsen, 5) Tidak ada tambahan waktu proses manufaktur yang signifikan yang dibebankan kepada produsen.

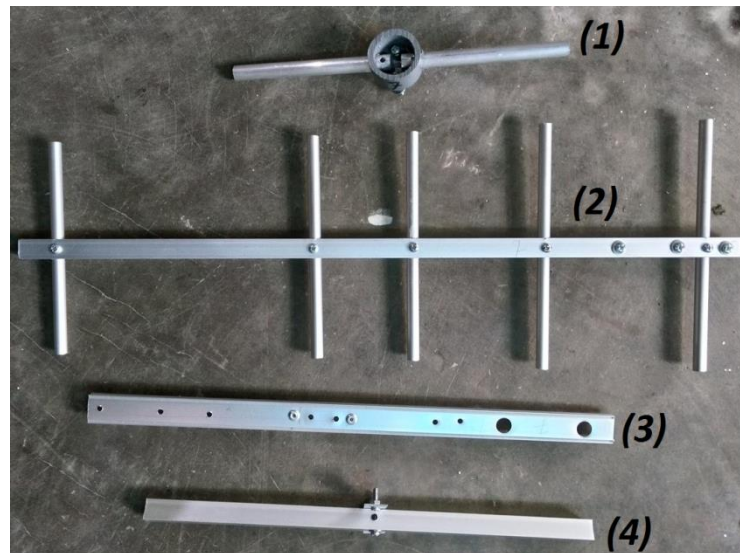
Langkah keempat adalah menggali ide-ide yang relevan agar tujuan perancangan dapat tercapai. Ide-ide yang diusulkan adalah 1) Membagi antenna menjadi dua bagian dengan cara memotong *boom* antenna menjadi dua sehingga panjang antenna ketika dikemas (*packing*) akan berkurang menjadi 50%, 2) Karena reflektor adalah elemen terpanjang, maka lebar antenna ditentukan oleh panjang reflektor sehingga diusulkan elemen reflektor bisa dilepas-pasang dari *boom* untuk mengurangi lebar antenna, 3) Elemen driven juga diusulkan untuk dibuat lepas-pasang dari *boom* sehingga lebar antenna ketika dikemas akan mengikuti panjang direktor yang merupakan elemen terpendek. 4) Dua bagian antenna diusulkan untuk disambung menggunakan baut dan mur karena mudah dilepas-pasang, harganya murah, dan waktu yang dibutuhkan untuk proses pembuatan sambungan relatif singkat, 5) Cara menyatukan elemen reflektor dengan *boom* dan elemen *driven* dengan boom juga diusulkan menggunakan baut dan mur. Langkah kelima adalah merancang proses manufaktur untuk mewujudkan ide-ide yang telah diusulkan pada langkah keempat. Proses yang dibutuhkan adalah *drilling* dan *cutting* dan semuanya dapat dilakukan tanpa kendala sehingga secara proses manufaktur semua ide yang diusulkan pada langkah keempat layak untuk diterima. Langkah selanjutnya adalah produksi, distribusi, pemakaian oleh user dan kembali lagi kepada perancangan parameter setelah mendapatkan masukan atau *feedback* dari pengguna.



**Gambar 2. Langkah-langkah perancangan sistem knock down antenna Yagi**

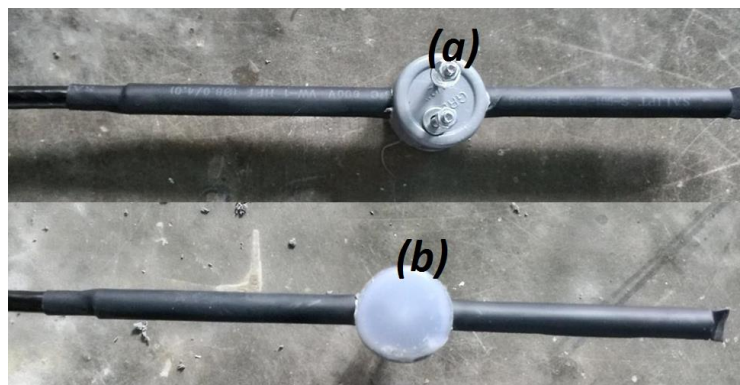
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan *knock down* dibuat menjadi produk jadi sungguhan seperti yang ditunjukkan pada gambar 3 hingga gambar 8. Gambar 3 menunjukkan komponen-komponen antenna yang belum digabung menjadi satu. Sistem *knock down* terlihat dari gambar 3 tersebut, yaitu boom antenna terbagi menjadi dua bagian, yaitu bagian depan dan bagian belakang. Kedua bagian disatukan menggunakan baut dan mur. Elemen reflektor dan elemen *driven* juga terpisah dari *boom* dan disatukan dengan *boom* ketika dirakit menggunakan baut dan mur. Dari gambar 3 terlihat bahwa proses manufaktur yang dibutuhkan hanya *drilling* dan *cutting* saja sehingga tidak membebani produsen dengan tambahan waktu proses yang signifikan akibat usulan desain *knock down*.



**Gambar 3. Komponen antenna sistem *knock down* yang belum dihubungkan dengan kabel**

**Keterangan:** (1) elemen *driven*, (2) elemen direktor lima buah yang sudah dirakit pada *boom* bagian depan, (3) *boom* bagian belakang, (4) elemen reflektor



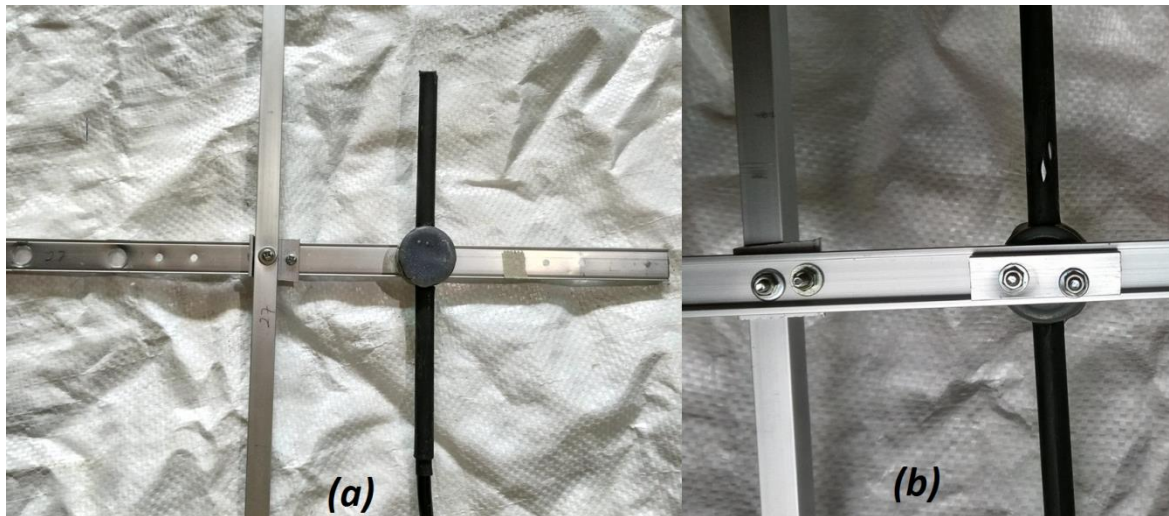
**Gambar 4. Elemen *driven* dihubungkan dengan kabel**

**Keterangan:** (a) tampak belakang, (b) tampak depan

Kabel antenna dirancang untuk disatukan dengan *driven* ketika antenna dikirim kepada pembeli. Dengan kata lain, pembeli tidak diijinkan merakit sendiri kabel antenna dengan elemen *driven*. Hal ini untuk mencegah degradasi kualitas sinyal karena perakitan kabel dengan elemen *driven* memerlukan kehati-hatian tinggi karena dampaknya yang besar terhadap *gain* antenna. Elemen *driven* yang sudah disatukan dengan kabel antenna ditunjukkan pada gambar 4.

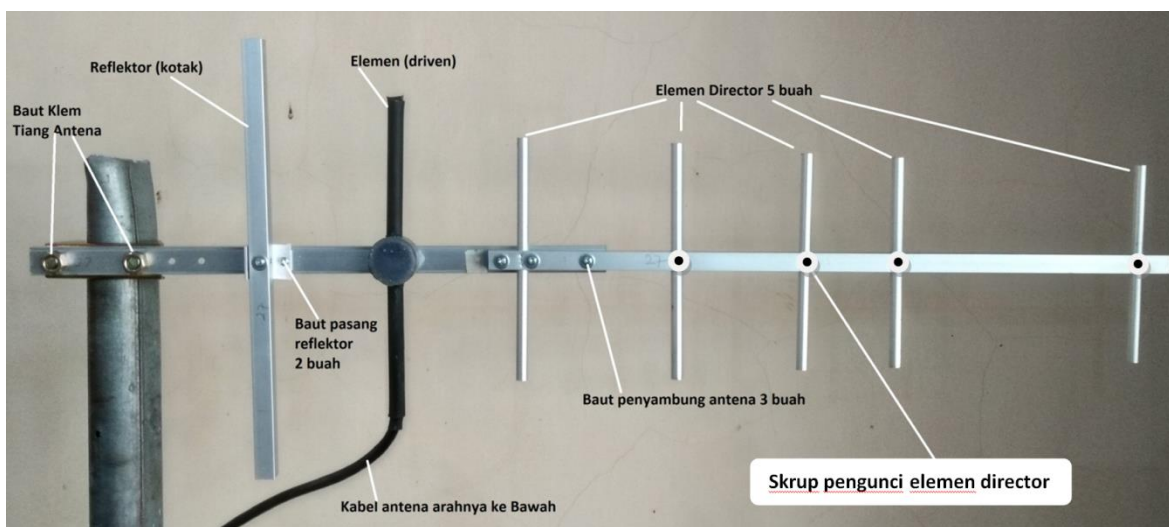
Perakitan reflektor dan *driven* ke *boom* bagian belakang dengan menggunakan baut dan mur ditunjukkan pada gambar 5. Reflektor disatukan dengan *boom* menggunakan dua buah baut.

Demikian juga halnya dengan *driven* yang disatukan ke *boom* menggunakan dua buah baut. Waktu lepas-pasang relatif singkat sehingga tidak merugikan konsumen dan harga baut juga murah sehingga tidak merugikan produsen.

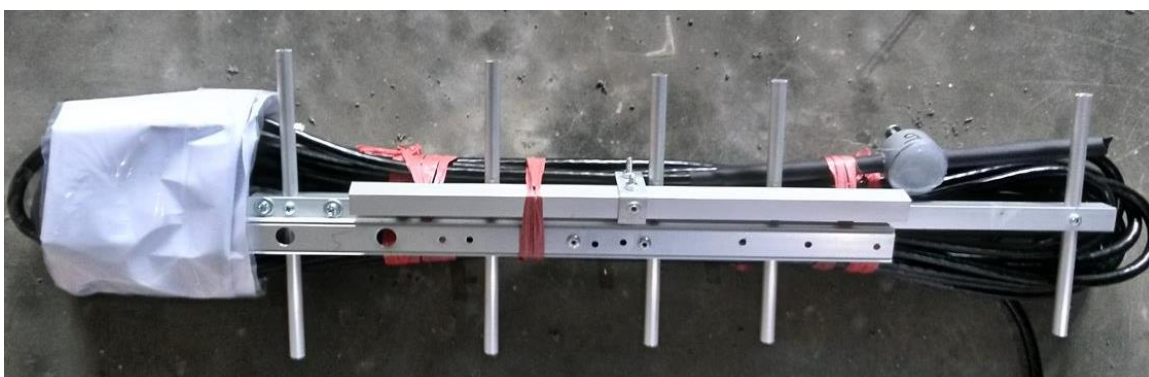


**Gambar 5. Driven dan reflektor sudah dirakit dengan boom bagian belakang**

**Keterangan:** (a) tampak depan, (b) tampak belakang



**Gambar 6. Penampakan antenna setelah dirakit sempurna**



**Gambar 7. Antena siap dikirimkan kepada pembeli (belum dikemas dengan kardus)**

Gambar 6 menunjukkan antenna yang telah dirakit sempurna, sementara gambar 7 menunjukkan ukuran dimensi satu unit paket antenna ketika akan dikirim kepada pembeli melalui jasa ekspedisi. Gambar 7 ini memberikan bukti bagaimana rancangan *knock down* dapat mengurangi volume metrik paket sehingga ongkir yang ditanggung oleh pembeli dapat diminimumkan. Panjang paket antenna yang ditunjukkan pada gambar 7 adalah 40cm, lebarnya 14cm, dan tebalnya 8cm. Sebenarnya lebar antenna masih bisa diminimumkan dengan melepas kelima elemen direktor dari *boom* antenna. Direktor dirakit ke boom dengan menggunakan skrup sehingga mudah untuk dilepas pasang. Tetapi hal tersebut akan membuat skrup mudah kendur dan waktu yang diperlukan pengguna untuk merakit antenna menjadi lebih panjang.

Gambar 8 menunjukkan antenna di lokasi pengguna yang sudah dipasang pada tiang antenna pada ketinggian yang optimal. Berdasarkan testimoni dari pengguna, antenna ini memiliki *gain* yang memuaskan selain ongkir yang terjangkau karena volume metriknya minimum.



**Gambar 8. Penampakan antenna setelah dipasang (dipakai) oleh pembeli.**

#### 4. KESIMPULAN

Usulan rancangan *knock down* menghasilkan panjang antenna 40cm, lebar 14cm, tebal 8cm dengan volume sebesar 4480 cm<sup>3</sup>. Pihak ekspedisi seperti JNE dan Pos Indonesia menggunakan volume metrik sebesar 6000 cm<sup>3</sup> setara dengan berat 1 Kg. Dengan demikian, hasil rancangan *knock down* ini menghasilkan berat kirim dari sisi volume metrik kurang dari 1Kg sehingga dapat mengurangi ongkir yang harus ditanggung oleh pembeli antenna yang berbelanja melalui internet. Usulan desain *knock down* ini telah diterapkan pada produk antenna seluler frekuensi 850-900 Mhz yang diproduksi oleh sebuah usaha rumahan di Sragen, Jawa Tengah, dan telah dijual secara daring melalui Tokopedia.com dan Bukalapak.com oleh beberapa reseller. Produk tersebut telah terjual sebanyak 30 unit sejak diperkenalkan bulan desember 2016.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Balanis, Constantine A., 2016, *Antenna Theory Analysis and Design*, 4<sup>th</sup> edition, John Wiley & Sons, New Jersey.
- Kominfo, 2015, Indonesia Akan Jadi Pemain Ekonomi Digital Terbesar di Asia Tenggara, [https://kominfo.go.id/index.php/content/detail/6441/Indonesia+Akan+Jadi+Pemain+Ekonomi+Digital+Terbesar+di+Asia+Tenggara/0/berita\\_satker/](https://kominfo.go.id/index.php/content/detail/6441/Indonesia+Akan+Jadi+Pemain+Ekonomi+Digital+Terbesar+di+Asia+Tenggara/0/berita_satker/) , diakses tanggal 20 Januari 2017.
- Laudon, Kenneth C., dan Traver, C. G., 2016, *E-commerce: business. technology. Society*, 12th global edition, Pearson Education, USA.
- Li, Shanling M.G., Oh Wonseok, dan Ray, Saibal, 2013, Shipping Fees or Shipping Free? A Tale of Two Price Partitioning Strategies in Online Retailing, *Production and Operations Management Journal*, Vol. 22, No. 4, July–August 2013, pp. 758–776.
- Roozenburg, N. and Eekels, J., 1995, *Product Design: Fundamentals and Methods*, Wiley, Chichester.