

# REVERSE ENGINEERING HIGH DRAG BOMB

DR. Ir. H. Eddy Priyono, MSAE  
Rektor Universitas Nurtanio Bandung  
Jl. Pajajaran No 219 Bandung  
e-mail : marsmaep@yahoo.com

## Pendahuluan

Salah satu upaya untuk meningkatkan dan memelihara kemampuan operasional dalam mempertahankan kedaulatan udara nasional adalah tersedianya Material Senjata Udara yang cukup untuk melaksanakan tugas operasi pertahanan dan tugas latihan. Penyediaan Material Senjata Udara TNI AU khususnya Bom sampai saat ini sebagian masih tergantung dari pengadaan luar negeri. Ketergantungan ini seringkali sangat mengganggu kesiapan operasi dan latihan. Oleh karena itu untuk mengatasi masalah tersebut perlu upaya-upaya secara bertahap mengurangi ketergantungan pada luar negeri dengan cara meningkatkan kemandirian serta mendayagunakan potensi Nasional yang ada terutama penguasaan teknologi pembuatan jenis High Drag Bomb. High Drag Bomb adalah salah satu jenis bom yang mempunyai gaya hambat udara (drag) yang besar sehingga dapat memperlambat laju terbang bom tersebut. Bomb jenis ini dapat digunakan untuk operasi pengeboman pada ketinggian rendah (low level bombing).

Sampai saat ini Dislitbangau telah berhasil merancang dan telah diproduksi beberapa jenis Bom Latih maupun Bom Tajam BT-250 yang bekerjasama dengan PT. PINDAD dan PT. BARATA dan secara bertahap kebutuhan Bom Latih dan Bom Tajam akan diproduksi secara keseluruhan pada tahun 2002. Namun sampai saat ini semua jenis Bom yang telah diproduksi adalah jenis *Low Drag Bomb*, sehingga masih ada ketergantungan untuk pengadaan jenis *High Drag Bomb* pada luar negeri. Untuk mengurangi ketergantungan tersebut dan untuk menghemat devisa serta untuk meningkatkan kemampuan industri di dalam negeri, maka perlu adanya suatu penelitian pembuatan High Drag Bomb. Sejalan dengan upaya kemandirian yang diusahakan oleh berbagai pihak agar tidak tergantung (*dependent*) pada negara lain dengan menggunakan potensi Nasional yang ada, maka Dislitbangau telah berupaya untuk merancang dan membuat *High Drag Bomb* yang bekerjasama dengan PT Dirgantara Indonesia.

## Design Requirement and Objective (DR&O)

### Pengertian.

*Design requirement* adalah segala sesuatu yang harus ditaati oleh perancang yang berdasarkan standar perancangan untuk memenuhi kebutuhan performance dan safety. *Design requirement* ini dapat

berubah sesuai dengan perkembangan proses perancangan. *Design objective* adalah usaha perancangan yang bertujuan untuk mencari besaran diatas batas minimum yang diijinkan. Besaran tersebut harus dipenuhi oleh perancang tanpa adanya penyimpangan yang berarti kecuali

untuk kebutuhan performance. *Design objective* ini dapat berubah sesuai dengan perkembangan proses perancangan.

### **Konfigurasi Dasar, Berat dan Unjuk Kerja.**

Pada dasarnya High Drag Bomb terdiri dari dua bagian utama yaitu badan bom dan ekor bom. Konfigurasi bom ini memiliki persyaratan antara lain :

- a. Perancangan konfigurasi berdasarkan bom yang dimiliki TNI AU yaitu jenis Low Drag Bomb yaitu BL-250 atau MK-82.
- b. Dalam perancangan High Drag Bomb ini mempergunakan bentuk body dari bom yang telah ada sehingga tidak ada rancangan/modifikasi pada badan bom. Rancangan hanya dilakukan pada ekor bom yang merupakan ciri khas dari High Drag Bomb. Dengan kata lain yaitu rancangan hanya untuk ekor bom saja yang harus dapat dipasang pada badan bom yang telah ada.
- c. Diusahakan dimensi terluar dari rancangan High Drag Bomb yaitu panjang dan rentang ekor tidak melebihi dari dimensi untuk High Drag Bomb yang telah ada. Hal ini diantisipasi agar tidak ada kesulitan pemasangan bom pada pesawat.
- d. Rancangan High Drag Bomb ini juga dapat berfungsi sebagai jenis Low Drag Bomb (posisi fin blade tertutup) yaitu dengan adanya sistim penguncian pada fin blade. Pemilihan fungsi untuk Low Drag

Bomb atau High Drag Bomb ditentukan sebelum misi penerbangan dimulai yaitu masih on ground. Untuk memfungsikan sebagai High Drag Bomb yaitu dengan mencabut safety pin pada release band, sedangkan untuk Low Drag Bomb yaitu dengan membiarkan safety pin pada release band dalam keadaan terkunci.

e. Untuk memperbesar gaya hambat udara (*drag*) yang timbul mempergunakan sistim fin yang terdiri dari 4 bilah yang terbuat dari steel plate tebal 2.5 mm, tidak menggunakan sistim parasut.

f. Perancangan ekor bom untuk bom tajam harus memperhatikan pemasangan tail fuze yang dimiliki TNI AU. Tipe Tail Fuze yang ada adalah M-905 yang menggunakan baling-baling yang dipasang pada samping ekor bom untuk memfungsikan fuze tersebut (*arming delay*).

g. Berat total bom yang dipergunakan adalah kelas 500 lb atau 250 kg diantaranya adalah BL-250, BT-250 dan MK-82 dan berat ekor bom harus mempertimbangkan kebutuhan letak Center of Gravity (CG) secara total.

h. Letak CG harus ditentukan diantara suspension lug, dengan tolerance letak CG adalah 15 mm kebelakang dan 25 mm ke depan.

Letak CG ini akan berpengaruh terhadap stabilitas terbang bom. Pergerakan CG ke depan lebih baik dibanding dengan ke belakang, hal ini akan dipengaruhi dari berat ekor bom. Semakin ringan ekor bom akan semakin baik stabilitas terbangnya.

i. Hasil rancangan High Drag Bomb harus dapat dioperasikan untuk pesawat tempur kecepatan rendah (OV-10) maupun untuk pesawat tempur dengan kecepatan tinggi (F-16, F-5, A-4, Hawk 100/200). Kecepatan maximum pesawat yang mengoperasikan hasil rancangan High Drag Bomb adalah 550 knot. Minimum ketinggian pesawat untuk mengoperasikan High Drag Bomb yang diijinkan tergantung dari kecepatan dan dive angle yang telah tertera dalam bombing table, namun ketinggian paling rendah adalah 200 ft. Batasan untuk dive bombing akan diberikan dalam bombing table.

j. Waktu paling lambat yang diperlukan untuk pembukaan fin blade mulai saat terlepas dari rack adalah 0.25 second. Hal ini diperlukan agar mekanisme pembukaan fin blade tidak terganggu oleh penggantung bom (*rack*). Waktu jatuh bom dimulai saat pelepasan dari pesawat sampai ke sasaran (*time of fall*) cukup aman bagi pesawat pembawa bom untuk menghindari akibat pecahan bom

(*fragmentation*). Sebagai contoh *time of fall* paling tidak adalah 5.5 detik untuk pelepasan bom dengan ketinggian pesawat 400 ft dan kecepatan pesawat 200 knots.

k. Trayektori rancangan High Drag Bomb diharapkan baik yaitu tidak terjadi gerak berputar pada sumbu lateral (*pitching*), berputar pada sumbu longitudinal (*rolling*), berputar pada sumbu normal (*yawing*), maupun gerakan-gerakan lain yang menyebabkan ketidakstabilan terbang dari bom, sehingga bom tidak jatuh pada sasaran yang diinginkan.

l. High Drag Bomb yang dirancang harus memiliki kestabilan terbang statis maupun kestabilan terbang dinamis. Persyaratan kestabilan terbang ini dapat dicapai dengan memperhatikan letak *Center of pressure* (CP) dan letak *Center of gravity* (CG) dari bom serta luas penampang dan posisi fin blade.

m. Rancangan High Drag Bomb tidak memerlukan penanganan khusus dalam pemeliharaan maupun dalam penyimpanan. High Drag Bomb harus mudah pemasangan dan pelepasan pada pesawat. Pemakaian bom sebagai High Drag maupun Low Drag dilakukan on ground secara manual sebelum penerbangan dimulai.

n. High Drag Bomb yang dirancang harus memenuhi persyaratan keamanan dan keselamatan baik

dioperasikan pada high level, low level bombing maupun dive bombing. High Drag Bomb yang dirancang harus memenuhi persyaratan keamanan dan keselamatan baik dioperasikan sebagai High Drag Bomb maupun

### **Low Drag Bomb.**

#### **Perancangan Aerodynamics.**

Pada dasarnya Bom yang dirancang harus memenuhi persyaratan Aerodinamik yaitu dengan memperhatikan bentuk serta menganalisa karakteristik aerodinamik di terowongan angin.

a. Perancangan aerodinamik High Drag Bomb difokuskan pada rancangan ekor bom dengan menggunakan empat bilah blade sebagai komponen yang menimbulkan hambatan udara (drag) yang besar, sehingga memperlambat waktu jatuhnya bom sampai ke sasaran/tanah. Perancangan luas blade maksimum dibatasi dengan ketentuan batasan pemasangan pada pesawat yaitu pada satu station dapat dipasangkan tiga bom sekaligus dengan menggunakan *Triple Ejector Rack* (TER). Bentuk dari blade dirancang sedemikian rupa sehingga dapat berfungsi sebagai High Drag Bomb (posisi fin blade terbuka) maupun sebagai Low Drag Bomb (posisi fin blade tertutup). Sistem pembukaan fin blade tidak mengganggu sistem pelepasan bom

dan tidak berpengaruh terhadap stabilitas terbang bom.

b. Hasil perhitungan aerodinamik secara Computational Fluid Dynamics (CFD) dilengkapi dan divalidasi dengan hasil percobaan yang diperoleh di Wind tunnel. Model yang diuji di Wind tunnel mempunyai skala 1 : 2 dan mewakili sebagai Low Drag Bom maupun High Drag Bom. Pelaksanaan kegiatan pengujian Wind tunnel dilakukan di fasilitas Wind tunnel NLST yang dimiliki PT Dirgantara Indonesia.

c. Hasil perhitungan aerodinamik dipergunakan untuk menyusun bombing table sebagai pedoman bagi penerbang dalam pengoperasian High Drag Bomb. Bombing table berisikan informasi tentang parameter pengeboman yaitu ketinggian, kecepatan, sudut pengeboman, waktu jatuh bom, jarak jatuh bom dan *sight depression*. Perhitungan bombing table harus memperhitungkan faktor koreksi karena pengaruh angin.

d. Drag Coefficient ( $C_D$ ) dari Low Drag Bomb direncanakan = 0.2 dengan reference area penampang melintang bom. Drag Coefficient ( $C_D$ ) dari fin blade pada posisi terbuka diusahakan memberikan efek perlambatan terhadap terbang bom sehingga akan memperlambat waktu yang dibutuhkan bom sampai

di tanah. Hal ini dimaksudkan untuk keselamatan terbang dari pesawat pembawa bom akibat fragmentation dari bom tersebut. Sebagai patokan waktu jatuh bom adalah 5.5 detik untuk pegeboman dengan ketinggian pesawat 400 ft dengan kecepatan 200 knots.

### **Perancangan Struktur.**

- a. Sistem mekanisme pembukaan fin blade harus dapat diandalkan aman dan dihindari rancangan yang sangat kompleks serta sulit untuk dibuat.
- b. Sistem mekanisme pembukaan fin blade harus dapat berfungsi dengan baik pada kecepatan pesawat dari 100 sampai dengan 550 knot.
- c. Rancangan struktur ekor bom dapat dipakai untuk bom tajam yang menggunakan Tail Fuze tipe M-905 dan tidak akan mengganggu fungsi dari fuze tersebut.
- d. Penyerapan energy kinetis selama proses pembukaan fin blade assembly harus diantisipasi usaha peredamannya yaitu dengan menggunakan ring spring agar supaya tidak menimbulkan kerusakan pada struktur ekor bom.
- e. Proses pembukaan fin blade dari 0 sampai dengan 55° harus sangat cepat tanpa adanya redaman, sedangkan proses selanjutnya

mengalami redaman sehingga gerakannya relatif lebih lambat.

- f. Struktur ekor bom harus mampu menahan gaya aerodinamik yang timbul terutama pada kecepatan 550 knots.

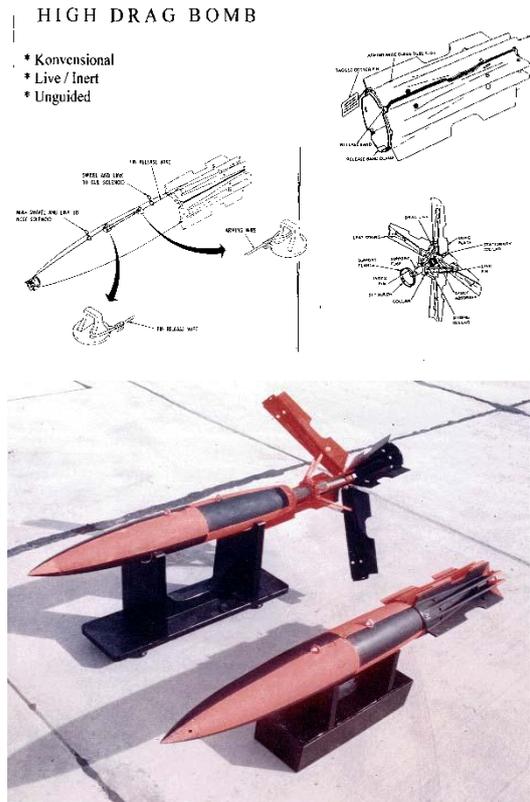
### **Material dan Proses Pembuatan.**

- a. Material fin blade terbuat dari logam lembaran (aluminium atau steel) yang dapat diproses secara forming dan cukup menahan gaya yang timbul.
- b. Material lain seperti collar, spring, flange dan lainnya dipilih yang sesuai struktur dan dapat memenuhi persyaratan kekuatan. Untuk pembuatan komponen ini dapat dilakukan di PT Dirgantara Indonesia atau di tempat lain.
- c. Raw material dan proses pembentukan dipilih dengan harga serendah mungkin, untuk menghindari harga jual ekor bom yang terlalu tinggi.

### **Proses Perancangan**

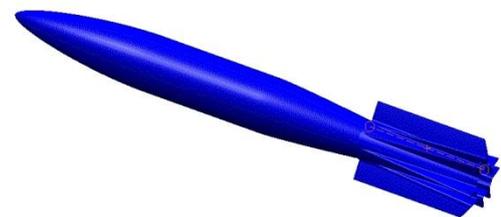
#### **Pembuatan Disain .**

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil survey di Depohar Senmu 60 Lanud Iswahyudi maupun dari gambar TO dan yang diperoleh dari internet sebagai berikut :



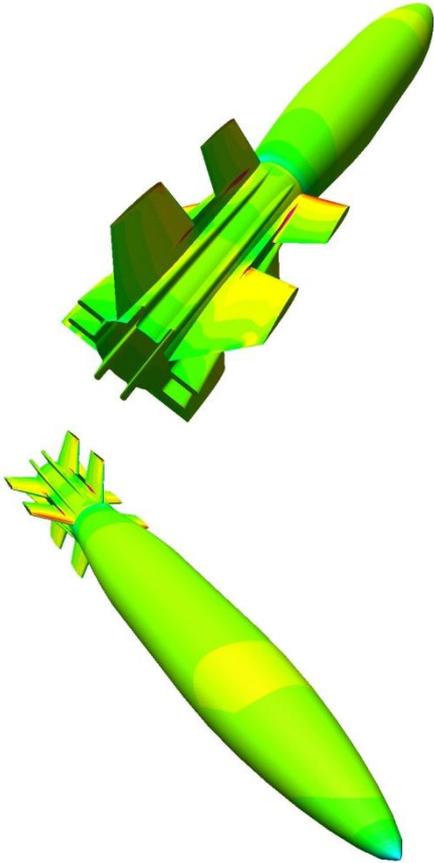
Gambar dari TO

Dari gambaran yang ada dibuatkan beberapa gambar rancangan alternatif yang nantinya akan dihitung secara kasar dari aspek aerodinamis, aspek struktur, aspek stress dan load yang terjadi pada komponen High Drag Bomb. Dari evaluasi beberapa alternatif rancangan awal tersebut dipilih dua alternatif terbaik yang terlihat pada gambar berikut.



Gambar rancangan awal

Kemudian dilakukan perhitungan yang lebih detail untuk masing-masing aspek secara paralel. Perhitungan aspek aerodinamis secara mendetail akan mencari karakteristik aerodinamis dari bom. Secara teoritis akan diperoleh harga-harga Coefisien Lift, Drag dan Moment.



Gambar analisis CFD

Untuk aspek stability and control, secara teoritis dihitung kestabilan statis dan kestabilan dinamis dari bom dengan masukan data dari group aerodinamis. Disamping itu dihitung pula trayektori bom baik untuk Low Drag Bomb maupun High Drag Bomb. Untuk perhitungan aspek kekuatan struktur yaitu perhitungan kekuatan masing-masing komponen terhadap gaya yang timbul dilakukan oleh group struktur, load dan stress yang bekerja bersama-sama.

Pada perhitungan ini dicari dimensi dan material yang optimal yang masih mampu menahan gaya/stress yang terjadi pada komponen tersebut Data dari struktur oleh group Weight & balance digunakan

untuk menghitung secara teoritis berat total bom, letak pusat massa (Center of Gravity), moment inertia untuk posisi fin blade tertutup maupun posisi fin blade terbuka.

Setelah diadakan evaluasi terhadap rancangan awal, selanjutnya dibuatkan gambar teknis dari masing-masing komponen. Gambar teknis masing-masing komponen tersebut diperlukan sebagai dasar pembuatan komponen tersebut yang dikerjakan di Bengkel permesinan PT Dirgantara Indonesia

### **Pembuatan dan Pengujian Model**

#### **Pembuatan Model.**

Dalam perancangan High Drag Bomb aspek aerodinamis, selain dilakukan perhitungan secara komputasional perlu dilakukan uji coba terowongan angin untuk mengetahui karakteristik aero dinamik secara experimental yang selanjut hasilnya dibandingkan dengan hasil komputasional. Untuk pengujian di terowongan angin diperlukan model Highj Drag Bomb dengan skala 1 : 2. Pengujian terowongan angin dilakukan di laboratorium PT Dirgantara Indonesia. Adapun gambar pada saat pengujian model High Drag

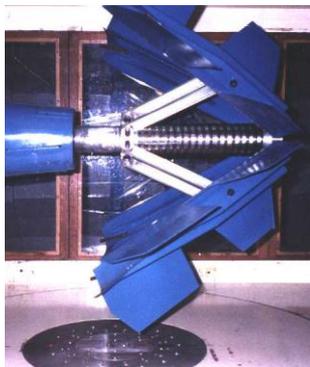


Pengujian di Terowongan Angin

## Prototipe High Drag Bomb

### Pembuatan Prototipe .

Berdasarkan rancangan gambar yang telah dihasilkan maka proses pembuatan ekor High Drag Bomb dapat dilaksanakan dengan mempergunakan fasilitas permesinan antara lain mesin bubut, mesin skrap, mesin pemotong plat, mesin bor dan alat pemolesan. Didukung oleh kemampuan personil yang ada, fasilitas permesinan yang dimiliki PT Dirgantara Indonesia serta material yang telah diadakan sebelumnya, maka bagian-bagian ekor High Drag Bomb dapat dibuat. Hampir seluruh komponen dibuat di PT Dirgantara Indonesia, kecuali beberapa komponen jadi seperti pegas. Setelah dilakukan pembuatan komponen, kemudian dilanjutkan proses perakitan, pengepasan dan pemasangan pada Bom BL-250 di Dislitbangau. Prototipe fin High Drag Bomb seperti terlihat pada foto berikut :



Prototipe High Drag Bomb

### **Kesimpulan**

Dari uraian tersebut diatas dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Industri dalam negeri telah mampu membuat komponen High Drag Bomb, sehingga dapat dimanfaatkan untuk memproduksi /

membuat High Drag Bomb untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri guna menjawab adanya embargo dari luar negeri.

- b. Lembaga Penelitian pemerintah maupun industri dapat berperan aktif dalam penelitian berbagai jenis Bom untuk menambah kemampuan pertahanan negara.

### **Penutup**

Demikian karya cipta teknologi ini dibuat agar bermanfaat bagi negara dan bangsa terutama untuk memenuhi kebutuhan material senjata udara untuk mengatasi embargo dari luar negeri.