

KONSEP DESAIN PEMBUATAN SATELIT PERTAHANAN GUNA MENJAGA KEDAULATAN WILAYAH INDONESIA

THE DESIGN CONCEPT OF DEFENSE SATELLITE MANUFACTURED TO MAINTAIN INDONESIA SOVEREIGNTY

Rosihan Ramin
Puslitbang Alpalhan Balitbang Kemhan
Jl. Jati No. 1, Pondok Labu, Jakarta
ian_tiger2000@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini mengangkat konsep desain pembuatan satelit pertahanan guna menjaga kedaulatan wilayah Indonesia. Pada tahun 2007 Lapan telah membuat satelit pemantauan yang merupakan hasil kerja sama dengan Jerman dan diluncurkan ke orbit dengan menggunakan roket milik India. Pada tahun 2014 Lapan telah merancang satelit sendiri yang dikerjakan di Bogor dan akan diluncurkan tahun 2016 di India. Konsep pembuatan satelit pertahanan meliputi pembuatan satelit komunikasi yang digunakan untuk komunikasi dalam operasi militer, pembuatan satelit pengamatan yang digunakan untuk memantau/mengamati kondisi keamanan wilayah Indonesia, dan pembuatan satelit navigasi yang digunakan untuk mengatur navigasi alat utama sistem senjata dalam operasi militer. Penelitian tentang pembuatan satelit ini akan mendorong kemampuan sumber daya manusia Indonesia dalam penguasaan teknologi satelit. Pembuatan konsep desain satelit pertahanan merupakan embrio dalam pembuatan pertahanan satelit dalam negeri. Apabila satelit pertahanan dalam negeri dapat terwujud, maka dapat meningkatkan kemandirian industri pertahanan.

Kata kunci: konsep desain satelit

Abstract

This is a study of the design concept of defense satellite manufactured to protect the sovereignty of Indonesia. In 2007 Lapan has created surveillance satellite as the result of cooperation with Germany and had launched into orbit using India's rocket. In 2014 Lapan has designed its own satellite in Bogor and will be launched in 2016 in India. The concept of defense satellite consists of the manufacture of communications satellite used for communication in military operations, the manufacture of surveillance satellite used for monitoring/observing the security throughout Indonesia territory, and the manufacture of navigational satellite used to set the navigation of the main instruments of defense system in military operations. This research will enhance the capabilities of Indonesian human resources in mastering satellite technology. The making of design concept of defense satellite is an embryo for domestic satellite manufacture. If our own defense satellite can be made, we can increase the independence of our defense industry.

Keywords: satellite design concepts

PENDAHULUAN

Penelitian pembuatan konsep desain satelit pertahanan dilaksanakan karena bangsa Indonesia telah mampu membuat satelit pengamat bumi, hasil kerja sama dengan Jerman. Pada tahun 2016 Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (Lapan) Indonesia akan meluncurkan satelit pengamat bumi atau satelit nonmiliter buatan dalam negeri. Satelit tersebut akan diluncurkan dengan menggunakan roket India.

Dengan adanya kemampuan pembuatan satelit nonmiliter oleh Lapan, maka bangsa Indonesia mempunyai potensi kemampuan untuk membuat satelit keperluan militer, sehingga dapat menjadi lebih mandiri dalam menjaga kedaulatannya. Dengan menggunakan satelit pemantauan sendiri, pengamanan dan pengawasan wilayah Indonesia akan lebih cepat, murah, dan tidak mudah disadap oleh negara lain. Pengawasan dengan menggunakan satelit pemantauan akan mempermudah pendeteksian *illegal logging*

dan *illegal fishing*. Apabila mempunyai satelit komunikasi sendiri, komando pengendali akan lebih mudah, aman, dan tidak disadap oleh musuh dalam melakukan koordinasi dengan pesawat terbang, kapal perang, dan pasukan yang ada di medan pertempuran. Adanya kemampuan membuat satelit navigasi sendiri akan mempercepat perkembangan dalam pembuatan peralatan senjata yang bergerak tanpa awak, seperti pesawat terbang tanpa awak dan kapal permukaan air tanpa awak. Selain itu, dengan adanya kemampuan membuat satelit sendiri akan meningkatkan efek penangkalan terhadap negara tetangga.

Apabila kita melakukan penelitian untuk membuat satelit sendiri, maka kemampuan sumber daya manusia dalam bidang teknologi satelit akan berkembang. Selain itu, upaya ini juga akan dapat menciptakan industri pendukung satelit dalam negeri, sehingga dapat memberikan lapangan kerja bagi masyarakat. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini mengangkat judul “Penelitian Konsep Desain Pembuatan Satelit Pertahanan Guna Menjaga Kedaulatan Wilayah Indonesia.”

METODOLOGI PENELITIAN

1. Langkah-Langkah Penelitian

Data dari jenis-jenis satelit dianalisis secara teknis untuk mendapatkan konsep desain. Berdasarkan data primer maupun sekunder yang diperoleh, kami melakukan analisis untuk digunakan sebagai dasar atau pembandingan dalam pembuatan konsep desain, pembuatan konsep awal, serta pembuatan salah satu replika (*mock-up*) satelit pertahanan.

2. Tempat dan Waktu

a. Waktu

Penelitian dilaksanakan selama 8 bulan kalender yang dimulai pada bulan Maret 2015 dan selesai pada bulan Oktober 2015.

b. Tempat penelitian dilaksanakan di:

- 1) Balitbang Kemhan;
- 2) Lapan.

3. Teknik Pengumpulan Data

Untuk keperluan analisis, maka peneliti

memerlukan sejumlah data pendukung yang berasal dari dalam dan luar Balitbang Kemhan. Data yang dihimpun terdiri atas dua macam data, yaitu:

a. Data Primer. Data primer dalam penelitian ini dikumpulkan dengan cara sebagai berikut:

- 1) Observasi/pengamatan, yaitu melihat langsung fakta-fakta yang ada di lokasi penelitian. Dengan mengadakan pengamatan ke Lapan, peneliti mengetahui keadaan pembuatan satelit yang sebenarnya, sehingga dapat digunakan untuk perbandingan dalam pembuatan konsep desain. Fakta-fakta yang ada di Lapan tersebut dicatat secara cermat dan sistematis oleh peneliti, dan akan digunakan sebagai data yang sangat berguna dalam analisis.

- 2) Wawancara, yaitu mengadakan tanya jawab secara langsung dengan personel yang berhubungan dengan penelitian tentang pembuatan satelit. Dengan adanya wawancara di lokasi penelitian, peneliti dapat menerima masukan tentang satelit, sehingga dapat membuat konsep desain satelit pertahanan.

b. Data Sekunder

Data sekunder diperoleh dari buku referensi dan tulisan dari internet yang membahas tentang jenis-jenis satelit. Data sekunder ini digunakan sebagai bahan acuan dalam pembuatan konsep desain satelit pertahanan. Dengan data primer maupun sekunder, hasil penelitian akan dapat memberikan masukan dalam pembuatan konsep desain satelit pertahanan.

4. Teknik Analisis Data

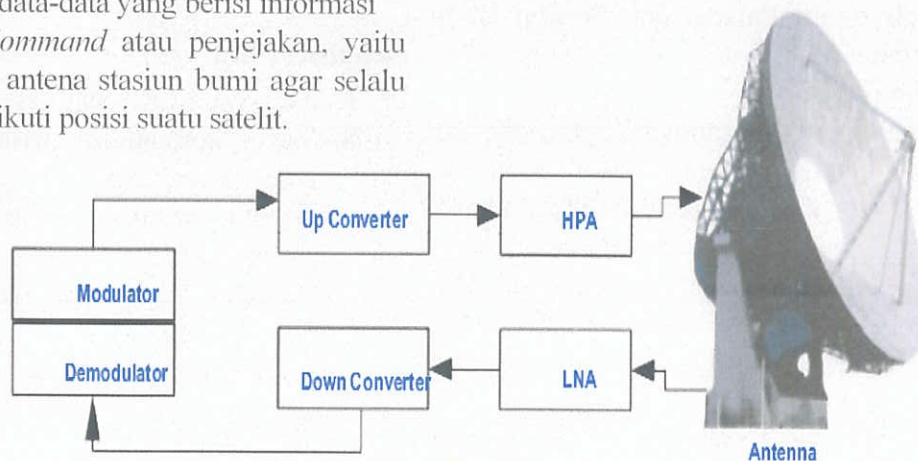
Data yang terkumpul kemudian diolah dengan langkah-langkah teknik analisis rancangan sistem sebagai berikut:

- a. Data dari jenis-jenis satelit dianalisis secara teknis untuk mendapat konsep desain. Data primer maupun sekunder dianalisis untuk digunakan sebagai dasar atau pembandingan dalam pembuatan konsep desain satelit pertahanan.

- b. Pembuatan konsep awal dan salah satu *mock-up* satelit pertahanan.

HASIL PENELITIAN

1. Stasiun bumi adalah terminal telekomunikasi yang berada di bumi, yang didesain untuk berkomunikasi dengan satelit atau menerima data dari satelit. Stasiun bumi biasanya dibangun di tempat yang jauh dari permukiman penduduk karena radiasinya memengaruhi penduduk. Stasiun bumi (*ground segment*) adalah bagian dari sistem transmisi satelit yang terletak di bumi dan berfungsi sebagai stasiun terminal, yaitu pengubah sinyal *base band* dan/atau sinyal frekuensi suara menjadi sinyal dengan frekuensi radio, dan sebaliknya. Pada awal operasi, stasiun bumi dibedakan berdasarkan fungsi, kapasitas, dan fasilitas. Keempat macam stasiun bumi itu adalah:
 - a. Stasiun Pengendali Utama, yaitu stasiun bumi yang berfungsi untuk mengendalikan satelit agar tetap sesuai dengan fungsinya.
 - b. Stasiun Bumi Besar, yaitu stasiun bumi untuk berkomunikasi dengan satelit yang kegiatannya sangat padat dan biasanya ditempatkan di kota-kota.
 - c. Stasiun Bumi Sedang, yaitu stasiun bumi untuk berkomunikasi dengan satelit yang kegiatannya kurang padat.
 - d. Stasiun Bumi Kecil Sedang, yaitu stasiun bumi untuk berkomunikasi dengan satelit yang kegiatannya rendah dan biasanya ditempatkan di daerah terpencil yang strategis.
2. Proses-proses yang selalu dilakukan stasiun bumi untuk menjaga agar satelit dalam kondisi baik, di antaranya:
 - a. Telemetry, yaitu kondisi satelit, baik posisi maupun kualitas respons satelit, yang merupakan data-data yang berisi informasi
 - b. *Tracking Command* atau penjejukan, yaitu pengarahannya antena stasiun bumi agar selalu dapat mengikuti posisi suatu satelit.
 - c. *Ranging*, yaitu pengukuran jarak satelit terhadap permukaan bumi dengan acuan pengukuran jarak satelit terhadap stasiun bumi.
3. Perangkat stasiun bumi berdasarkan penempatannya dibedakan menjadi dua jenis, yaitu *indoor* dan *outdoor unit*.
 - a. *In-door Unit*, yaitu perangkat dasar penyusunan stasiun bumi yang umumnya bersifat sensitif, sehingga diletakkan pada sisi dalam ruangan. Perangkat *indoor* tersebut terdiri atas modem dan *multiplexer*, *baseband processor*, *alarm*, dan *control power supply*.
 - b. *Out-door Unit*, yaitu perangkat yang letak atau posisi penggunaannya berada pada luar ruangan. Perangkat *outdoor unit* terdiri atas *up/down converter*, *solid state power amplifier* (SSPA) atau *high power amplifier* (HPA), *power supply unit* (PSU), serta antena subsistem yang terdiri atas beberapa bagian, antara lain *reflektor*, *feedhorn*, *low noise amplifier* (LNA), *grounding instrument*, *mounting instrument*, dan *assembly instrument*.
4. Berikut perangkat-perangkat stasiun bumi beserta fungsinya:
 - a. Antena parabola, merupakan perangkat yang berguna untuk menerima dan mengirim sinyal dari atau ke satelit agar pancaran gelombang tepat terarah pada satelit. Antena parabola berfungsi sebagai penguat daya untuk sinyal yang sangat lemah akibat jarak satelit dengan bumi sangat jauh, serta mengubah gelombang RF terbimbing menjadi gelombang RF bebas, dan sebaliknya



Gambar 1. Bagian-bagian stasiun bumi.

- b. HPA (*high power amplifier*), merupakan penguat akhir dari sinyal RF sebelum dipancarkan ke satelit melalui antena parabola. Input HPA adalah sinyal radio frekuensi dari *up converter* dengan daya rendah. Setelah dikuatkan oleh HPA, sinyal radio frekuensi (RF) tersebut mempunyai daya yang cukup untuk diberikan ke antena selanjutnya dan dipancarkan ke satelit.
- c. LNA (*low noise amplifier*), merupakan suatu penguat pada arah terima yang berfungsi untuk memperkuat sinyal yang diterima dari antena parabola. LNA harus ditempatkan sedekat mungkin dengan antena. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan G/T (*Gain to Noise Temperature Ratio*) yang lebih baik.
- d. *Up/down converter*, terdiri atas dua bagian, yaitu bagian *up converter* yang berfungsi mengubah sinyal *intermediate frequency* (IF) 70 Mhz menjadi sinyal RF 6 GHz, dan bagian *down converter* yang berfungsi mengubah sinyal RF 4 GHz menjadi sinyal IF 70 Mhz. Kedua bagian tersebut menggunakan *common transponder synthesizer* 5 GHz. Dengan demikian, *up/down converter* ini dapat dioperasikan pada transponder yang diinginkan.
- e. Perangkat IF atau frekuensi menengah, berfungsi untuk memodulasi sinyal suara atau data menjadi sinyal IF 70 Mhz dan sebaliknya. Perangkat ini biasanya disebut modem (*modulator demodulator*). Adapun jenis-jenis modem tersebut tergantung pada sistem yang digunakan. Di Indonesia, stasiun bumi yang terkenal adalah Stasiun Bumi Jatiluhur, yang merupakan pusat kendali satelit Palapa, dan Stasiun Bumi Pare-Pare.

5. Peluncuran Satelit

Dalam penerbangan angkasa (*space flights*), kendaraan peluncur atau roket pembawa adalah roket yang digunakan untuk membawa muatan dari permukaan bumi ke luar angkasa. Sebuah sistem peluncuran meliputi kendaraan peluncur, panggung (*stage*) peluncuran, dan infrastruktur lainnya. Biasanya muatan berupa satelit buatan yang akan ditempatkan ke orbit. Beberapa penerbangan angkasa sub-orbital, sementara yang lain memungkinkan

pesawat ruang angkasa keluar dari orbit bumi seluruhnya. Sebuah kendaraan peluncuran yang membawa muatan pada lintasan sub-orbital sering disebut *sounding rocket*.

Data

1. Konsep Satelit Komunikasi Pertahanan

Satelit komunikasi pertahanan digunakan untuk komunikasi antara komando utama dengan pasukan yang ada di medan pertempuran, pesawat terbang, kapal perang, kendaraan tempur, *manpack, handheld, portable*. Letak satelit di 123° BT pada lintasan geostasioner 36.000 km. Jumlah yang dibutuhkan sebanyak satu buah satelit, sementara spektrum yang dapat digunakan adalah FSS (*fixed satellite services*), BSS (*broadcasting satellite services*), MSS (*mobile satellite services*), C, Ku, Ka-band. Umur satelit dapat mencapai 15 tahun.

2. Konsep Satelit Pengamatan Pertahanan (*Surveillance*)

Satelit pengamatan digunakan untuk mengamati wilayah Indonesia, baik wilayah laut maupun daratan. Letak satelit pada lintasan *circular near equatorial* pada jarak 650 km. Jumlah yang dibutuhkan sebanyak dua buah satelit, spektrum L-band, X-band, S-band. Umur satelit dapat mencapai 3-5 tahun.

3. Konsep Satelit Navigasi Pertahanan

Satelit navigasi pertahanan merupakan penggabungan tiga buah satelit komunikasi yang dapat digunakan untuk mengetahui posisi setiap titik yang ada di wilayah bumi. Letak satelit pada lintasan geostasioner 36.000 km.

Analisis Data

1. Konsep Satelit Komunikasi Pertahanan

a. Satelit komunikasi pertahanan, digunakan untuk komunikasi antara komando utama dengan pasukan yang ada di medan pertempuran, pesawat terbang, kapal perang, kendaraan tempur, *manpack, handheld, portable*. Dengan memiliki satelit pertahanan, diharapkan alat komunikasi kita dapat lancar dan tidak mudah disadap oleh musuh. Satelit komunikasi pertahanan ditempatkan pada orbit 123° BT, dan

diharapkan dapat memantau wilayah Indonesia yang terletak antara 95° BT sampai dengan 141° BT, dan 6° LU sampai dengan 11° LS.

Dalam membuat konsep desain satelit ini, satelit harus terletak dalam lintasan geostasioner agar dapat memancar setiap saat dan tetap mencakupi seluruh wilayah Indonesia.

- b. Satelit komunikasi pertahanan, berdasarkan paparan dalam forum komunikasi Litbanghan ke-26 yang diselenggarakan Balitbang Kemhan, menggunakan spektrum FSS, BSS, C, Ku, Ka-band, dengan penempatan satelit pada sudut inklinasi 0 derajat.
- c. Spektrum C-band mempunyai frekuensi $4-8$ GHz dengan panjang gelombang $3,75-7,5$ cm. Keuntungannya, dalam kondisi cuaca buruk, komunikasi satelit C-band lebih baik dibandingkan dengan Ku-band yang mempunyai frekuensi $11,2-14,5$ GHz. Kondisi cuaca buruk yang dimaksud misalnya saat hujan, badai, badai hujan es, dan badai salju. Transmisi C-band memiliki kelemahan dalam menghindari sistem gangguan gelombang terestrial, dibandingkan dengan Ku-band yang memiliki kemampuan untuk meningkatkan *downlinks* dan bersifat *flexible*. Dengan demikian, sistem Ku-band dapat mempermudah operasi terestrial untuk menemukan daerah yang tepat untuk transmisi. Selain itu, kelemahan lain dari C-band adalah dalam segi biaya. Biaya untuk sistem C-band lebih mahal daripada Ku-band.
- d. Spektrum Ku-band mempunyai frekuensi $12-18$ GHz dengan panjang gelombang $16,7-25$ mm. Ku-band (*Kurtz-under band*) merupakan kelas pertama dari K-band. Ku-band adalah bagian dari spektrum elektromagnetik dengan jarak frekuensi dalam gelombang mikro mencapai $11,7-12,7$ GHz (*downlink frequencies*) dan $14-14,5$ GHz (*uplink frequencies*). Ku-band terutama digunakan pada satelit komunikasi, khususnya untuk penerbitan dan penyiaran satelit televisi. Ku-band juga digunakan untuk sinyal telepon

dan layanan komunikasi bisnis. Ku-band dibagi ke dalam beberapa segmen yang bervariasi berdasarkan pembagian geografis yang ditetapkan oleh *International Telecommunication Union* (ITU). Jaringan televisi komersial pertama yang secara luas menggunakan Ku-band sebagai media untuk cabang saluran *uplink*-nya adalah NBC, yaitu pada tahun 1983. Kelebihan Ku-band, di antaranya memiliki energi yang lebih besar untuk mencegah campur aduk dengan sistem gelombang mikro bumi dibandingkan sistem C-band, dan besarnya energi untuk melakukan pengiriman sinyal balik ke bumi juga dapat lebih ditingkatkan. Dengan sistem ini, energi pengiriman sinyal berhubungan dengan ukuran piringan penangkap sinyal; semakin besar energinya, maka ukuran piringan yang dibutuhkan untuk menangkap sinyal tersebut akan semakin kecil. Sistem Ku-band menawarkan fleksibilitas yang lebih besar. Selain itu, Ku-band juga lebih tahan terhadap hujan dibandingkan dengan Ka-band. Sistem Ku-band juga lebih terjangkau dari segi biaya karena hanya memakai satu piring saja dan dapat menggunakan antena yang kecil.

Kelemahan Ku-band, di antaranya tidak tahan terhadap gangguan cuaca, terutama ketika hujan lebat. Badai hujan yang besar dapat mengganggu jalannya proses penerimaan dan pengiriman sinyal bagi satelit yang memakai sistem Ku-band. Untuk penerimaan sinyal televisi, sinyal dapat terganggu jika curah hujan lebih dari 100 mm per jam. Selain itu, ketika musim salju, proses penerimaan dan pengiriman sinyal dengan sistem Ku-band juga mudah terganggu oleh adanya fenomena yang disebut *snow fade*, yaitu perubahan signifikan pada titik fokal piringan akibat akumulasi jumlah salju. Jika dibandingkan dengan sistem C-band, sistem Ku-band membutuhkan lebih banyak energi untuk melakukan pengiriman sinyal.

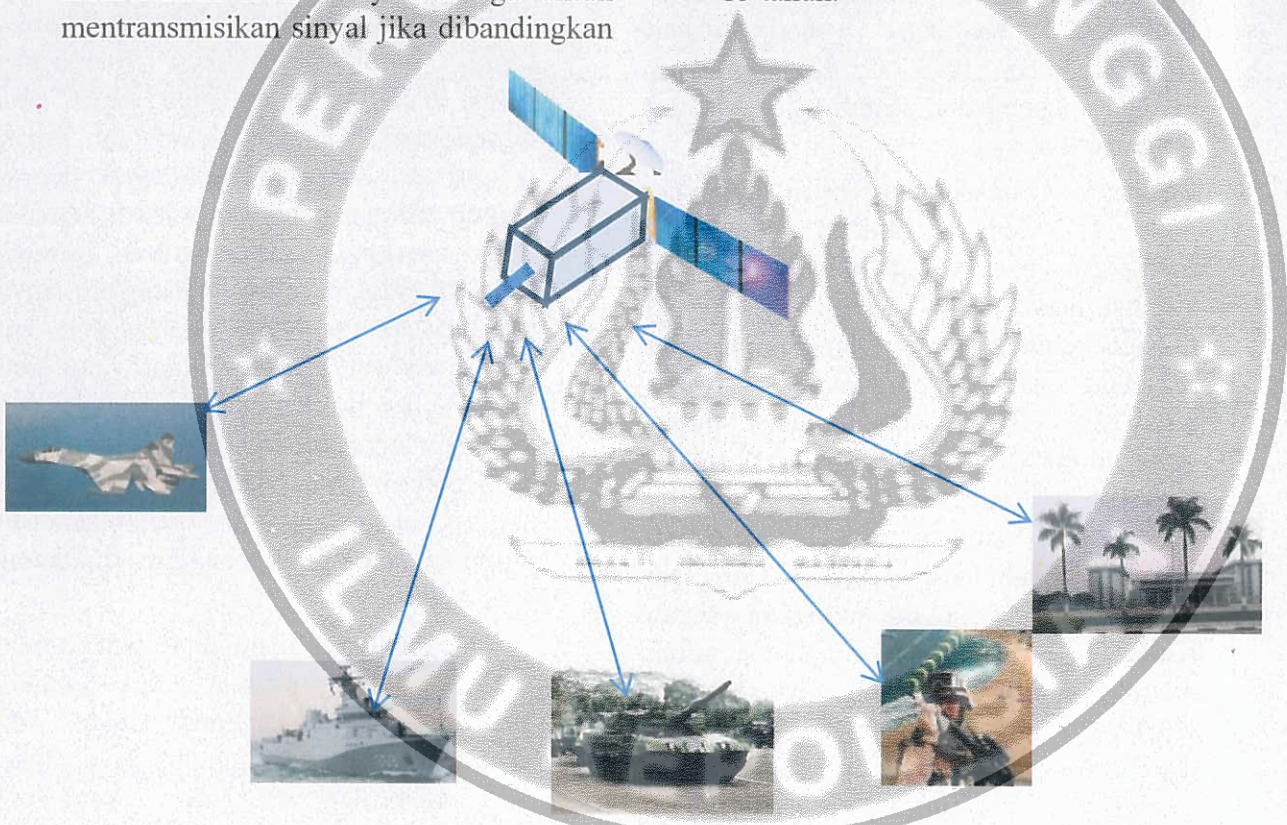
- e. Spektrum Ka-band mempunyai frekuensi $26,5-40$ GHz dengan panjang gelombang $5-113$ mm. Keuntungan Ka-band adalah

tersedianya lebar pita frekuensi yang cukup besar, berkisar 27,5–31 GHz, serta tidak memerlukan antena berukuran besar. Diameter antena berkisar 60–70 cm membuat biaya yang dikeluarkan pengguna lebih rendah. Sistem ini juga mampu menurunkan secara drastis *latency*/ keterlambatan data yang biasa terjadi ketika data dikirimkan ke satelit dan ditransmisikan kembali ke bumi.

Kekurangan satelit Ka-band di antaranya memerlukan lebih banyak tenaga untuk mentransmisikan sinyal jika dibandingkan

dengan satelit yang menggunakan C-band. Ka-band rentan terhadap perubahan kondisi atmosfer, khususnya hujan, di mana daya emisi yang diterima akan teredam dan suhu sistem noise meningkat di sisi penerima. Hal ini menyebabkan kualitas hubungan, rasio sinyal terhadap *noise*, akan menurun akibat nilai temperatur, suhu sistem pada sisi penerima meningkat, dan penguatan pada antena penerima menurun.

f. Umur satelit dapat diperkirakan mencapai 15 tahun.



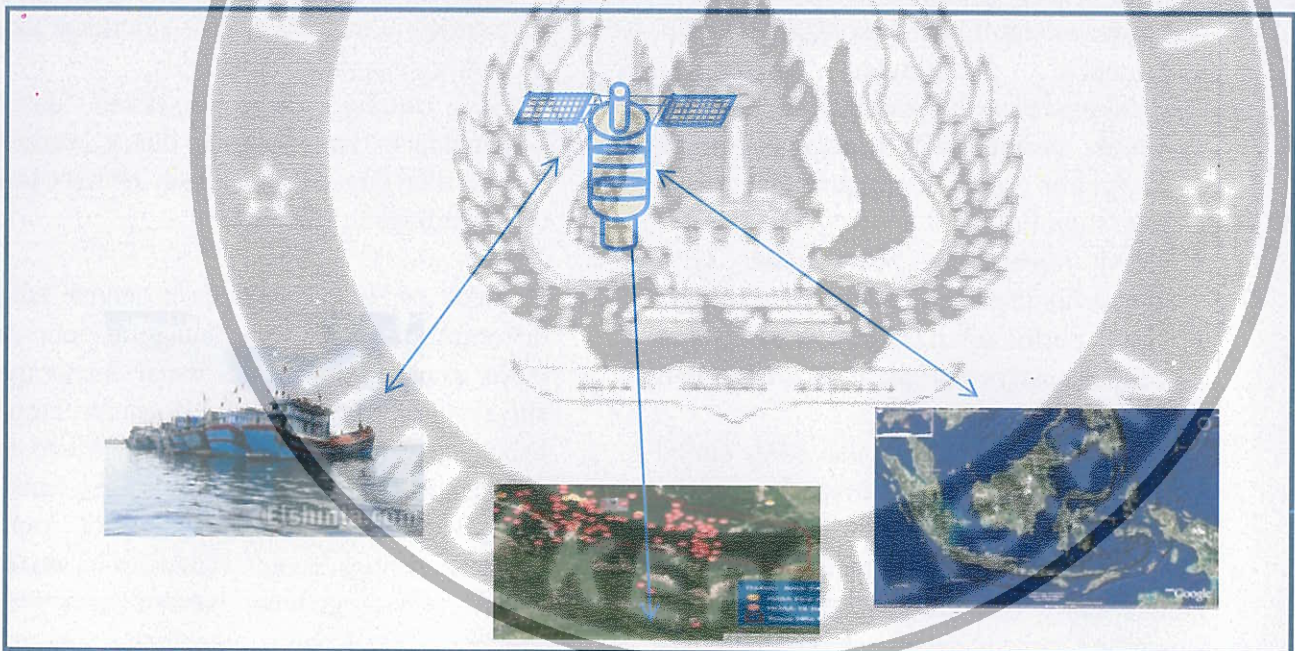
Gambar 2. Satelit Komunikasi Pertahanan

2. Konsep Satelit Pengamatan Pertahanan (*Surveillance*)

a. Satelit *surveillance* dalam pertahanan digunakan untuk memantau wilayah Indonesia, baik yang ada di darat maupun di laut. Satelit pengamatan menggunakan lensa untuk pemantauan wilayah. Oleh karena itu, lensa tersebut harus dapat melihat jelas kondisi wilayah di Indonesia. Kejelasan gambar yang diambil satelit dipengaruhi oleh jarak satelit, serta panjang dan diameter lensa kamera. Jika satelit diletakkan di geostasioner, maka lensa kameranya harus panjang dan berdiameter

besar. Hal ini disebabkan jarak lintasan geostasioner dengan bumi sangat jauh. Letak satelit pada lintasan *circular near equatorial* pada jarak 650 km. Orbit satelit ini merupakan orbit LEO (*low earth orbit*) karena satelit ini mengorbit pada ketinggian 300–1.500 km dari permukaan bumi. Jumlah yang dibutuhkan sebanyak dua buah satelit, karena satelit tersebut melewati tempat yang sama dalam waktu 14 kali dalam 24 jam. Dengan demikian, apabila menggunakan lebih dari satu satelit, maka pemantauan wilayah Indonesia dapat dilakukan dua kali dalam sehari.

- b. Satelit *surveillance* pertahanan, berdasarkan paparan dalam forum komunikasi Litbanghan ke-26 yang diselenggarakan Balitbang Kemhan, menggunakan spektrum UHF, VHF, L, S, X-band pada sudut inklinasi 6–8 derajat. Umur satelit diperkirakan mencapai 3–5 tahun.
- c. Spektrum L-band mempunyai frekuensi 1–2 GHz dengan panjang gelombang 15–30 cm. L-band berada pada frekuensi antara 1–2 GHz yang biasa digunakan untuk satelit komunikasi dan komunikasi antarperalatan satelit lainnya. Dengan frekuensi yang relatif rendah, L-band lebih mudah untuk diproses dan membutuhkan peralatan yang kurang canggih, sehingga
- d. Spektrum S-band mempunyai frekuensi 2–4 GHz dengan panjang gelombang 7,5–15 cm. Kelebihan S-band di antaranya tahan terhadap perubahan cuaca seperti hujan deras dan awan tebal. Adapun kelemahannya, karena rentang frekuensi S-band 1,55–5,2 GHz dan membelah frekuensi sinyal wifi yang di Indonesia berjalan pada 2,4 dan 5,2 GHz, maka rentan terhadap noise dari sinyal wifi.
- e. Spektrum X-band mempunyai frekuensi 8–12 GHz dengan panjang gelombang 25–37,5 mm.



Gambar 3. Satelit pengamatan pertahanan

3. Satelit Navigasi Pertahanan

- a. Dalam membuat konsep desain satelit navigasi pertahanan, satelit harus terletak dalam lintasan geostasioner agar dapat memancar setiap saat dan tetap mencakup wilayah Indonesia. Satelit navigasi akan mengirimkan data berupa sinyal radio dalam bentuk data digital.



Gambar 4. Satelit navigasi pertahanan

GPS (*global positioning system*) merupakan sebuah alat atau sistem berbasis satelit yang dapat digunakan untuk menginformasikan penggunanya di mana dia berada (secara global) di permukaan bumi. GPS akan membantu kita dalam penunjukan arah. Pada awalnya GPS hanya digunakan untuk kepentingan militer, kemudian digunakan untuk kepentingan sipil. Posisi unit GPS akan ditentukan berdasarkan titik-titik koordinat derajat lintang dan bujur. Untuk dapat menentukan posisi di permukaan bumi, minimal harus ada 3-4 satelit. GPS akan semakin presisi apabila satelit yang diterima semakin banyak.

b. Cara kerja GPS dalam menentukan lintang dan bujur meliputi beberapa langkah yaitu:

- 1) Memakai perhitungan triangulasi (*triangulation*) dari satelit.
- 2) Untuk perhitungan triangulasi, GPS mengukur jarak menggunakan *travel time* sinyal radio.
- 3) Untuk mengukur *travel time*, GPS memerlukan akurasi waktu yang tinggi.
- 4) Untuk perhitungan jarak, kita harus tahu dengan pasti posisi satelit dan ketinggian pada orbitnya.
- 5) Terakhir, harus mengoreksi *delay* sinyal waktu perjalanan di atmosfer sampai diterima *receiver*..

c. Bagaimana satelit GPS mengirim sinyal? Satelit GPS berputar mengelilingi bumi selama 12 jam di dalam orbit yang akurat dan mengirimkan sinyal informasi ke bumi. GPS menerima informasi dengan menggunakan perhitungan triangulasi, kemudian menghitung lokasi pengguna GPS. GPS menerima dan membandingkan waktu si-nyal dikirim dengan waktu sinyal tersebut diterima. Dari informasi itu dapat diketahui berapa jarak satelit. Dengan perhitungan jarak, GPS dapat melakukan perhitungan dan menentukan posisi pengguna dan menampilkannya dalam peta elektronik. Lewat perhitungan matematika yang cukup rumit, interseksi (perpotongan) setiap lingkaran jangkauan satelit tadi akan dapat digunakan untuk menentukan lokasi GPS di permukaan bumi. Dengan menggunakan

GPS, Anda dapat menandai semua lokasi yang pernah anda kunjungi. GPS keluaran terakhir dapat menunjukkan arah tujuan kita dalam perjalanan. GPS tersebut dapat menentukan jalan-jalan yang akan kita lalui, dan apabila kita mengambil arah lain, maka GPS tetap akan mengubah jalan yang akan kita lewati menuju tujuan yang kita inginkan.

d. Berdasarkan pemakaiannya, GPS dikategorikan menjadi:

- 1) GPS lokasi, digunakan untuk menentukan di mana lokasi suatu titik di permukaan bumi berada.
- 2) GPS navigasi, membantu mencari lokasi suatu titik di bumi.
- 3) GPS penjejak (*tracking*), membantu memonitoring pergerakan objek, membantu memetakan posisi tertentu dan perhitungan jaringan terdekat.
- 4) GPS *timing*, dapat dijadikan dasar penentuan jam seluruh dunia, karena memakai jam atom yang jauh lebih *presisi* dibandingkan jam biasa.

Tidak peduli posisi Anda di tengah laut, di tengah hutan, di atas gunung, ataupun di pusat kota, selama GPS dapat menerima sinyal dari satelit secara langsung tanpa halangan, maka GPS akan selalu memberikan informasi mengenai koordinat posisi Anda. GPS membutuhkan area pandang yang bebas langsung ke langit. Halangan-halangan seperti pohon, gedung, bahkan kaca film sekelas V-Kool, bisa mengurangi akurasi sinyal yang diterima oleh GPS. Selain itu, bukan tidak mungkin GPS tidak bisa menerima sinyal sama sekali dari satelit jika terdapat penghalang. GPS juga memiliki fitur tambahan yang mampu memberikan informasi selama Anda di perjalanan, seperti kecepatan, lama perjalanan, jarak yang telah ditempuh, waktu, dan masih banyak informasi lainnya.

KESIMPULAN

1. Dalam membuat konsep desain satelit komunikasi pertahanan, satelit harus terletak dalam lintasan geostasioner agar dapat

memancar setiap saat dan tetap mencakup seluruh wilayah Indonesia. Pita frekuensi satelit yang akan digunakan adalah C, Ku, Ka-band, pada sudut inklinasi 0 derajat. Umur satelit diperkirakan dapat mencapai 15 tahun.

2. Konsep satelit pemantauan pertahanan dapat menggunakan pita satelit L-band, X-band, S-band, pada sudut inklinasi 6–8 derajat.

Umur satelit diperkirakan dapat mencapai 3–5 tahun.

3. Konsep desain satelit navigasi pertahanan dapat dibuat sama dengan satelit komunikasi pertahanan, tetapi satelit navigasi kita harus mempunyai minimal tiga satelit komunikasi pertahanan.

Tabel 1. Satelit Pertahanan yang Diinginkan

| NO. | SPECIFIC ATIONS | LAPAN-A1/TUBSAT | LAPAN-A2/ORARI | LAPAN-A3/LISAT | LAPAN-A4/TUBSAT | SATELIT PERTAHANAN YANG DIINGINKAN |
|-----|-----------------|--------------------------------------|--|---|---|---|
| 1 | MISSION | TOT, demonstration of tech | Surveillance, AIS, Amateur commfor disaster mitigation | Visible Imager experiment, AIS, Magnetometer experiment | Visible Experiment, AIS, infrared imager experiment | 1. Satelit komunikasi 2. Satelit pengamatan 3. Satelit Navigasi |
| 2 | SYSTEM | Co-op (w/TUB)+OJT | Led By lapan consult with IRE Berlin | Led By lapan consult with IRE Berlin | Led By lapan consult with IRE Berlin | Balitbang Kemhan, Mabes TNI, Mabes Angkatan, Lapan, Len, inti dan Mitra Luar negeri |
| 3 | BUS | Co-op (w/TUB)+OJT | Procure + Integrated By lapan consult with IRE Berlin | Procure + Integrated By lapan consult with IRE Berlin | Procure + Integrated By lapan consult with IRE Berlin | Balitbang Kemhan dan Mitra yang ditunjuk |
| 4 | PAY LOAD | Co-op (w/TUB)+OJT | Procure + Integrated By lapan | Procure + Integrated By lapan | Procure + Integrated By lapan | Balitbang Kemhan dan Mitra yang ditunjuk |
| 5 | AIT | TU Berlin (Jerman) | Rancabunger | Rancabunger | Rancabunger | Belum diketahui |
| 6 | GROUND STATION | Design, operate and upgrade by Lapan | Uncerjing, Satcoord design & operate 3 GS | Uncerjing, Satcoord design & operate 3 GS | Uncerjing, Satcoord design & operate 4 GS | Balitbang Kemhan, Lapan dan Mitra |
| 7 | SUB-SYSTEM TEST | | Attitude control system test platform & flight proofing of the reaction Wheel LPN-001. | High rate downing data in X-band (105 MBps) & Flight proofing start of sensor LPN-001 | TT&C and downing data in international standart freq, allocation (S and X-Band) | Satelit komunikasi pada C, Ku, Ka band, dan satelit pengamatan kemungkinan pada L band, X band, S band dan satelit navigasi sama dengan satelit komunikasi tetapi jumlah minimal 3 satelit. |

DAFTAR PUSTAKA

1. Rahman, A., Triharjanto, R. H. (2010). Pengembangan teknologi satelit di Indonesia. Bandung.
2. Hardhienata, S., Triharjanto, R.H. (2007). Lapan-Tubsat first Indonesian micro satelite. Jakarta.
3. Soesilo, I. (1994). Teknologi penginderaan jauh di Indonesia. Jakarta: CV Aksarana Buana.
4. Siahaan, T. (2015). Bahan paparan Forum Komunikasi Litbanghan ke-26. Seminar. Jakarta.
5. Suhermanto, M. T. (2015). Bahan paparan Forum Komunikasi Litbanghan ke-26. Seminar. Jakarta.
6. www.forumsatelit.com sigitkus.lecture.ub.ac.id/files/.../ORBIT-SATELIT.pdf
7. Hasan, M. I. Pokok-pokok materi metodologi penelitian dan aplikasinya. Edisi kedua. Jakarta: Ghalia Indonesia.
8. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan.

