

# **PENERAPAN STRUKTUR *SPACE FRAME* PADA HANGGAR PEMELIHARAAN PESAWAT DI BANDARA SAMARINDA BARU**

**Agung Hariyanto, Beta Suryokusumo Sudarmo, Ali Soekirno**

*Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya  
E-mail: agunghariyanto88@yahoo.com*

## **ABSTRAK**

Pada Bandar Udara Samarinda Baru direncanakan terdapat hanggar pesawat yang mampu melakukan perawatan preventif dan dapat menampung pesawat jenis Boeing 737-300 dan ATR 72. Untuk menampung pesawat Boeing 737 dan ATR 72 bentang hanggar minimum yang dibutuhkan adalah 60 meter. Mengingat bentang bangunan hanggar yang sangat lebar, maka dibutuhkan suatu sistem struktur bentang lebar yang dapat mewujudkan berdiri bangunan hanggar tersebut. Sistem struktur yang dipilih adalah sistem struktur *space frame* (rangka ruang). Kajian ini bertujuan untuk merancang hanggar dengan melakukan penerapan sistem struktur *space frame* yang sesuai dengan fungsi bangunan, penerapan sistem struktur rangka ruang dilakukan khususnya pada bagian atap bangunan. Dalam pemilihan sistem struktur bentang lebar pada suatu rancangan dapat menggunakan kriteria-kriteria seperti kemampuan pelayanan dan keamanan (*serviceability*), efisiensi, dan konstruksi (Schodek, 1998). Kajian ini dilakukan dengan menggunakan metoda programatik, yaitu metode pembahasan secara sistematis, rasional, dan analitik dengan menggambarkan, mendiagramkan, serta memvisualisasikan tentang objek kajian berdasarkan literatur dan standar yang ada. Dengan dilakukannya kajian penerapan sistem struktur rangka ruang pada bangunan hanggar pesawat, maka diharapkan akan didapatkan rancangan hanggar pesawat yang sesuai dengan kapasitas dan fungsi yang akan diwadahi serta diketahui penerapan sistem struktur *space frame* yang sesuai untuk fasilitas hanggar perawatan pesawat di Bandara Samarinda Baru, khususnya pada bagian atap bangunan.

Kata kunci: Bandara Samarinda Baru, hanggar pesawat, sistem struktur rangka ruang

## **ABSTRACT**

New Samarinda Airport planned to have an aircraft hangar that capable of performing preventive aircraft maintenance and can accommodate Boeing 737-300 and ATR 72. To accommodate a Boeing 737 and ATR 72 minimum hanggar span required is 60 meters. Given the hangar building spans a very wide, we need a wide span structures that can realize the hangar building. The selected system is a space frame structure. This study aims to design hangar building to carry out the implementation system of space frame structure in accordance with the function of the building, the application of space frame structure of the system is done especially on the roof of the building. In a wide-span structure system the design selection criteria are: serviceability, efficiency, and construction (Schodek. 1999). The study was conducted by using a programmatic method, the method of discussion in a systematic, rational, and analytical describe, diagramize, and visualize the description of the object of study based on the literature and existing standards. By doing studies of space frame system structure application in aircraft hangars building, it is expected that we will get the appropriate design of an airplane hangar that have suitable capacity and functionality and we known the application of space frame structure system that suitable for aircraft hangar facility in New Samarinda airport, especially in the roof part of the building.

Keywords: New Samarinda Airport, aircraft hangar, space frame structure system

## 1. Pendahuluan

Bandar Udara Samarinda Baru adalah bandar udara yang sedang dibangun di Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur sebagai bandar udara tingkat domestik. Bandar udara ini dibangun untuk menggantikan Bandar Udara Domestik II Temindung. Fasilitas bandar udara yang belum terbangun diantaranya adalah *runway*, *taxiway*, apron, dan hangar pesawat. Pada Bandar Udara Samarinda Baru direncanakan terdapat hanggar pesawat yang mampu melakukan perawatan preventif dan dapat menampung pesawat jenis Boeing 737-300 dan ATR 72.

Untuk menampung pesawat Boeing 737 dan ATR 72 bentang hanggar minimum yang dibutuhkan adalah 60 meter. Dalam hal ini Hanggar pesawat memiliki bentuk modular dan geometris pesawat boeing, berdasarkan hal tersebut maka dibutuhkan sistem struktur bentang lebar yang cocok untuk diterapkan pada hanggar pesawat. Sistem struktur bentang lebar yang dipilih adalah sistem struktur *space frame* (rangka ruang).

Menurut Schodeck (1998) dalam pemilihan sistem struktur bentang lebar pada suatu rancangan dapat menggunakan kriteria-kriteria seperti kemampuan pelayanan dan keamanan (*serviceability*), efisiensi, dan konstruksi. Sistem struktur rangka ruang dipilih untuk digunakan pada bangunan hanggar pesawat di Bandara Samarinda baru dikarenakan sistem struktur rangka ruang dapat mewadahi bentukan modular yang paling efisien serta efektif untuk bangunan hanggar pesawat. Selain itu sistem struktur *space frame* mudah diterapkan pada wilayah perancangan bangunan hanggar pesawat, yaitu di wilayah Samarinda.

Kajian perancangan ini diharapkan dapat menghasilkan rancangan bangunan hanggar pesawat yang sesuai dengan kapasitas dan fungsi yang akan diwadahi oleh bangunan hanggar tersebut. Selain itu dapat diketahui penerapan sistem struktur rangka ruang, khususnya pada bagian atap bangunan, yang sesuai untuk fasilitas hanggar perawatan pesawat di Bandara Samarinda Baru.

## 2. Bahan dan Metode

### 2.1 Bangunan Hanggar Pesawat

Hanggar adalah struktur tertutup, tempat dimana pesawat bernaung di dalam sebuah gudang perlindungan berukuran besar. Kata hanggar berasal dari Perancis Tengah yaitu *hanghart* yang artinya kandang dekat rumah. Kata hanggar diketahui juga berasal dari bahasa Jerman, *haimgard* yang artinya rumah-kandang atau pagar sekitar di sekelompok rumah. Hanggar digunakan sebagai perlindungan pesawat dari cuaca, termasuk sinar matahari langsung, dan juga hanggar berfungsi sebagai tempat pemeliharaan, perbaikan, pembuatan, perakitan dan penyimpanan pesawat di lapangan terbang.

Hanggar membutuhkan sistem struktur yang khusus. Lebar pintu masuk hanggar haruslah besar, dan ini memungkinkan pesawat terbang memasuki hanggar. Semakin besar kapasitas hanggar untuk menampung pesawat yang akan di masukan ke dalam hanggar, diperlukan sistem strukturnya yang lebih kompleks. Ukuran rentang hanggar dapat di klasifikasikan sebagai berikut:

**Tabel 1. Klasifikasi Lebar Hanggar Pesawat Terbang**

Size -	Span (meters)
S -	Less than 30 m
M -	30 m – 60 m
L -	60 m – 90 m
XL -	90 m – 120 m
XXL -	More than 120 m

(Sumber: wikipedia.org, 8 Maret 2014)

Dalam pengoperasiannya, pesawat membutuhkan perawatan, pemeliharaan, dan pengecekan kelayakan terbang. Maka dibutuhkan wadah untuk menampung keperluan penyimpanan pesawat terbang, perbaikan, perawatan, dan kantor sebagai penunjang kegiatan tersebut. Hanggar yang terdapat pada bandara Samarinda Baru adalah hanggar pemeliharaan. Secara garis besar hanggar pemeliharaan adalah suatu wadah yang memiliki fasilitas pemeliharaan dan perawatan (*maintenance*) pesawat terbang, baik itu perawatan berkala, maupun perawatan besar (*overhaul*). Perancangan bangunan hanggar pesawat dilakukan berdasarkan kebutuhan pesawat yang akan ditampung di dalam bangunan hanggar tersebut.

## 2.2 Struktur Rangka Ruang

Bangunan bentang lebar merupakan bangunan yang memungkinkan penggunaan ruang bebas kolom yang selebar dan sepanjang mungkin. Bangunan bentang lebar biasanya digolongkan secara umum menjadi dua yaitu bentang lebar sederhana dan bentang lebar kompleks. Bentang lebar sederhana berarti bahwa konstruksi bentang lebar yang ada dipergunakan langsung pada bangunan berdasarkan teori dasar dan tidak dilakukan modifikasi pada bentuk yang ada.

Sistem struktur rangka adalah sistem struktur yang terdiri dari batang-batang yang panjangnya jauh lebih besar dibandingkan dengan ukuran penampangnya. Kontruksi rangka yang modern adalah hasil penggunaan baja dan beton secara rasional dalam bangunan. Kerangka ini terdiri atas komposisi dari kolom-kolom dan balok-balok. Unsur vertikal berfungsi sebagai penyalur beban dan gaya menuju tanah, sedangkan balok yang termasuk unsur horizontal berfungsi sebagai pemegang dan media pembagian lentur. Kemudian kebutuhan-kebutuhan terhadap lantai, dinding, dan sebagainya dapat diletakkan dan ditempelkan pada kedua elemen rangka bangunan tersebut.

Sistem rangka ruang dikembangkan dari sistem struktur rangka batang dengan penambahan rangka batang kearah tiga dimensinya. Struktur rangka ruang merupakan komposisi dari batang-batang yang masing-masing berdiri sendiri memikul gaya tekan yang sentris dan dikaitkan satu sama lain dengan sistem dalam tiga dimensi atau ruang. Bentuk rangka ruang dikembangkan dari pola grid dua lapis (*double-layer grids*), dengan batang-batang yang menghubungkan titik-titik grid secara tiga dimensional.

Sistem konstruksi rangka ruang menggunakan sistem sambungan antara batang/member satu sama lain yang menggunakan bola/*ball joint* sebagai sendi penyambungan dalam bentuk modul-modul segitiga. Struktur ini dapat digunakan untuk konstruksi yang berbentuk besar dengan mendukung beberapa interior seperti pabrik, arena olahraga, gedung pertunjukan, dan lain sebagainya. Dengan menggunakan sistem

struktur rangka ruang ini akan meminimalisir penggunaan kolom. Sistem struktur ini digunakan sebagai atap bangunan yang menumpu pada bagian dinding bangunan, kolom bangunan, dan dapat disusun juga sebagai kolom yang juga merangkap sebagai balok.

Pada dasarnya, struktur rangka ruang mempunyai kelebihan dan kekurangan, antara lain:

1. Ringan, struktur ini dibangun dengan bahan baja atau aluminium, yang merupakan bahan relatif ringan.
2. Menggunakan sistem modular.
3. Hemat tenaga kerja dan material struktur.
4. Memiliki nilai estetika tersendiri.
5. Umur relatif panjang (50-100 tahun)
6. Pembagian beban yang merata. Sebuah struktur rangka ruang memiliki kekakuan yang cukup meskipun memiliki struktur yang ringan.
7. Kemudahan dalam pemasangan utilitas.
8. Sistem stuktur rangka ruang adalah sistem struktur yang memiliki ketahanan tinggi.
9. Bentuk geometri yang teratur, sehingga dapat dikesploitasi secara arsitektural untuk menghadirkan beberapa efek dalam penerapannya.

Selain kelebihan yang dimiliki, sistem struktur rangka ruang juga memiliki kekurangan, diantaranya adalah:

1. Mahal, dikarenakan elemen-elemennya dipesan dari pabrik.
2. Tidak tahan api karena berbahan dasar logam, sehingga tidak tahan panas dan dapat leleh akibat panas.
3. Tenaga ahli yang masih terbatas.

Material yang umum digunakan untuk sistem struktur *space frame* adalah baja. Material baja digunakan pada bagian-bagian adai struktur *space frame* yaitu sambungan, bola, pipa, baut, konektor dan *plat suport*. Selain penggunaan material baja untuk struktur *space frame*, material lain juga memungkinkan untuk digunakan seperti halnya kayu, besi maupun aluminium. Sedangkan untuk material penutup atap pada atap dengan struktur *space frame*, dapat digunakan material penutup atap berupa Enamel Steel Panel, Zincalume Panel, Fiber Reinforced Plastic (FRP) dan Bitumen Shingle.

### 2.3 Metode Kajian

Metode yang digunakan pada kajian ini adalah metode programatik. Metode programatik yaitu metode pembahasan secara sistematis, rasional, dan analitik dengan menggambarkan, mendiagramkan, serta memvisualisasikan tentang objek kajian berdasarkan literatur dan standar yang ada. Metode ini dilakukan dalam penyusunan besaran ruang, struktur dan analisis-analisis lain yang berkaitan dengan standar perancangan hanggar pesawat.

Dilakukan analisis terhadap sistem struktur rangka ruang bangunan yang meliputi:

1. Kemampuan layan dan keamanan sistem struktur (*serviceability*). Meliputi bahan, keamanan dan ukuran pada sistem struktur.
2. Efisiensi. Meliputi efisiensi atau penggunaan material yang ekonomis pada sistem struktur dan *maintenance* sistem struktur.
3. Konstruksi. Meliputi teknologi perakitan, ketersediaan tenaga ahli, waktu pelaksanaan dan alat yang dibutuhkan pada sistem struktur.

4. Material. Dilakukan analisis terhadap jenis material yang dapat digunakan pada bangunan hanggar pesawat. Analisis material khususnya difokuskan pada material yang akan digunakan pada bagian atap bangunan.

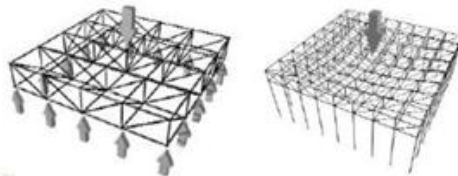
### 3. Hasil Dan Pembahasan

Untuk mengetahui penerapan sistem struktur rangka ruang yang tepat pada bangunan hanggar pesawat, maka dilakukan kajian terhadap, *serviceability*, efisiensi, konstruksi dan material pembentuk sistem struktur rangka ruang.

#### A. *Serviceability*

Sistem struktur rangka adalah sistem struktur yang terdiri dari batang-batang yang panjangnya jauh lebih besar dibandingkan dengan ukuran penampangnya. Struktur rangka batang adalah sistem struktur yang elemen penyusunnya hanya dapat menerima gaya aksial saja (tarik atau tekan). Kondisi sambungan antar batang pada sistem struktur rangka batang adalah sendi, sehingga tidak dapat memikul beban. Pada sistem struktur rangka batang faktor gaya inersia diabaikan, sedangkan pada rangka ruang faktor gaya inersianya diperhitungkan.

Sebuah sistem struktur rangka ruang memiliki kekakuan yang cukup tinggi meskipun menggunakan material struktur yang ringan. Hal ini disebabkan oleh adanya elemen tiga dimensi unsur-unsur penyusunnya yang bekerja secara penuh dalam menahan beban-beban terpusat simetris. Semua elemen saling berkontribusi ketika adanya beban yang kemudian diteruskan ke bagian kolom dan selanjutnya diteruskan menuju pondasi. Dengan menggunakan sistem struktur rangka ruang pembagian beban pada bangunan menjadi lebih merata. Sistem struktur rangka batang maupun rangka ruang memiliki bentuk geometri yang teratur, sehingga memudahkan untuk dieksploitasi secara arsitektural



Gambar 1. Pembagian Beban Merata pada Struktur Rangka Ruang.  
( Sumber: Schodek, 1998)

#### B. Efisiensi

Penerapan sistem struktur rangka batang pada umumnya menggunakan material baja atau aluminium. Baja dan Aluminium dipilih karena baja atau aluminium memiliki beban material yang relatif ringan. Material yang digunakan untuk sistem struktur rangka batang juga cenderung lebih hemat. Karena menggunakan material baja atau aluminium maka struktur rangka batang memiliki umur yang relatif panjang dan awet. Namun dikarenakan material penyusun sistem struktur rangka batang atau rangka ruang harus dibuat secara fabrikasi maka biaya penyediaan material yang diperlukan cukup besar.

Dari segi ketenagakerjaan, penggunaan sistem struktur rangka ruang menghemat tenaga kerja. Karena material semua telah dibuat secara fabrikasi, maka pada saat di lapangan hanya diperlukan tenaga untuk pemasangan saja. Sistem struktur rangka batang mudah dipasang dan dibongkar sehingga tidak membutuhkan terlalu banyak tenaga untuk pengerjaannya, hal tersebut tentunya merupakan efisiensi pada biaya tenaga pengerjaan. Waktu pemasangan yang dibutuhkan pada sistem struktur rangka

batang dan rangka ruang relatif cepat dan tenaga ahli yang dibutuhkan juga mudah untuk ditemukan.

### C. Konstruksi

Sistem struktur rangka ruang merupakan sistem struktur modular yang dapat dirakit perbagian serta merupakan suatu sistem struktur fabrikasi. Rangka ruang dapat diproduksi secara sederhana melalui prefabrikasi unit, sesuai dengan ukuran dan bentuk standar yang sering digunakan serta memiliki tingkat keakuratan yang tinggi. Dengan menggunakan sistem struktur rangka batang maupun rangka ruang, pemasangan sistem utilitas menjadi lebih mudah karena dapat diletakkan pada bagian simpul-simpul struktur.

### D. Material

Terdapat tiga material yang dapat diterapkan pada sistem struktur rangka ruang, yaitu baja, alumunium dan kayu. Diantara tiga material yang dapat digunakan pada sistem struktur rangka ruang, maka dilakukan komparasi untuk selanjutnya dapat dipilih satu material yang akan digunakan pada bangunan hanggar pesawat di bandara Samarinda Baru.

#### 1. Baja

##### Kelebihan:

- Memiliki kekuatan tinggi, dibandingkan dengan material lainnya
- Mudah untuk dipasang, karena telah memiliki bentuk standar, sehingga waktu pengerjaan juga lebih cepat
- Keseragaman, dimana sifat baja tidak berubah oleh waktu
- Mudah didapatkan
- Memiliki elastisitas tinggi
- Memiliki umur yang panjang dan tahan lama
- Perawatannya mudah
- Memiliki ketahanan terhadap api
- Adaptif terhadap prefabrikasi
- Dapat digunakan kembali setelah dilakukan pembongkaran

##### Kekurangan:

- Rentan terhadap korosi, terutama bila sering terjadi kontak dengan air
- Meskipun memiliki ketahanan dari api, namun baja adalah konduktor api yang baik sehingga dapat memicu kebakaran pada bagian bangunan lain, dan kekuatannya akan menurun setelah terkena api
- Biaya pemeliharaan yang tinggi untuk mencegah terjadinya korosi
- Kekuatan baja akan menurun jika mendapat beban siklis
- Pada kondisi tertentu baja akan kehilangan daktilitasnya dan keruntuhan getas dapat terjadi pada tempat dengan konsentrasi tegangan tinggi.
- Tidak fleksibel

#### 2. Alumunium

##### Kelebihan:

- Tahan terhadap serangga dan cuaca
- Memiliki berat yang relatif ringan
- Pemasangan yang cepat dan mudah
- Material mudah didapatkan
- Tahan terhadap panas
- Fleksibel dan adaptif terhadap prefabrikasi

##### Kekurangan:

- Karena massanya yang ringan maka alumunium tidak kuat menahan beban yang terlalu besar
- Perawatan yang rumit
- Rawan terhadap kebocoran, jika instalasinya tidak rapi
- Tidak tahan korosi
- Biaya pemeliharaan yang tinggi untuk mencegah terjadinya korosi

### 3. Kayu

#### Kelebihan:

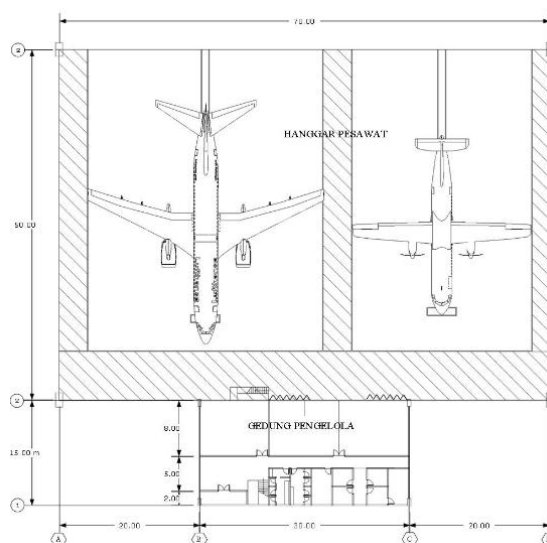
- Pengerjaannya mudah
- Fleksibel, bisa dibentuk sesuai dengan keinginan
- Tahan terhadap tekanan dan lenturan
- Berkekuatan tinggi dengan berat jenis rendah
- Tahan terhadap pengaruh kimia dan listrik
- Memiliki estetika tersendiri
- Memiliki akustik yang baik sehingga dapat meredam suara

#### Kekurangan:

- Tidak tahan api, mudah terbakar
- Mudah diserang oleh serangga
- Biaya perawatan yang tinggi
- Memiliki diameter yang terbatas
- Mudah mengalami perubahan bentuk (penyusutan dll)
- Material susah didapatkan dan memiliki harga yang relatif mahal
- Limbah penggunaan kayu cukup besar

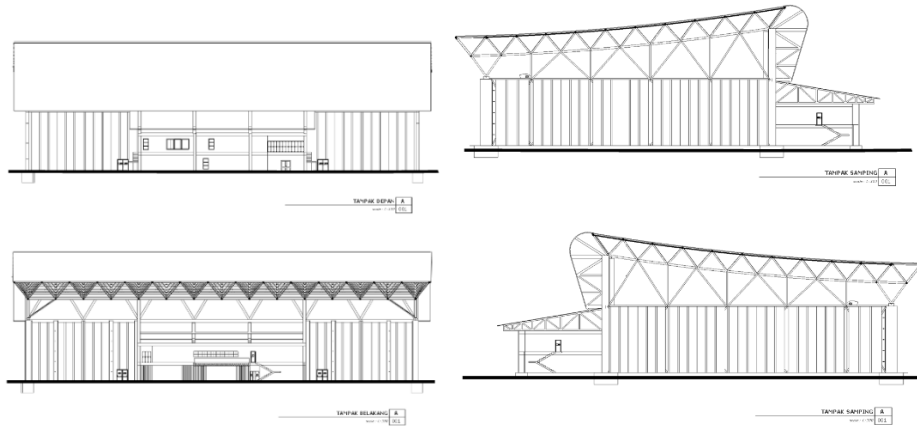
Setelah dilakukan komparasi, maka material baja terpilih sebagai material penyusun sistem struktur rangka ruang. Melihat dari kelebihan dan kekurangan material baja tersebut.

Setelah dilakukan kajian tersebut, maka dapat diketahui bahwa sistem struktur rangka ruang adalah sistem struktur yang dapat diterapkan pada perancangan hanggar pesawat di bandara Samarinda Baru. Dari kajian ini maka dapat diusulkan sebuah desain bangunan hanggar pesawat dengan menggunakan sistem struktur rangka ruang, yang mewadahi fungsi sebagai hanggar perawatan dan memiliki bentang bangunan 60 meter bebas kolom.

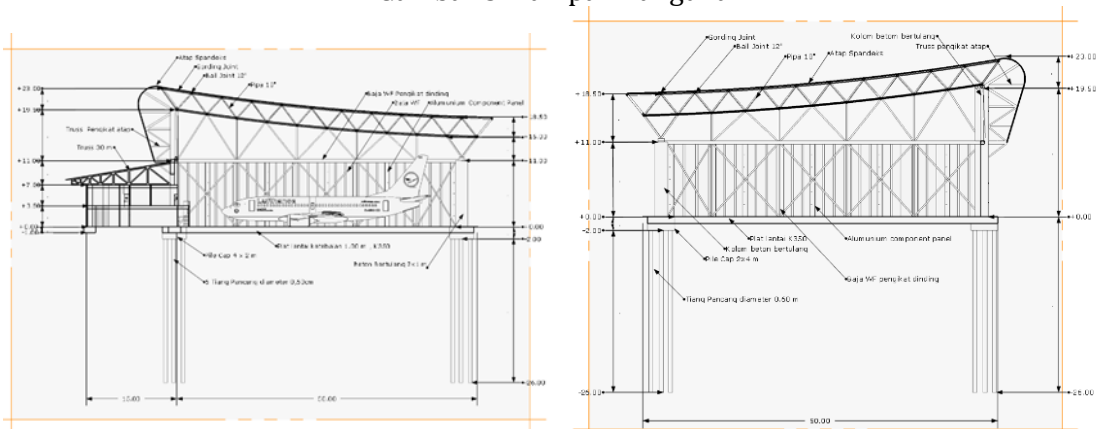


Gambar 2. Denah Bangunan Hanggar

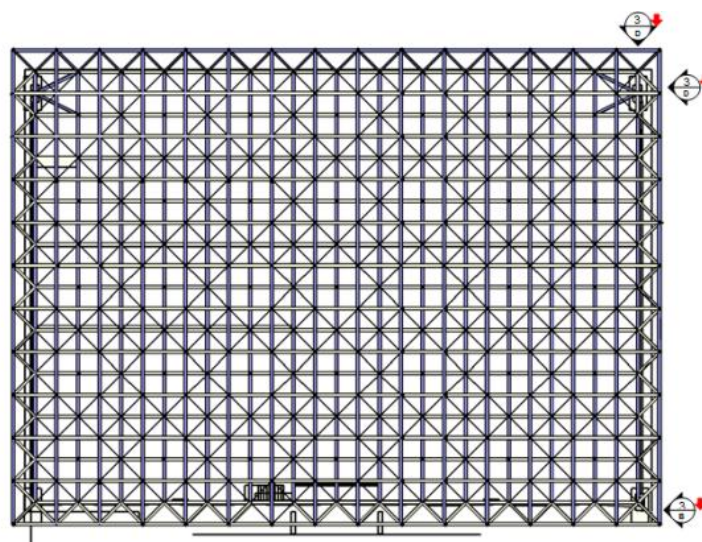
Denah bangunan menunjukkan bangunan hanggar pesawat memiliki kemampuan untuk menampung pesawat boeing 737 dan pesawat ATR. Bentang bangunan adalah 70 meter. Dari tampak bangunan dapat dilihat penerapannya sistem struktur rangka ruang pada bagian atap bangunan. Penerapan sistem struktur rangka ruang membentuk atap bangunan hanggar dan memiliki daya estetika tersendiri.



Gambar 3. Tampak Bangunan



Gambar 4. Potongan Bangunan

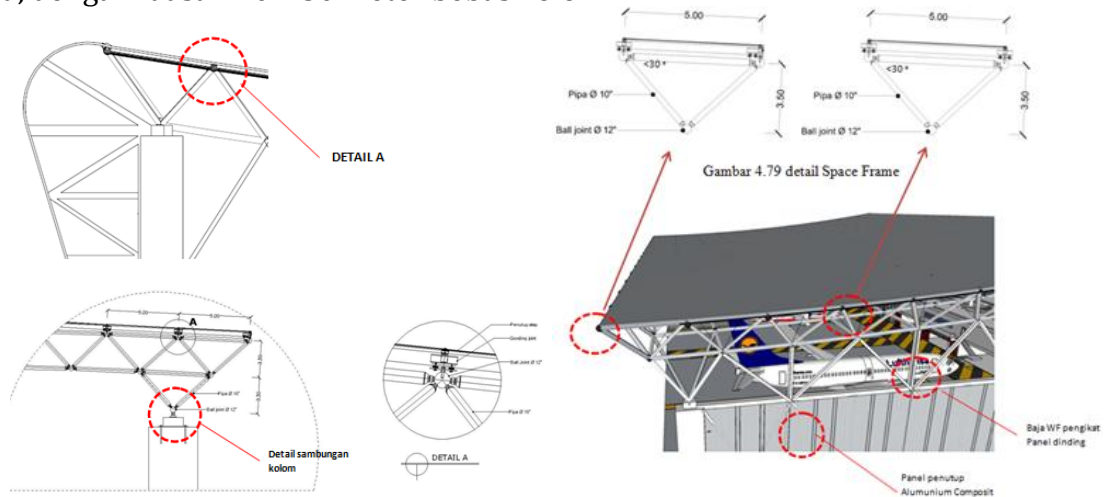


Gambar 5. Struktur Bangunan Hanggar

Dengan kebutuhan ruang bebas kolom seluas 70 x 50 meter dan kondisi tanah yang mencapai kedalaman 24 meter hingga menyentuh tanah keras, hasil analisis



menyimpulkan bahwa struktur *space frame* dapat memenuhi kebutuhan perancangan, karena sistem struktur ini dapat membagi beban secara merata dan mudah di aplikasikan di area perancangan kompleks Bandara Samarinda Baru. Penerapan struktur *space frame*/ rangka ruang pada perancangan hanggar pesawat di Bandara Samarinda Baru, dengan luasan 70 x 50 meter bebas kolom.



Gambar 6. Detail Struktur Rangka Ruang

#### 4. Kesimpulan

Sistem struktur rangka ruang dapat diterapkan untuk bangunan hanggar pesawat di Bandara Samarinda Baru. Dengan mempertimbangkan *serviceability*, efisiensi, konstruksi dan material sistem struktur. Sistem struktur rangka ruang cocok untuk diterapkan pada bangunan hanggar pesawat karena kemampuan layannya yang baik dimana sebuah sistem struktur rangka ruang memiliki kekakuan yang cukup tinggi meskipun menggunakan material struktur yang ringan.

Pada penerapannya sistem struktur rangka ruang memiliki efisiensi yang baik, dimana menggunakan material yang mudah ditemukan dan sudah terfabrikasi, sehingga pengerjaannya tidak membutuhkan waktu lama. Tenaga kerja yang dibutuhkan juga tidak terlalu banyak. Meskipun harganya sedikit lebih mahal dikarenakan material penyusunnya dibuat di pabrik (fabrikasi). Sistem struktur rangka ruang merupakan sistem struktur modular yang dapat dirakit perbagian serta merupakan suatu sistem struktur fabrikasi.

#### Daftar Pustaka

- Anonim. 2014. *Hangar*, <http://en.wikipedia.org/wiki/Hangar> (diakses pada 8 Maret 2014).
- Schodek, Daniel L. 1998. *Struktur*. Jakarta: Erlangga.