

**SINGARAJA MEFLOPORT:
BANDARA DENGAN KONSEP
MEGAFLOAT SEBAGAI SOLUSI
PEMERATAAN PEMBANGUNAN
BALI UTARA**

I Nengah Adi Mahendra¹⁾, Bagus Ngurah Alit
Putra Wiryawan²⁾,
I Gusti Ngurah Bayu Sucitra³⁾, Gde Parie
Perdana⁴⁾

¹Pendidikan Matematika, FMIPA, Universitas
Pendidikan Ganesha

email: adi_mahendra1994@gmail.com

^{2,4}Pendidikan Fisika, FMIPA, Universitas
Pendidikan Ganesha

email: ngurah.wiryawan@yahoo.co.id

email: edgparie@gmail.com

³Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas
Pendidikan Ganesha

email: bayu_sucitra@ymail.com

Abstract

Tourism is the main economic activity that is developed on the Bali Island. Ngurah Rai International Airport is the main gate of economic activity of tourism in Bali and Indonesia. Rapid passenger growth, providing ideal conditions impact on the airport. Efforts were made to overcome this problem is the construction of a new airport in the north of Bali. In addition, the construction of the airport was used as an equal opportunity in economic development in Bali. Singaraja Mefloport is the concept of a floating airport that also has the advantage of modern and environmentally maid. This concept is very feasible to be developed in North Bali because (1) no require land acquisition on land, (2) is not blocked by the hills of North Bali is very near to the North Sea, and (3) no impact on the environment because it does not do reclamation process. Singaraja Mefloport consists of four components, namely a floating Pontoon placed wide structure, foundation reinforcement, bridge access from the land to the floating region, and breakwaters. The main components of a floating structure with a protective are precast slab, deck framing, column and diagonal support decks, buoyancy space, and the anchorage system. The concept is expected to remain Singaraja Mefloport can protect marine life and the ecosystem as well as through the airport

engineering was able to create a comfortable and friendly environment.

Keywords: Singaraja Mefloport, Airport, Megafloat

1. PENDAHULUAN

Ngurah Rai International Airport adalah pintu gerbang dari kegiatan ekonomi utama pariwisata di Indonesia. Pertumbuhan penumpang bandara ini berdampak pula terhadap pertumbuhan perekonomian Bali. Hal ini dapat dilihat dari pertumbuhan pariwisata tahun 2010m hampir 40% melalui Bali (MP3EI, 2012). Bandara Ngurah Rai sebelumnya memiliki kapasitas penumpang 7 juta per tahun, dan setelah dilakukan renovasi hanya memiliki kapasitas penumpang 14 juta per tahun (Angkasa Pura, 2013). Kondisi idealnya, Bandara Ngurah Rai memiliki kapasitas 25 juta penumpang per tahun. Tahun 2011, bandara ini menerima 12,7 juta penumpang melebihi 42,81% dari kapasitas terminal Selama tahun 2011-2012, pertumbuhan penumpang naik 15,5% (Tempo, 2012).

Ketimpangan yang terjadi antara laju pertumbuhan penumpang di Bandara Ngurah Rai dengan kapasitas ideal bandara diatasi dengan memperluas area Bandara Ngurah Rai dan membangun bandara baru sebagai pintu kedua bagi para wisatawan untuk masuk ke Bali dan Indonesia pada umumnya. Pembangunan bandara baru ditawarkan untuk dibangun di wilayah utara Pulau Bali. Hal ini dilakukan sebagai upaya Pemerintah Provinsi Bali dalam melakukan pemerataan pembangunan. Kawasan Bali Selatan dengan Bali Utara dan Timur mengalami perbedaan yang mencolok dalam pembangunan daerahnya. Data dari BPS Provinsi Bali (2012) menyatakan perbedaan pembangunan ekonomi berdasarkan indeks nilai *gini ratio* antara Bali dengan Kabupaten Buleleng yang berada di wilayah utara Bali yaitu 0,4017 untuk Bali dan 0,330 untuk Buleleng. Hasil ini menggambarkan perekonomian di Buleleng lebih rendah dari rata-rata Provinsi Bali.

Pembangunan bandara baru di wilayah utara Bali dan upaya pemerintah dalam menyeimbangkan pembangunan di Bali hingga saat ini masih belum ada kepastian

pembangunan. Kendala yang dihadapi saat ini adalah perencanaan daerah yang akan dibangun bandara tidak memenuhi luasan bandara ideal. Hal ini disebabkan oleh wilayah Buleleng berada di balik perbukitan yang datarannya sangat dekat antara bukit dan pantainya. Selain itu, pemerintah berencana untuk membangun bandara dengan mereklamasi pantai utara Bali untuk membangun *runway* bandara, namun solusi reklamasi saat ini masih dirasakan akan memberikan dampak buruk bagi lingkungan.

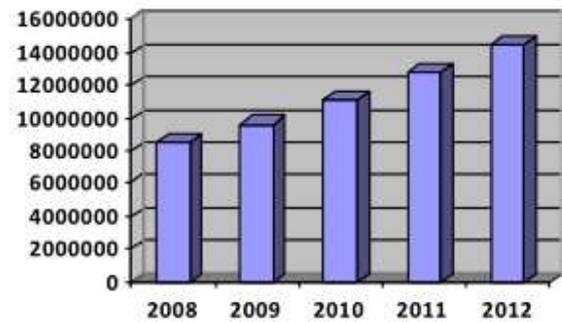
Tujuan penulisan PKM GT ini adalah (1) Mendeskripsikan permasalahan Bandara Ngurah Rai dan ketidakmerataan pembangunan di wilayah Bali khususnya Bali Utara. (2) Menganalisis rekayasa teknik dalam membangun bandara di kawasan Bali Utara dengan konsep *mega float airport* yang modern berkelanjutan dan bersinergi dengan arsitektur Bali pada *Singaraja Mefloport*.

Manfaat dari PKM GT ini adalah sebagai berikut. (1) Memberikan solusi atas rencana pembangunan bandara di wilayah Bali Utara yang hingga saat ini belum disetujui lokasi pembangunannya dan alternatif solusi bandara yang aman akibat wilayah perbukitan Bali Utara. (2) Menciptakan bandar udara yang mampu menjadi penunjang kapasitas Bandara Ngurah Rai dan menjadi upaya pemerataan pembangunan di Bali Utara serta menjadi ikon bandara terapung pertama dan terbesar di Indonesia.

2. HASIL DAN PEMBAHASAN

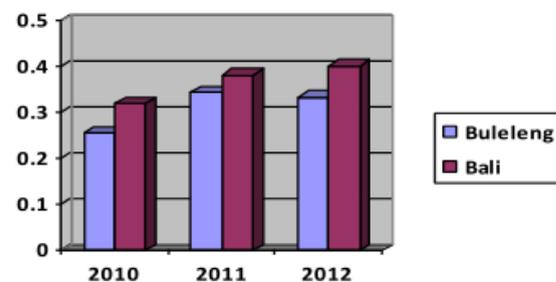
A. Kondisi Kekinian Pencetus Gagasan

Pariwisata masih menjadi kegiatan ekonomi utama yang dikembangkan di Bali. Menurut perspektif nasional, Bali merupakan pintu gerbang utama pariwisata Indonesia dan hampir 40% wisatawan masuk melalui Bali (MP3EI, 2012). Bandara Ngurah Rai menerima rata-rata 2 juta penumpang setiap bulannya. Pertumbuhan penumpang di bandara ini diprediksikan tidak mampu ditampung pada tahun 2020. Banyaknya penumpang Bandara Ngurah Rai 2008-2012 disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Jumlah Penumpang Bandara Ngurah Rai Periode 2008-2012 (BPS, 2012)

Jumlah yang hampir mencapai 14 juta penumpang di tahun 2012 dengan kapasitas ideal yang hanya 7 juta per tahun memberikan dampak buruk bagi Bandara Ngurah Rai. Selain itu, permasalahan yang muncul saat ini adalah ketidakmerataan pembangunan di Bali. Perkembangan pembangunan hanya dilakukan di daerah Bali Selatan, padahal Bali Utara memiliki potensi. Kawasan ini terbukti ketika masih menjadi ibukota Provinsi Bali dahulu. Ketimpangan perekonomian Provinsi Bali dengan Kabupaten Buleleng yang dihitung berdasarkan indeks nilai *gini ratio* disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Indeks Gini Ratio Povinsi Bali dengan Kabupaten Buleleng (BPS, 2013)

B. Solusi yang Pernah Ditawarkan

Solusi yang pernah ditawarkan dalam mengatasi permasalahan pertumbuhan penumpang Bandara Ngurah Rai dan ketidakmerataan pembangunan di Bali adalah dengan memperluas bandara dan merencanakan pembangunan bandara di kawasan Bali Utara. Pemerintah Provinsi Bali dan Pihak Angkasa Pura I berupaya dengan melakukan perkembangan bandara Ngurah Rai menjelang pelaksanaan KTT APEC 2013, namun saat ini hanya mampu menampung 14 juta penumpang per tahun.

Penyeimbangan pembangunan di wilayah Bali, pemerintah provinsi dan Kabupaten Buleleng merencanakan pembangunan bandara di Bali Utara untuk menunjang Bandara Ngurah Rai dan percepatan pembangunan. Namun, saat ini pula belum mampu ditetapkan solusi pembangunan bandara tersebut. Beberapa hal yang menjadi penyebabnya yaitu: (1) kawasan Bali Utara berada di balik perbukitan dengan jarak yang kurang dari 15 km sehingga belum memenuhi standar internasional pembangunan bandara, (2) lahan Bali Utara tidak memungkinkan di bangun bandara akibat lahan yang ada sudah dimanfaatkan masyarakat. Bali Utara memiliki lapangan terbang Letkol Wisnu yang juga menjadi salah satu solusi, tetapi panjang *runway* hanya 700 meter sehingga belum memenuhi. Selain itu, pembangunan bandara juga diisukan mengambil lahan di Kubutambahan Buleleng dengan melakukan reklamasi. Padahal, reklamasi saat ini bukan menjadi solusi yang ramah lingkungan.

C. Gagasan Baru yang Ditawarkan

1) Konsep Singaraja Mefloport

Singaraja Mefloport merupakan konsep bandara dengan desain terapung. Megaproyek struktur terapung ini merupakan suatu konsep yang saat ini memiliki keunggulan modern dan ramah lingkungan. Konsep ini sangat layak dikembangkan di Bali Utara karena (1) tidak memerlukan pembebasan lahan di daratan, (2) tidak terhalangi oleh perbukitan Bali Utara, dan (3) tidak berdampak pada lingkungan. Bentuk desain terminal bandara disesuaikan seperti di Bandara Ngurah Rai yang memiliki ciri arsitektur Bali.

2) Struktur Singaraja Mefloport

Singaraja Mefloport terdiri atas 4 komponen yaitu (1) struktur poonton terapung yang luas, (2) pondasi penguat, (3) jembatan pengakses dari darat ke wilayah terapung, dan (4) pemecah gelombang. Struktur poonton ini merupakan tempat dibangunnya bandara dengan konsep 2 *runway*, terminal penumpang, dan parker. Struktur poonton merupakan tempat pembangunan fasilitas bandara yang meliputi *Landing Movement* (LM), *Terminal Area*, dan *Terminal Traffic Control* (TCC). Poonton ini dibuat dengan kemampuan menahan bangunan dan lalu lintas pendaratan pesawat. Pondasi penguat

difungsikan sebagai penahan agar struktur terapung tetap pada posisinya. Jembatan pengakses ini difungsikan sebagai penghubung daratan dengan struktur terapung yang memungkinkan seperti jembatan layang. Pemecah gelombang berfungsi untuk menahan gelombang sehingga struktur terapung tidak bergerak akibat hantaman gelombang laut.

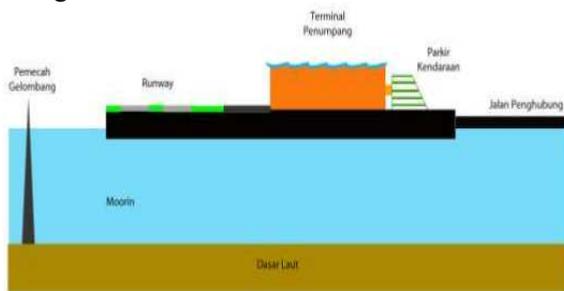
Modul beton (*concrete modules*) melibatkan *platform* besar dengan udara yang terjebak di dalam silinder beton berongga. *Pneumatic stabilized platforms* dirancang untuk melawan kekuatan gerakan gelombang. Sistemnya adalah silinder beton terbuka di bagian bawah, tapi udara yang terjebak di dalam kolom membuat terapung. *Platform* ini menghubungkan silinder dengan memberikan stabilitas. *Platform* dibuat dengan modul terpisah, yang dapat dibangun dan dirakit di tempat yang dirancang. Setiap modul berisi dinding 12-120 silinder beton. Diameter silinder adalah 22 kaki. Desain yang besar memberikan kestabilan *platform pneumatic*. *Platform* ini juga dirancang untuk dapat mendistribusikan kekuatan gelombang. Ketika gelombang menghantam *platform*, silinder dibagian bawah terbuka dan saling berhubungan sehingga udara yang terjebak dapat bergerak, sehingga air bergerak naik melalui silinder dan memaksa udara yang terperangkap untuk bergerak di bawah *deck platform*. Hal ini dapat mengurangi kekuatan gelombang sampai menghilang sepenuhnya. Secara umum, struktur *Singaraja Mefloport* disajikan pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Airview Desain Singaraja Mefloport

Landing movement merupakan suatu areal utama dari bandara yang terdiri dari *runway*, *taxiway*, dan *apron*. *Runway* yang digunakan pada *Singaraja Mefloport* adalah *runway* dua jalur karena *runway* ini mampu menampung 70% lebih banyak lalu lintas daripada *runway* satu jalur. *Terminal area* merupakan suatu

areal utama yang mempunyai *interface* antara lapangan udara dan bagian-bagian dari bandara yang lain. Sehingga dalam hal ini mencakup fasilitas-fasilitas pelayanan penumpang, penanganan barang kiriman, perawatan dan administrasi bandara. *Terminal traffic control* merupakan fasilitas pengatur lalu lintas udara dengan berbagai peralatannya seperti sistem radar dan navigasi.

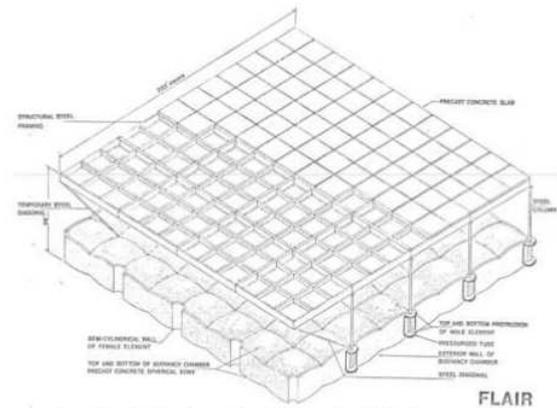


Gambar 4. Struktur Pondasi Singaraja Mefloport

Komponen-komponen utama dari struktur terapung antara lain: (1) *Precast slab* dengan pelindung, slab berfungsi untuk mengirimkan beban ke bagian pendukung dan bertindak sebagai flange kompresi baja komposit. Momen lentur maksimum adalah k.ft./ft., (2) *Deck framing* yang terdiri dari grid baja struktural, (3) Kolom dan diagonal yang berfungsi mendukung struktur *deck* dan mengirimkan beban ke dalam ruang apung, (4) Ruang *buoyancy* sebagai kontinuitas elastis yang mendukung kolom, (5) Sistem *anchorage* yaitu sistem pelabuhan yang terdiri dari kabel *mooring* dan jangkar massa yang berfungsi untuk struktur baik secara vertikal dan horizontal. Kriteria desain terapung harus diperhitungkan dari beban diantaranya: (1) beban layanan yang diperbolehkan adalah 710.000 lbs sampai 775.000 lbs (tipe pesawat Boeing 747B), (2) gaya konstruksi (gaya tarikan dan gaya akibat gelombang), (3) gaya lingkungan (angin, laut, dan suhu), dan (4) beban perjalanan dan gaya *accidental* (Weidlenger, 1969).

3) Sistem Kawasan Singaraja Mefloport

Sistem transportasi *Singaraja Mefloport* menggunakan angkutan umum dan angkutan pribadi yang dapat masuk ke areal parkir bandara. Transportasi bandara melintasi jembatan penghubung dari daratan Bali ke bandara terapung.



Gambar 5. Struktur Model Floating (Weidlenger, 1969)

Singaraja Mefloport menggunakan sumber energi listrik ramah lingkungan. Energi listrik yang dikembangkan menggunakan konsep *hybrid*, yaitu memanfaatkan energi panas matahari dan energi angin dengan membangun kincir angin terapung. Selain itu, sumber energi yang memungkinkan untuk diterapkan adalah energi dari gelombang laut dan dari perbedaan suhu laut. Penggunaan *water purification* akan difungsikan sebagai penyedia air bersih diseluruh kawasan *Singaraja Mefloport* dengan memanfaatkan air laut yang telah diproses sehingga dapat diminum.

4) Pengembangan Singaraja Mefloport

Megaproyek kawasan *Singaraja Mefloport* membutuhkan sumber daya yang besar, baik dari segi teknis dan pendanaan. Berkembangnya teknologi dan pengetahuan mampu memberikan optimisme terhadap sesuatu yang mustahil mampu terwujud. Beberapa perkembangan teknologi dan pengetahuan yang mampu untuk mendukung pembangunan *Singaraja Mefloport* yaitu: (a) perkembangan bahan bangunan dan konstruksi berkualitas tinggi untuk menopang beban yang berat dan mampu dikembangkan diperairan, dan (b) munculnya rekayasa teknik terhadap struktur bangunan terapung seperti yang telah dikembangkan oleh arsitek dunia.

Singaraja Mefloport diprediksi akan mampu dibangun pada tahun 2015. Pada tahun 2015, diperlukan studi mengenai sistem dan teknologi dalam membangun kawasan dengan menggandeng para arsitek Jepang yang telah berhasil membangun *floating airport* untuk mengkaji di kawasan Bali

Utara. Setelah selesai, selama 5 tahun akan dilakukan pembangunan kawasan *Singaraja Mefloport*. Pada tahun 2020, kawasan ini mulai dibuka dan difungsikan sebagai bandara. Target tahun 2020 diambil karena pada tahun ini jumlah penumpang ke Bali tidak mampu tertampung di Bandara Ngurah Rai dan kesenjangan daerah Bali Utara akan semakin melebar berdasarkan prediksi yang dilakukan saat ini.

D. Pihak yang Dapat Mengimplementasikan

Pihak-pihak yang dapat membantu agar dapat mengimplementasikan konsep *Singaraja Mefloport* adalah sebagai berikut.

1. Arsitek: merupakan pemeran utama untuk mampu mewujudkan *Singaraja Mefloport* ini dalam hal mentransformasi material bangunan, membuat desain dan menganalisa distribusi keruangan. Transformasi material dilakukan pada konstruksi baja menjadi struktur yang mampu terapung serta sentuhan *green building* pada setiap bangunan.
2. Konsultan perencana: memiliki peranan dalam menganalisa daya dukung tanah dan pondasi, kekuatan konstruksi, mekanika teknik, hidrolika, hidrologi, dan teknologi bahan konstruksi, serta pemilihan material yang sesuai. Selain itu, konsultan perencana mampu merancang sistem-sistem yang akan dipergunakan pada kawasan *Singaraja Mefloport*.
3. PT. Angkasa Pura I: sebagai pendukung dan pengelola bandara diluar pengelolaan pemerintah untuk kawasan Indonesia Timur. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan nilai komersial dan inovasi sehingga tercapai kepuasan konsumen dan masyarakat pengguna transportasi udara di Bali Utara.
4. Pemerintah dan BUMD: pemerintah memiliki peran penting dalam hal pengambil kebijakan, baik yang dilakukan oleh Kementerian Pekerjaan Umum, Kementerian Keuangan, Kementerian Perhubungan dan Pemerintah Daerah. Disamping itu juga diperlukan peran pemerintah dibagian kelautan dan lingkungan hidup. Badan Usaha Milik Daerah (BUMD) juga memiliki peran dalam pengelolaan energi, air dan transportasi publik *Singaraja Mefloport*

5. Masyarakat: merupakan tujuan akhir dari pembangunan *Singaraja Mefloport*. Masyarakat dapat berpartisipasi dalam mengembangkan dan melindungi wilayah ini dengan tetap mengacu pada kebijakan pemerintah.

E. Langkah Strategis Implementasi Gagasan

Langkah strategis direncanakan dengan matang agar bandara terapung ini dapat terealisasi dengan baik dan berkelanjutan. Adapun langkahnya yaitu:

1. Tahap Perencanaan dan Studi Lanjut: merupakan tahap penyusunan tujuan megaproyek dan pelaksanaan studi kelayakan ini dengan melibatkan stakeholder pemerintah, perusahaan kontraktor, dan para akademisi.
2. Tahap Pengembangan Kerjasama: sebagai sebuah megaproyek, kerjasama seluruh pihak diperlukan untuk menyatukan konsep dalam hal teknis dan finansial sebagai pijakan sebelum dilakukan pembangunan.
3. Tahap Pembangunan: dilakukan oleh pemerintah dan swasta. Tahap ini akan mengimplementasikan semua rancangan yang telah dipersiapkan sebelumnya.
4. Tahap Evaluasi Pembangunan: evaluasi sangat diperlukan sebagai bahan kajian pembangunan megaproyek serupa dilokasi lain.

3. KESIMPULAN

A. Konsep Singaraja Mefloport

Megaproyek Singaraja Mefloport merupakan pembangunan bandara internasional terapung masa depan Bali dengan peruntukannya dalam jangka menengah sebagai solusi padatnya penumpang Bandara Ngurah Rai yang diprediksikan terjadi pada tahun 2020 akibat perkembangan pariwisata dan melakukan pemerataan pembangunan di wilayah Bali Utara. Singaraja Mefloport dibangun berdasarkan filosofi lokal berstandar internasional dalam pembangunannya. Konsep bandara ini diharapkan menjadi solusi pilihan terhadap permasalahan rencana pembangunan bandara di Bali Utara yang dilakukan dengan mereklamasi laut Kubutambahan Buleleng yang akan mengancam lingkungan.

B. Prediksi Keberhasilan Gagasan Singaraja Mefloport

Rencana Pemerintah Provinsi Bali untuk membangun bandar udara di kawasan Bali Utara dengan melakukan reklamasi terhadap Laut Kubutambahan Buleleng dan pembebasan lahan seluas 1000 Ha menjadi permasalahan yang akan berkejang di masyarakat. Dampak yang muncul menjadikan reklamasi bukan sebuah solusi yang tepat, sehingga dapat diyakini konsep terapung merupakan jawabannya. Konsep *Singaraja Mefloport* ini untuk mengantisipasi meningkatnya penumpang transportasi udara yang tidak mampu dilayani di Bandara Ngurah Rai akibat perkembangan pariwisata dan mengantisipasi kesenjangan pembangunan Bali Utara dengan Bali Selatan. Pembangunan bandara terapung ini diharapkan tetap dapat melindungi biota laut dan ekosistemnya serta melalui rekayasa teknik mampu menciptakan bandara yang nyaman dan ramah lingkungan.

Wilayah Singaraja dipilih sebagai penerapan *Singaraja Mefloport* karena pusat Bali Utara terletak di Singaraja, apalagi Singaraja pernah menjadi ibukota Provinsi Bali. Pembangunan struktur terapung akan memberikan solusi atas kondisi alam Bali Utara yang sangat dekat dengan perbukitan yang dapat mengganggu lalu lintas penerbangan. Kawasan bandara yang dipertimbangkan saat ini memiliki jarak 3,5-4 km dari bukit, sehingga tidak memenuhi standar minimal 8 km dari perbukitan, sehingga konsep terapung ini mampu memberikan solusi terhadap kendala tersebut. Pembangunan struktur terapung juga sangat cocok sebagai pilihan menolak reklamasi Laut Kubutambahan dan pembebasan lahan yang akan berdampak meluas bagi

lingkungan dan masyarakat. Kerjasama semua pihak akan memberikan dampak pada keberhasilan megaprojek ini.

5. REFERENSI

- Angkasa Pura. 2013. *Daya Tampung Bandara I Gusti Ngurah Rai menjadi yang Terbesar di Indonesia*. Tersedia pada: <http://www.angkasapura1.co.id/detaiberita/daya-tampung-bandara-i-gusti-ngurah-rai-menjadi-yang-terbesar-di-indonesia-saat-ini>. Diakses pada 2 Maret 2014
- BPS Bali. 2012. Banyaknya penumpang terbang, penumpang yang datang dan berangkat dari/ke Bandara Ngurah Rai serta transit per bulan tahun 2012. *Publikasi Laporan BPS*. Tersedia pada: http://bali.bps.go.id/tabel_detail.php?ed=610004&od=10&id=10. Diakses pada 2 Maret 2014
- BPS Bali. 2013. *Pola Konsumsi dan Distribusi Pendapatan Provinsi Bali 2012*. Denpasar: Arysta Jaya
- MP3EI. 2012. *MP3EI Koridor Bali-Nusa Tenggara: Pintu Gerbang Pariwisata Nasional*. Jakarta: Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian
- Tempo. 2012. *AP 1 Catat Penumpang Domestik Naik 18,64%*. Tersedia pada: <http://www.tempo.co/read/news/2012/07/24/090419048/AP-I-Catat-Penumpang-Domestik-Naik-1864-Persen>. Diakses 2 Maret 2014
- Weidlenger, P. 1969. *Report On The Design Of Floating Airport*. New York: Weidlenger Association