



Status dan Perkembangan Proyek Loon Terkini

Present Status and Development of Loon Project

¹Diah Yuniarti, ²Hilarion Hamjen

^{1,2}Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya, Perangkat, dan Penyelenggaraan Pos dan Informatika

^{1,2}Jl. Medan Merdeka Barat No. 9, Jakarta Pusat

e-mail: ¹diah.yuniarti@kominfo.go.id, ²hilarion.hamjen@kominfo.go.id

INFORMASI ARTIKEL

Naskah diterima 8 Mei 2017

Direvisi 11 Juni 2017

Disetujui 14 Juni 2017

Keywords:

Project loon

Frequency licensed

Airspace permissions

ABSTRACT

This study is conducted to gather illustration related to recent status and development of Project Loon in different countries viewed from various aspects from the beginning of 2017. The study is using qualitative approach and literature studies. Research result shows that after Google conducted Loon trials in New Zealand, Brazil and Australia, currently Project Loon is still exploring trial and commercialization in Asia countries which are India, Sri Lanka and Indonesia, particularly in a country which has many underserve population of telecommunication services in remote areas. In its way, trial and commercialization of Project Loon in those different countries are constrained by several issues, particularly in term of whether frequency license or airspace permissions.

ABSTRAK

Studi ini dilakukan untuk memperoleh gambaran terkait status dan perkembangan Proyek Loon di berbagai negara saat ini dari berbagai aspek hingga awal tahun 2017. Studi ini menggunakan pendekatan kualitatif dan studi literatur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa setelah Google melakukan trial Loon di Selandia Baru, Brazil, dan Australia, saat ini Proyek Loon masih mengusahakan uji coba dan komersialisasi di negara-negara Asia yaitu di India, Sri Lanka dan Indonesia terutama negara dengan banyak penduduk di wilayah terpencil yang masih belum mendapatkan layanan telekomunikasi. Dalam perjalanannya, uji coba dan komersialisasi Proyek Loon di beberapa negara tersebut terkendala beberapa hal, terutama perizinan, baik lisensi frekuensi maupun perizinan ruang udara.

Kata kunci :

Poyek Loon

Lisensi frekuensi

Perizinan ruang udara

1. Pendahuluan

Internet adalah jaringan komputer yang saling terhubung satu sama lain, seperti jaringan pribadi, publik, bisnis, dan pemerintah saling terhubung oleh beragam teknologi (Kumar & Kumar, 2015). Internet merupakan jaringan global yang digunakan untuk menghubungkan miliaran pengguna (Bhatt & Ambekar, 2016). Dengan menggunakan internet kita bisa mencari data, mengirim dan menerima pesan, mendengarkan musik, menonton video, bermain *game*, belanja, meng-*update* diri dan berbagi ide sehingga ide kita bisa tersebar ke seluruh dunia. Saat berinternet adalah saat dimana semua orang ingin menghubungkan dirinya dengan dunia global untuk mengekspresikan eksistensinya. Semua orang dapat mengirim pesan ke sanak keluarga dan menerima berita apa yang terjadi di dunia ini, hal-hal tersebut bisa dilakukan melalui internet (Kumar & Kumar, 2015).

Meskipun internet dapat diakses oleh banyak orang, namun mayoritas masyarakat di dunia belum dapat mengakses internet dari lokasi mereka berada (Ahn, 2016). Sekitar 60-70% orang di seluruh dunia belum memiliki internet. Hal ini terlihat dari fakta di banyak daerah, seperti Afrika dan Asia Pasifik, tidak dapat memenuhi ketersediaan koneksi internet secara geografi dan infrastruktur (Khandelwal, 2016). Demikian pula penyediaan internet oleh *Internet Service Provider* (ISP) yang terhubung ke jaringan global hanya terjangkau oleh 1/3 populasi di dunia, sisanya sebanyak 2/3 populasi belum bisa terkoneksi internet (Khandelwal, 2016).

Terdapat beberapa permasalahan terkait banyaknya masyarakat yang belum terhubung dengan internet, antara lain kurangnya pengetahuan, kondisi ekonomi, kebutuhan pengguna, dan keterbatasan infrastruktur. Pemerintah di seluruh negara dan berbagai organisasi berusaha mengatasi permasalahan tersebut untuk menghubungkan orang melalui internet. Namun penyediaan akses internet ke seluruh dunia tentu saja bukan hal yang mudah karena pemasangan jaringan terestrial dihadapkan pada tantangan sulitnya akses ke daerah-daerah terpencil dan area lainnya seperti hutan, kepulauan, pegunungan, dan daerah pasca bencana (Andurkar, 2016). Selain itu, terdapat kendala biaya karena negara berkembang tidak memiliki ketersediaan dana yang mencukupi untuk menggelar jaringan serat optik (Khandelwal, 2016). Di sisi lain, penggunaan internet satelit juga sangat mahal dan orang awam tidak mampu membelinya (Bhatt & Ambekar, 2016). Hal tersebut yang menyebabkan ide menyediakan koneksi internet via *wireless* menjadi populer. Pada jaringan *wireless*, orang bisa terhubung ke ISP melalui *base station* atau *access point*. Namun, karena dalam pengembangannya tidak memungkinkan untuk diimplementasikan pada semua lokasi di dunia maka terdapat ide untuk menyediakan internet dari udara, salah satunya Google yang mengusulkan Proyek Loon dalam rangka mengembangkan penyediaan internet secara global (Khandelwal, 2016).

Proyek Loon adalah *research and development* (R&D) yang dikembangkan oleh pihak Google dengan misi untuk menyediakan internet di wilayah *rural* pada ketinggian stratosfer. Proyek ini merupakan penyebaran layanan telekomunikasi dengan menggunakan wahana balon yang ditempatkan di udara pada ketinggian lapisan stratosfer sekitar 20-30 km. Balon akan mengudara dan berfungsi sebagai *access point* bagi pengguna. Setelah menerima data dari *base station* terdekat di bumi, data tersebut akan diteruskan ke ISP (Khandelwal, 2016). Loon dapat dianalogikan seperti jaringan bergerak di angkasa yang dirancang untuk terhubung dengan orang-orang di pedesaan dan terpencil untuk membantu mengisi kesenjangan dalam jangkauan dan menyediakan akses internet setelah bencana (Gayashani et al., 2016). Loon dapat digunakan pada wilayah bencana karena umumnya bencana juga menyebabkan kerusakan jaringan listrik atau jaringan internet (Bhatt & Ambekar, 2016).

Proyek Loon dimulai secara resmi pada tahun 2013 (Tiwari, 2016). Meskipun demikian, hingga saat ini Google Loon masih belum dapat diimplementasikan secara global. Sebagai teknologi baru yang dianggap belum matur, Proyek Loon memerlukan kajian dari berbagai aspek demi kelayakan implementasinya. Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh gambaran terkait status dan perkembangan Proyek Loon di berbagai negara saat ini dilihat dari beberapa aspek yang saling terkait satu dengan lainnya hingga awal tahun 2017.

2. Tinjauan Pustaka

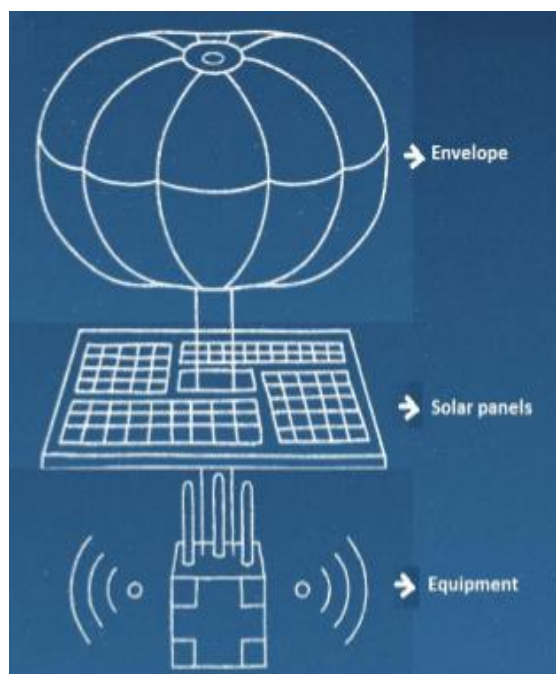
2.1. Teknologi Loon

Loon terdiri dari beberapa komponen utama (ditunjukkan pada Gambar 1), antara lain *envelope* balon yang terbuat dari lembaran plastik *polietilena*. Memiliki ketebalan sekitar 3 mil atau 0,076 mm dengan lebar 15 m dan tinggi 12 m saat sepenuhnya digelembungkan (Praveen, 2016). Balon bergerak dengan menjelajahi angin di stratosfer pada ketinggian 20 km di atas permukaan bumi. Arah angin bisa ditentukan berdasarkan informasi yang diberikan oleh *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) dan mengarahkan gerakan balon. Beberapa kesulitan yang dihadapi balon saat mengudara pada ketinggian tersebut antara lain adanya gaya pneumatik, suhu rendah yang besar, dan kurang terjamin dari sinar ultraviolet (UV). Namun, dengan perencanaan *envelope* balon yang maksimal maka *loon* akan tahan terhadap kondisi tersebut. Komponen utama lainnya adalah panel surya dengan daya 100 watt dan perangkat elektronik berbentuk seperti kotak kecil yang terdiri dari papan sirkuit untuk sistem kendali, antena radio untuk komunikasi, *Global Positioning System* (GPS) untuk *tracking* lokasi, sensor untuk memonitor dan merekam suhu, serta baterai *lithium*. Setiap perangkat memiliki antena radio untuk terhubung dengan *ground antenna* yang juga terhubung pada akses internet dengan kecepatan hingga 10 Mbps.

Data yang dikumpulkan oleh Loon antara lain data *tracking*, manuver dan pemantauan kondisi balon, kecepatan dan arah angin, serta suhu dan lokasi GPS setiap balon di stratosfer. Jika Loon mengalami kegagalan dan terjatuh dari peredarannya, setiap balon telah dilengkapi oleh parasut yang dikembangkan secara otomatis. Ketika terjadi kegagalan fungsi, balon akan mengirim notifikasi sehingga dengan menggunakan GPS dapat dideteksi lokasinya untuk selanjutnya dikomunikasikan dengan otoritas penerbangan setempat untuk memastikan balon tersebut mendarat dengan aman (Tiwari, 2016).

Balon juga dapat membawa *transponder* sehingga terdeteksi pada radar pesawat udara. Pendaratan harus sejauh mungkin dari pemukiman namun lokasi tersebut harus bisa dijangkau sehingga balon dapat ditemukan dan dibawa untuk dipelajari mengenai penyebab kegagalannya. Proyek Loon ini juga berusaha untuk memperbaiki kemampuan dalam memprediksi pola angin. Pada ketinggian 20 km cukup ideal untuk menggunakan panel surya karena terhalang oleh awan. Pergerakan balon mengikuti arah angin berdasarkan data dari NOAA . Dalam suatu percobaan Proyek Loon berhasil menavigasi sekelompok balon dengan jarak total 10.000 kilometer (Tiwari, 2016).

Balon Loon didesain dan diproduksi dengan berbagai pertimbangan untuk mengatasi kondisi di stratosfer dimana kecepatan angin dapat melebihi 100 km/jam, lapisan atmosfer tipis sehingga memberikan sedikit perlindungan dari radiasi sinar UV dan perubahan suhu dramatis yang dapat mencapai suhu terendah -90°C . Setiap balon seukuran lapangan tenis dibuat agar dapat bertahan selama lebih dari 100 hari di stratosfer sebelum kembali ke daratan dengan pendaratan yang terkendali (Google, 2017).



Gambar 1. Komponen Utama Loon (Parab & Warghade, 2017)

Proyek Loon telah memanfaatkan komponen paling penting dari menara seluler yaitu *Base Transceiver Station* (BTS) dan mendesain ulang menjadi cukup ringan dan tahan lama untuk dibawa balon setinggi 20 km di stratosfer. Semua peralatan tersebut sangat hemat energi dan mendapat daya dari energi yang dapat diperbarui (Google, 2017). Panel surya dibagi menjadi dua bagian yang menghadap ke arah yang berlawanan sehingga memungkinkan untuk menangkap energi dalam orientasi apapun saat balon bergerak di udara. Panel surya menghasilkan daya sekitar 100 watt dalam kondisi sinar matahari penuh. Daya tersebut cukup untuk menjaga agar peralatan elektronik Loon tetap menyala dan mengisi baterai untuk digunakan pada malam hari (Khandelwal, 2016).

2.2. Penelitian Terkait

Studi mengenai Google Loon ini sudah dilakukan oleh beberapa peneliti di beberapa negara, adapun beberapa studi atau penelitian sejenis yang terkait dengan Proyek Loon antara lain sebagai berikut:

2.2.1. *Study on Google Loon Project* (Tiwari, 2016)

Studi ini menggambarkan mengenai aspek teknis Google Loon dari sisi teknologi, prinsip kerja, desain Loon, dan *maintenance*-nya. Selain aspek teknis, studi ini juga mencoba mengangkat permasalahan mengenai ketersediaan bahan baku *helium* untuk balon Loon dan kompetisi dengan *platform* komunikasi udara lainnya. Permasalahan lainnya adalah perizinan Loon ketika melintasi batas negara.

2.2.2. *Google Loons: Balloon Powered Internet Access Via Stratosfer* (Khandelwal, 2016)

Studi ini memaparkan cara kerja dan desain Proyek Loon serta keuntungannya dalam berbagai bidang. Adapun keuntungan yang diperoleh dari Proyek Loon ini diantaranya adalah untuk ketersediaan informasi, misalnya petani di pelosok negara-negara dunia akan dapat memperoleh informasi mengenai teknik-teknik bercocok tanam yang dapat meningkatkan hasil panen mereka. Selain di sektor pertanian, Proyek Loon diharapkan dapat bermanfaat untuk sektor-sektor lainnya seperti pendidikan dan kesehatan. Penggunaan energi terbarukan untuk catu daya Loon akan membantu mengurangi beban batu bara, minyak bumi, dan sumber energi tak terbarukan lainnya.

2.2.3. *Loon Balloon Plus: Future Implementations of Google Loon Project* (Gayashani et al., 2016)

Paper ini membahas studi lanjutan mengenai implementasi yang dibutuhkan Proyek Loon. Dalam implementasi Loon di suatu wilayah, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain waktu hidup balon, kecepatan internet, cara yang tepat untuk mendarat, dan daya tahan baterai mesin. Sedangkan persoalan yang mungkin terjadi adalah kondisi cuaca yang berubah-ubah, oleh karena itu balon dibuat sedemikian rupa sehingga bisa tahan terhadap tekanan tinggi, radiasi UV, dan tahan terhadap suhu serendah -58°F , serta pada tekanan serendah 1/100 atm.

Secara khusus mengenai fitur-fitur yang dibutuhkan oleh Loon pada masa yang akan datang, diantaranya adalah Li-Fi yang merupakan konsep modern untuk menggambarkan teknologi komunikasi cahaya tampak yang diterapkan pada komunikasi nirkabel berkecepatan tinggi. Secara umum, studi ini memperkenalkan solusi dan metode untuk menerapkan fitur eksternal spesifik seperti Li-fi untuk proyek Google Loon pada masa yang akan datang.

2.2.4. *Google Loons* (Bhatt & Ambekar, 2016)

Studi ini membahas mengenai aspek teknis Proyek Loon dari segi teknologi, desain, peralatan, dan konektivitasnya. Kendala terbesar dari Proyek Loon bukan teknologi, namun dari perizinan, salah satunya terkait dengan penggunaan frekuensi. Selain itu, studi ini juga membahas mengenai insiden yang dialami Loon sejak awal uji coba.

2.2.5. *Google Project Loon* (Katikala, 2014)

Hampir sama seperti studi-studi sebelumnya, studi ini membahas mengenai sejarah serta aspek teknis terkait seperti teknologi, komponen, prinsip kerja, dan *maintenance* Loon. Tantangan dalam implementasi Loon antara lain dari segi frekuensi, keterjangkauan peralatan, dan kegagalan fungsi balon.

2.2.6. *Project Loon: Internet to Rural and Remote Area* (Praveen, 2016)

Pada studi ini terlebih dahulu dijelaskan mengenai berbagai proyek Google selain Loon. Melalui Google X, telah mengeluarkan berbagai proyek luar biasa, termasuk *Google Glass*, *Self-Driving Cars*, dan sebagai tambahan berbagai aktivitas yang berhubungan dengan jaringan syaraf tiruan. Selanjutnya,

dijelaskan mengenai aspek teknis Loon mulai dari komponen dan prinsip kerjanya. Ruang udara stratosfer, dimana Loon ditempatkan, merupakan lokasi yang relatif bebas dari interferensi.

2.2.7. A Review Paper on Google Loon Technique (Kamnani & Suratkar, 2015)

Pada intinya studi ini meneliti mengenai teknologi yang digunakan pada Google Loon termasuk salah satu komponen amplop balon dibuat oleh Raven Aerostar dari plastik *polietilena* sekitar 3 mil atau ketebalan 0,076 mm (0.0030 inci) dan lebar 15 m (49 kaki) dengan tinggi 12 m (39 kaki) saat digelembungkan sepenuhnya. Kemudian komponen lainnya berupa kotak kecil seberat 10 kg berisi peralatan elektronik balon yang digantung di bawah amplop balon yang digelembungkan. Di bawah sinar matahari penuh, panel surya yang mencatu baterai menghasilkan daya 100 watt. Sebuah parasut yang terpasang di bagian atas amplop memungkinkan pendaratan Loon pada saat mengalami kegagalan di udara atau pada saat diturunkan.

2.2.8. A Review Paper on Project Loon (Andurkar, 2016)

Studi ini membahas mengenai sejarah Loon dan uji coba yang dilakukan pada tahap awal di Selandia Baru. Selain itu, juga dijelaskan mengenai aspek teknis Loon dari sisi teknologi dan topologi jaringannya. Kehadiran Proyek Loon diharapkan dapat menjawab tantangan yang dihadapi oleh jaringan *terrestrial* terkait konektivitas internet di wilayah yang sulit terjangkau seperti hutan, kepulauan dan pegunungan.

2.2.9. Provide High Altitude Network by Using Project Loon (Darokar & Astonkar, 2017)

Studi membahas mengenai aspek teknis Loon dimana komponen Loon terdiri dari panel surya, BTS, dan antena. Selain itu, dibahas juga mengenai uji coba yang sudah dilakukan dan proses pemulihan balon ketika ada kegagalan.

2.3. Review Penelitian Terkait

Berdasarkan hasil studi literatur terhadap beberapa penelitian terkait Proyek Loon, maka dapat diidentifikasi beberapa aspek yang dibahas pada penelitian-penelitian tersebut. Aspek tersebut antara lain aspek desain, teknologi dan fitur, navigasi dan *maintenance*, konektivitas dan topologi jaringan, tantangan/hambatan dan kekurangan, keuntungan dan manfaat, serta izin dan regulasi, ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Identifikasi Aspek Pada Studi Terkait Proyek Loon

No	Aspek	Design Proyek Loon	Teknologi & Fitur	Navigasi & Maintenance	Konektivitas & Topologi Jaringan	Tantangan Hambatan Kekurangan	Keuntungan & Manfaat	Izin & Regulasi
	Studi Terkait Loon							
1.	Tiwari, 2016	√	√	√	-	√	√	√
2.	Khandelwal, 2016	√	√	√	√	√	√	-
3.	Gayashani et al., 2016	√	-	√	√	-	-	-
4.	Bhatt & Ambekar, 2016	√	√	√	√	√	-	√
5.	Katikala, 2014	√	√	√	√	√	-	-
6.	Praveen, 2016	√	-	√	√	√	√	-
7.	Kamnani & Suratkar, 2015	√	-	-	-	√	√	-
8.	Andurkar, 2016	√	√	-	√	√	-	-
9.	Darokar & Astonkar, 2016	√	√	√	√	√	√	-

Keterangan:

√ = ada (dibahas dalam studi)

- = tidak ada (tidak dibahas dalam studi)

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa secara umum, kebanyakan studi membahas mengenai aspek teknis Loon yaitu dari sisi desain, teknologi dan fitur, navigasi dan *maintenance* serta konektivitas jaringan namun belum membahas mengenai perkembangan teknologi terbaru dari Loon. Aspek

lain yang dibahas mengenai tantangan, hambatan, kekurangan dan manfaat, serta izin dan regulasi namun tidak secara mendalam. Oleh karena itu, penelitian ini mengkaji mengenai perkembangan Loon dari sisi teknologi dan uji coba di berbagai negara hingga saat ini, termasuk tantangan dari sisi perizinan atau regulasi frekuensi dan ruang udara.

3. Metode Penelitian

Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif. Data primer yang menggambarkan perkembangan Loon di Indonesia diperoleh melalui wawancara mendalam terhadap informan yang terdiri dari instansi pemerintah yaitu Kementerian Komunikasi dan Informatika, Kementerian Perhubungan, Kementerian Luar Negeri, Kementerian Koordinator Politik, Hukum, dan Keamanan, serta penyelenggara telekomunikasi yaitu Telkomsel, XL Axiata, dan Indosat Ooredoo di Jakarta. Sedangkan data sekunder diperoleh melalui studi literatur.

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis deskriptif kualitatif. Analisis data kualitatif menurut Miles dan Huberman terdiri dari tiga komponen utama yaitu reduksi data, tampilan data, serta penarikan dan verifikasi kesimpulan (Punch, 2009).

3.1. Reduksi Data

Tujuan reduksi data adalah meringkas data tanpa kehilangan informasi yang berharga. Reduksi data merupakan bagian dari analisis yang dilakukan secara terus menerus. Pada tahap awal, reduksi data terjadi selama proses *editing*, segmentasi, dan peringkasan data. Pada tahap akhir, reduksi data terjadi melalui pengonsepan dan penjelasan.

3.2. Tampilan Data

Tampilan data sangat membantu dalam tahapan analisis karena pada umumnya data berukuran besar dan terpecah. Data ditampilkan dalam beberapa jenis misalnya grafik, bagan, diagram, jaringan, dan lainnya. Tampilan data membuat data lebih terorganisir dan ringkas dan merupakan dasar bagi analisis selanjutnya.

3.3. Penarikan dan Verifikasi Kesimpulan

Kesimpulan dapat berupa preposisi yang perlu diverifikasi. Tahapan ini lebih sulit untuk digambarkan karena melibatkan sejumlah proses analitik yang berbeda yang dapat dikombinasikan satu sama lain.

4. Hasil Penelitian dan Pembahasan

4.1. Perkembangan Uji Coba Loon di Berbagai Negara

4.1.1. Selandia Baru

Perdana Menteri Selandia Baru secara resmi mengumumkan Proyek Loon di negaranya, khususnya di Christchurch, di mana 50 warga dalam *coverage area* 12 mil dari balon akan disediakan internet dengan kecepatan akses melebihi 3G bisa dinikmati warga Selandia Baru secara gratis. Balon dirancang berada di udara selama lebih dari tiga bulan (Kelion, 2015).

Dalam aksi trial ini, 30 balon ditempatkan di kawasan Selandia Baru. Dari sini balon-balon berisi *helium* itu akan melalui jalur yang sudah ditentukan sebelumnya. Trial yang dilakukan di Selandia Baru pada tahun 2013 dengan menggunakan spektrum frekuensi *Industrial, Scientific, and Medical (ISM) band* (2.4 GHz dan 5.8 GHz). Layanan ini bisa diaplikasikan untuk daerah rural dan daerah rawan bencana (Tiwari, 2016).

Dalam uji coba sebelumnya, sebuah balon diluncurkan dari Selandia Baru dan menempuh jarak sekitar 5.500 mil (9.000 kilometer) melintasi Samudera Pasifik ke Chili dengan kecepatan 80 km / jam.

Balon tersebut kemudian dikirim melewati samudra Atlantik Selatan menuju lokasi uji berikutnya yang jaraknya lebih dari 10.000 km di Australia. Balon tersebut menyelesaikan perjalanan hanya dalam waktu 8 hari, menempuh jarak lebih dari 1000 km per hari dan mencapai kecepatan tertinggi 140 km/jam sambil meluncur di atas lautan selatan Afrika hingga kebagian timur Australia. Setelah menempuh perjalanan sejauh 20.000 km di seluruh dunia, balon tersebut terbang di atas tanah dengan jarak tidak lebih dari 500 meter dari targetnya dengan radius 40.000 meter (Sepphala, 2015).

4.1.2. Brazil

Google mulai melakukan uji coba di Piauí Brazil, saat dua balon diluncurkan dan salah satunya menyediakan akses internet ke sebuah sekolah di utara negara bagian tersebut selama sekitar satu jam. Google berhasil menguji Proyek Loon di Agua Fria, dimana uji coba dilakukan menggunakan jaringan *Long Term Evolution* (LTE) untuk pertama kalinya. Sekolah Linoca Gayoso di daerah tersebut merupakan salah satu pihak yang berpartisipasi dalam uji coba tersebut. Siswa-siswi dan guru di sekolah tersebut sama-sama merasa senang karena bisa terkoneksi dengan internet. Sebagaimana yang dikatakan oleh Silvana Pereira selaku kepala sekolah Linoca Gayoso. Sebelumnya mereka kesulitan untuk bisa memperoleh akses internet karena harus pergi ke warung internet di daerah Campo Maior atau dengan cara memanjat pohon. Sebulan kemudian pihak Google juga mengirim balon berbasis internet ke stratosfer di negara bagian Piauí bagian timur laut, sebagai bagian dari kemitraannya dengan pemerintah Brazil untuk menghubungkan daerah-daerah terpencil di Brazil. Lima balon diluncurkan sebagai bagian dari eksperimen di ibukota negara bagian, Teresina, dan dekat dengan khatulistiwa. Menurut Presiden Google Brazil Fabio Coelho, posisi geografis negara serta musim kemarau merupakan faktor-faktor yang memengaruhi pilihan lokasi. Lima balon tersebut akan mengambang di stratosfer selama sekitar 100 hari (Borisson, 2014).

Menteri Komunikasi Paulo Bernardo menghadiri peluncuran tersebut dan menyebutkan bahwa peluncuran balon di Piauí merupakan permintaan dari kantornya, karena hanya 27 persen rumah tangga atau lebih dari tiga juta orang di negara bagian timur laut yang memiliki akses ke internet. Pembicaraan antara pemerintah Brazil dan Google tentang penggunaan balon internet buatan perusahaan mulai beroperasi pada bulan Oktober tahun 2013, pada saat yang sama pemerintah mengumumkan rencananya untuk menggunakan peralatan tersebut dengan tujuan mengambil akses internet ke daerah-daerah terpencil di negara tersebut. Pada saat itu, Menteri Bernardo mengatakan bahwa dia meminta Google untuk memproduksi peralatan yang dapat diuji pada awal tahun 2014 dan memilih pejabat senior di Kementerian Telekomunikasi dan Telco Telebrás milik negara untuk mengerjakan kemitraan potensial tersebut. Diketahui bahwa balon bertenaga internet pemerintah merupakan ide yang diperjuangkan oleh mantan Presiden Telebrás, Caio Bonilha (Borisson, 2014).

Pemerintah Brazil telah memilih perangkat *off the shelf* untuk uji coba dan *prototype* yang dibuat oleh Altave, sebuah startup dari kota pedesaan Sao Paulo, Sao Jose dos Campos telah dipilih untuk uji coba. Idennya adalah untuk melakukan penyesuaian dan menguji kinerja untuk memungkinkan pengembangannya. Presiden Telebrá Caio Bonilha mengatakan kepada surat kabar Brasil O Estado de Sao Paulo bahwa pemerintah memilih untuk bekerja sama lebih banyak dengan pemasok nasional dan mengimpor sesedikit mungkin peralatan elektronik dari luar negeri. Namun demikian proses persaingan untuk proyek akan terbuka bagi pihak lokal dan asing. Perwakilan dari Kementerian Perhubungan mengatakan bahwa penyebaran internet melalui Loon biayanya jauh lebih rendah daripada *terrestrial*, penyebarannya juga lebih mudah dan jangkauannya lebih besar (Marie, 2013).

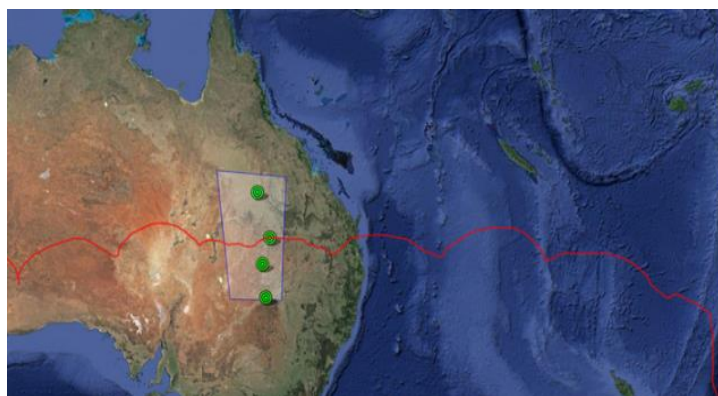
4.1.3. Australia

Di Australia, Google menjalin kerja sama dengan Telstra dengan melakukan uji coba balon udara untuk menyebarkan akses internet di Australia melalui Proyek Loon. Uji coba ini dilakukan dengan meluncurkan 20 balon udara di bagian barat Queensland pada Desember 2014. Google tidak membeli atau menyewa spektrum frekuensi Australia. Dalam proyek ini, Telstra memberi izin pada Proyek Loon untuk mengakses jaringan BTS memanfaatkan spektrum frekuensi 2,6 GHz. Balon udara yang dikembangkan

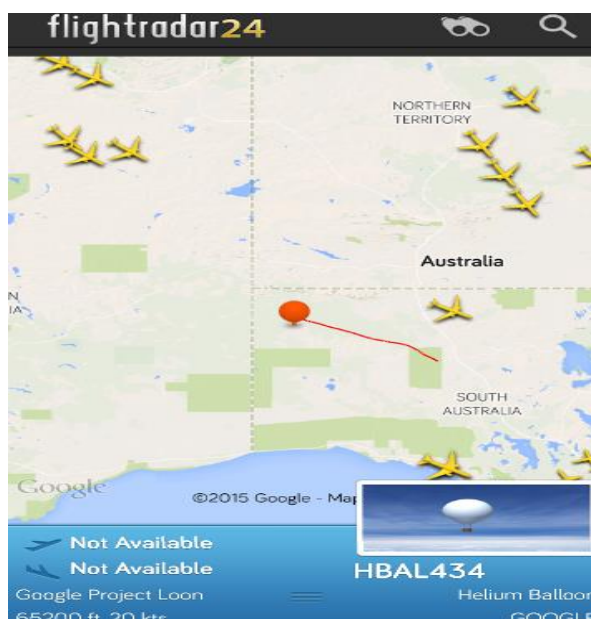
Google ini masih dalam tahap pengembangan dari laboratorium Google X setelah menjalankan uji coba terbang di Amerika Serikat dan Selandia Baru dalam dua tahun terakhir (Panji, 2014).

Google melakukan perjalanan ke Australia dalam upaya untuk menunjukkan bahwa serangkaian balon di orbit sekitar bumi dapat menyediakan akses internet untuk masyarakat di daerah yang biasanya tidak terjangkau. Balon-balon dilengkapi dengan antenna yang mengarahkan sinyal Wi-Fi ke rumah dan perangkat *mobile* di tanah. Dalam rangka uji coba tersebut, Telstra menyediakan BTS yang dibutuhkan dan akses ke ruang spektrum yang diperlukan. Proyek berikutnya dengan menyediakan stasiun pangkalan agar memungkinkan komunikasi dengan balon berisi *helium* dan akses ke spektrum radio (Tan, 2014).

Saat melakukan pengujian di Charleville, Australia. Tim Loon memanfaatkan pola angin yang berbeda dan ketinggian yang berbeda pula di stratosfer. Perjalanan dari barat-ke-timur melewati Selandia Baru. Sebuah sinyal dikirimkan agar balon turun hanya 400 meter dan mengubah arahnya ke utara. Saat balon bergerak ke utara, balon tersebut kemudian mengirim sinyal untuk meningkatkan ketinggiannya 1 km hingga 19,9 km sehingga balon dapat mengakses pola angin timur-barat yang memungkinkannya untuk bergerak kembali ke pantai timur Australia melewati jarak tempuh 468 meter dari lokasi target (Loon, 2015a).



Gambar 2. Pergerakan Loon di wilayah Australia (Loon, 2015b)



Gambar 3. Posisi Loon pada Flight radar (Mohamad, 2015)

4.1.4. Sri Lanka

Sri Lanka merupakan negara pertama di Asia Selatan yang memperkenalkan telepon bergerak pada tahun 1989 dan merupakan negara pertama di regional yang meluncurkan 4G tiga tahun yang lalu atau pada tahun 2014 (France-Presse, 2017). Pada tanggal 28 Juli 2015, ICTA, Google, dan dua perusahaan afiliasinya, yaitu Lotus Flare Holdings Limited and Rama Co. menandatangani MoU dalam rangka kerja sama implementasi Proyek Loon di Sri Lanka. Model kerja sama yang digunakan adalah *joint-venture* dimana pemerintah akan memperoleh 25% saham atas penyediaan spektrum frekuensi sedangkan operator telekomunikasi lokal diberikan opsi untuk membeli 10% saham. Jumlah balon yang dibutuhkan untuk mencakup Sri Lanka diperkirakan 15 balon (Meyer, 2016).

Uji coba Loon di Sri Lanka menggunakan tiga buah balon dimana balon pertama tiba di Sri Lanka pada tanggal 15 Februari 2017 setelah diterbangkan dari Amerika Selatan. Pada uji coba awal, pekerja perkebunan teh di Gampola, Sri Lanka menemukan balon yang sudah kempis beserta peralatan elektroniknya pada tanggal 17 Februari 2017. Badan TIK Sri Lanka, yang mengoordinir uji coba dengan Google mengatakan bahwa pendaratan balon yang dilakukan berjalan terkendali dan sesuai jadwal .

Setahun setelah uji coba, terdapat kendala dalam implementasi Proyek Loon di Sri Lanka. Pemerintah Sri Lanka telah memutuskan menunda memfasilitasi uji coba yang rencananya akan menggunakan spektrum frekuensi 700 MHz (LBO, 2017). Sebelumnya, *Telecommunication Regulatory Commission Sri Lanka* (TRCSL) telah mengajukan pita frekuensi 700 MHz untuk digunakan sebagai frekuensi uji coba Loon kepada *International Telecommunication Union* (ITU). Namun, Menteri Komunikasi, Harin Fernando mengatakan bahwa ITU menolak Google menggunakan frekuensi yang sama seperti yang digunakan operator publik untuk menyediakan internet (France-Presse, 2017). ITU telah merekomendasikan TRCSL untuk tidak mengizinkan operasional Proyek Loon tanpa berkonsultasi terlebih dahulu dengan negara tetangga Sri Lanka dan konsultasi publik di Sri Lanka. Menurut TRC, ITU di dalam RR 4.4 tidak mengizinkan penggunaan pita frekuensi 70/80 GHz, 5.8 GHz atau 700 MHz antara HAPs dan *ground station* atau antara HAPs dan HAPs (CT, 2016).

4.1.5. India

Selain di Sri Lanka, Google juga menjajaki uji coba di negara Asia lainnya yang merupakan salah satu negara berpenduduk terbesar di dunia, yaitu India. Untuk keperluan uji coba, Google mengajukan pita frekuensi 700 MHz atau 900 MHz, yang telah dilisensikan kepada operator telekomunikasi India. Menteri Union Communications and IT, Ravi Shankar mengatakan bahwa penggunaan frekuensi tersebut dapat menyebabkan interferensi dengan transmisi seluler (ET Bureau, 2015). Google telah diminta merevisi proposal yang berisi perubahan pita frekuensi yang akan digunakan (Sasi, 2016).

Selain itu, terdapat kekhawatiran dari kementerian lainnya, misal dari Kementerian Penerbangan Sipil mengenai kemungkinan Loon mengganggu jalur penerbangan. Sementara itu, Kementerian Dalam Negeri mempersoalkan mengenai kemungkinan *surveillance* eksternal dari *payload* kamera sedangkan hal yang menjadi perhatian dari Kementerian Pertahanan adalah mengenai kemungkinan balon terbang di atas fasilitas militer dan menghalangi operasional pesawat militer (ET Bureau, 2015).

Setelah melalui pertimbangan dan diskusi, pemerintah India melalui Kementerian Komunikasi dan IT rencananya memberikan izin uji coba selama hanya empat hari dengan alternatif lokasi di Andhra Pradesh atau Maharashtra yang merupakan lokasi rural. Berdasarkan pertimbangan dari Kementerian Penerbangan Sipil, lokasi dipilih dengan pertimbangan terdapat seminimal mungkin gangguan yang akan ditimbulkan terhadap ruang udara sipil. Dalam uji coba ini, Google bekerja sama dengan operator telekomunikasi BUMN BSNL. Pita frekuensi 700 MHz dan 2500 MHz merupakan pilihan terakhir kandidat frekuensi yang sedang dievaluasi , pita frekuensi 2500 MHz menjadi opsi pertama karena tidak memerlukan persetujuan Departemen Telekomunikasi India. BSNL memiliki lebar pita 20 MHz pada pita frekuensi 2500 MHz (Agrawal, 2016).

4.1.6. Indonesia

Pada Rabu, 28 September 2015, tiga CEO operator telekomunikasi yaitu Telkomsel, XL, dan Indosat menandatangani *technical trial agreement* atau kesepakatan uji coba teknis Proyek Loon dengan Google (Prihadi, 2015). Lokasi uji coba yang sudah disepakati yaitu di Gorontalo (Indosat), Madura (XL), dan Balikpapan (Telkomsel).

Loon dapat dianggap sebagai *base station* di udara sehingga pada prinsipnya memerlukan perizinan yang hampir sama dengan *base station terrestrial* sebelum dapat diuji coba. Uji coba Proyek Loon di Indonesia memerlukan beberapa frekuensi (Kominfo, 2016), yaitu:

1. Frekuensi antara eNodeB dan Pelanggan

Frekuensi yang akan digunakan adalah frekuensi 800/900 MHz yang dilisensikan kepada operator telekomunikasi eksisting.

2. Frekuensi *backhaul* antara eNodeB dan *ground station*

Frekuensi yang digunakan untuk *backhaul* adalah frekuensi *microwave* E-band 71-86 GHz, dimana dasar hukumnya mengacu pada Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika No. 33 Tahun 2015 tentang Perencanaan Penggunaan Pita Frekuensi Radio *Microwave Link* Titik ke Titik (*Point-to-Point*).

3. Frekuensi pengendali balon (*Telemetry, Tracking, and Control*)

Google rencananya akan bekerja sama dengan satelit Globalstar dan Iridium untuk keperluan *Telemetry, Tracking, and Control* (TTnC) wahana balon.

Menurut Direktorat Penataan, Google bukanlah operator telekomunikasi karena penyelenggara layanan tetap adalah operator seluler sehingga Google tidak memerlukan izin penyelenggaraan telekomunikasi maupun izin frekuensi. Namun, Google tetap harus memperoleh izin labuh asing untuk keperluan TTnC dari satelit Globalstar dan Iridium serta izin stasiun radio. Di samping itu, wahana balon Loon membawa *payload* berupa perangkat telekomunikasi dalam bentuk eNodeB sehingga diperlukan sertifikasi perangkat telekomunikasi sebelum dapat digunakan.

Selain sertifikasi perangkat radio (eNodeB) dan perizinan frekuensi radio, untuk dapat beroperasi di Indonesia, Loon memerlukan izin terbang (*flight clearance*) yang merupakan izin yang diberikan oleh Pemerintah Indonesia terhadap penggunaan pesawat udara asing tidak berjadwal yang dikeluarkan oleh Pemerintah Republik Indonesia (Kemhub, 2015). *Flight clearance* terdiri atas *diplomatic clearance* yang dikeluarkan oleh Kementerian Luar Negeri dengan mempertimbangkan kebijakan politik luar negeri, *security clearance* yang dikeluarkan oleh Markas Besar TNI dengan mempertimbangkan faktor keamanan, dan *flight approval* yang dikeluarkan oleh Kementerian Perhubungan dalam rangka pengawasan dan pengendalian kapasitas angkutan udara, hak angkut, dan penggunaan pesawat udara.

Awalnya, uji coba Loon akan dilaksanakan pada awal tahun 2016 di lima titik di atas Sumatera, Kalimantan, dan Papua (Gultom & Yuniarti, 2016). Sebelumnya, telah ada kesepakatan antara pemerintah dan Google mengenai ketentuan foto wilayah Indonesia yang tidak boleh dibawa ke luar negeri dan asuransi kecelakaan yang disebabkan malfungsi balon (Damar, 2017). Namun, belum ada perkembangan lebih lanjut mengenai kerja sama Proyek Loon dengan tiga operator telekomunikasi yaitu XL, Telkomsel, dan Indosat. Hingga saat ini, Google masih belum memperoleh *flight clearance* dari instansi yang berwenang, terutama Kementerian Perhubungan. Kementerian Perhubungan masih mengkaji isu keselamatan dari Loon yang ditempatkan di ketinggian 20 km atau dua kali ketinggian pesawat dimana terdapat jutaan rute pesawat terbang yang melintasi wilayah Indonesia.

4.2. Potensi Pengembangan Teknologi *Artificial Intelligence*

Pada awalnya, balon-balon Loon diprogram untuk terbang dengan formasi rantai. Ketika salah satu balon telah berada di luar jangkauan pada lokasi tertentu, balon yang lainnya akan menempati lokasi balon tersebut. Formasi rantai tersebut direncanakan akan mengelilingi bumi. Dengan algoritma *artificial intelligence* (AI), tim peneliti Loon berhasil membuat balon berputar di sekitar ruang udara Peru (Khanna, 2017). AI menentukan pergerakan Loon dengan memanfaatkan data penerbangan yang sudah dilakukan

sejauh 17 juta km untuk memprediksi arah mata angin pada ketinggian berbeda. Pada uji coba ini, balon tetap berada di ruang udara Peru selama 98 hari (Tung, 2016).

Balon diluncurkan dari Puerto Rico dan transit selama 12 hari. Selanjutnya, balon berada di ruang udara Peru setelah dilakukan pengaturan ketinggian sebanyak 20.000 kali. Balon mayoritas berada di stratosfer Peru pada ketinggian 20 km di atas Kota Chimbote. Jika tidak terdapat pola angin yang tetap menjaga balon di atas daratan, algoritma akan mengarahkan balon ke Samudera Pasifik untuk menjangkau angin timur yang dapat mengembalikan balon ke posisi semula (Jones, 2016).

Selain *artificial intelligence*, perkembangan Loon lainnya ditandai dengan dibuatnya *autolauncher* (ditunjukkan pada Gambar 1) di Puerto Rico, salah satu lokasi peluncuran Loon. *Autolauncher* tersebut merupakan peralatan yang menyerupai *crane* dengan ketinggian 55 kaki dan memungkinkan peluncuran balon hanya dalam waktu setengah jam (Dent, 2017).



Gambar 4. *Autolauncher* Proyek Loon
Sumber: Google di dalam (Dent, 2017)

4.3. Tantangan Alokasi Frekuensi dan Ruang Udara

Berdasarkan definisi *Radio Regulation 1.66 A* dari ITU (ITU, 2012), *High Altitude Platforms* (HAPs) adalah “a station on an object at an altitude of 20 to 50 km and at a specified, nominal, fixed point relative to the eEarth” atau HAPs adalah suatu stasiun yang berada di sebuah objek pada ketinggian 20-50 km dan pada titik yang tetap dan tertentu, relatif terhadap bumi. Meskipun, tidak bersifat stasioner/tetap karena prinsip kerja Loon yang mengelilingi *equator*, Proyek Loon tetap diklasifikasikan sebagai HAPs karena wahananya berada pada ketinggian 20 km di atas permukaan bumi.

WRC 1997 menjadi awal pembahasan alokasi frekuensi untuk HAPs dimana telah ditetapkan identifikasi global untuk *fixed service* HAPs pada pita frekuensi 47,2-47,5 GHz dan 47,9-48,2 GHz (Park, Ku, & Oh, 2008). Pada WRC- 2000, beberapa negara di *Region 3* dan Mongolia di *Region 1* mengusulkan pita frekuensi yang lebih rendah untuk HAPs karena terdapat redaman hujan pada pita frekuensi 47/48 GHz sehingga ditetapkan pita frekuensi *fixed service* tambahan untuk HAPs yaitu pada pita frekuensi 27,5-28,35 GHz untuk operasi HAPs-ke-ground dan pita frekuensi 31-31,3 GHz untuk operasi *ground-ke-HAPs*. Selain itu, pita frekuensi 2,1 GHz IMT-2000 dapat digunakan untuk layanan 3G dengan menggunakan HAPs . Selanjutnya, pada WRC-07 diidentifikasi pita frekuensi 27,9-28,2 GHz sebagai segmen umum (Park et al., 2008).

Untuk proyek pilot pertama di Selandia Baru, Proyek Loon menggunakan spektrum *unlicensed ISM* pada frekuensi 2,4 GHz dan 5,8 GHz. Selanjutnya Google mulai bekerja sama dengan operator lokal yaitu Telstra untuk uji coba di Australia masih menggunakan frekuensi 2,4 GHz namun terhubung dengan infrastruktur BTS Telstra. Selanjutnya, Google mulai menjajaki penggunaan frekuensi *licensed*, yang diawali dengan uji coba LTE di Nevada, AS. Google bekerja sama dengan Vivo dan Telebras, operator lokal di Brazil dengan menggunakan frekuensi 3G dari kedua operator tersebut. Uji coba Proyek Loon di

Indonesia juga akan menggunakan frekuensi yang telah dilisensikan pada operator lokal, dalam hal ini frekuensi 2G pada 800/900 MHz. Selain menggunakan frekuensi yang dilisensikan pada operator lokal, pada uji coba di Sri Lanka dan India, Google mengajukan frekuensi 700 MHz. Namun, ITU menolak penggunaan frekuensi yang diajukan oleh Sri Lanka untuk Proyek Loon tersebut.

Dari seluruh uji coba yang telah dan akan dilaksanakan Proyek Loon, dapat dilihat bahwa tidak terdapat frekuensi yang khusus dialokasikan oleh ITU untuk HAPs yang digunakan untuk uji coba Proyek Loon. Sementara itu, layanan HAPs, terutama Proyek Loon merupakan layanan yang melintasi batas negara sehingga frekuensi yang digunakan seharusnya merupakan frekuensi yang memang dialokasikan untuk HAPs. Penggunaan frekuensi selain frekuensi HAPs harus melewati uji interferensi dan disepakati oleh negara lain, terutama negara tetangganya. Sebagai contoh implikasinya adalah uji coba Proyek Loon di Sri Lanka, yang telah didukung oleh Pemerintah Sri Lanka namun terkendala dalam implementasinya karena tidak mendapatkan persetujuan dalam hal penggunaan frekuensi oleh ITU.

Saat ini, selain digunakan oleh pesawat terbang sipil, ruang udara dengan ketinggian di atas 60.000 kaki (18,3 km) atau disebut FL600 juga digunakan oleh Loon dan pesawat udara tanpa awak lainnya. Dengan semakin berkembangnya teknologi semacam Loon dan pesawat udara tanpa awak, ke depannya ruang udara FL600 akan semakin padat. Selama beberapa tahun ini, Google aktif berkoordinasi dengan organisasi penerbangan sipil internasional atau *Internasional Civil Aviation Organisation* (ICAO). Hal ini ditandai dengan dirilisnya *state letter* dari Sekretaris Jenderal ICAO kepada negara-negara anggotanya pada tanggal 17 Juni 2016 perihal operasi pada *high altitude* untuk balon bebas tanpa awak (ICAO, 2016). Surat ini berisi panduan bagi negara anggota dalam menilai mekanisme untuk mendukung operasi penerbangan dan keselamatan, antara lain mengacu pada *Annex 2-Rules of the Air, Appendix 5, Unmanned Free Balloons*. Selain itu, terlampir mengenai spesifikasi Loon, yang antara lain telah memenuhi ketentuan pada *Annex 2-Rules of The Air* (ICAO, 2012) mengenai penggunaan *radar reflective material*, *transponder*, dan parasut serta *safety tether*. ICAO juga melampirkan contoh standar dan prosedur untuk balon bebas tanpa awak yang telah dirilis negara Australia, Kanada, dan Selandia Baru.

Sebagai tindak lanjut dari *state letter* tersebut, ICAO membahas Proyek Loon di dalam pertemuan sesi 39 yang dihadiri oleh Komisi Eksekutif dan Komisi Teknis dimana rekomendasi yang dihasilkan adalah mendorong negara-negara anggota untuk *me-review state letter* dan prosedur penerbangan eksisting serta mendorong disusunnya *Letter of Agreement* (LoA) dengan Loon agar dapat melintas di negara tersebut. Selain itu, ICAO juga mendorong LoA baik secara bilateral maupun multilateral agar memungkinkan Loon untuk dapat menyampaikan informasi penerbangan dengan melintasi perbatasan antarnegara (CANSO, 2016).

Perkembangan teknis terbaru mengenai AI memungkinkan Loon yang dapat melayang di ruang udara tertentu pada satu waktu tanpa harus mengelilingi bumi seperti yang direncanakan sebelumnya akan berdampak pada berkurangnya jumlah balon yang dibutuhkan sehingga biaya implementasi Loon di suatu wilayah tertentu akan berkurang. Penggunaan AI akan membuat Loon lebih efisien karena tidak lagi melayang di atas laut atau samudera yang tidak ada pengguna layanannya (Khanna, 2017). Selanjutnya, dampak jangka panjang dari berubahnya prinsip kerja Loon tersebut dapat meminimalisasi perizinan untuk *overflight* di negara lain yang dilalui oleh rute Loon dan meminimalisasi dampak interferensi layanan Loon pada negara lain.

Selain isu ruang udara penggunaan frekuensi, terdapat pula kekhawatiran Loon menjadi alat *surveillance* karena relatif sulit dimonitor dan dievaluasi. Hal ini dapat menjadi masukan untuk dibuatnya standar keamanan perangkat Loon serta Standar Operasional Prosedur (SOP) terkait dengan peluncuran, pendaratan, monitoring, dan evaluasi Project Loon.

Meskipun demikian, Proyek Loon merupakan salah satu terobosan teknologi dalam mengurangi kesenjangan layanan internet, khususnya di wilayah terpencil dengan manfaat diantaranya adalah ketersediaan informasi di berbagai bidang dan ketersediaan layanan telekomunikasi secara global. Selain itu, Loon menggunakan energi terbarukan seperti matahari dan angin sehingga membantu dalam konservasi energi dan mengurangi pemasaran global.

5. Simpulan

Setelah melakukan trial di Selandia Baru, Brazil, dan Australia, saat ini Proyek Loon masih menjajaki uji coba dan komersialisasi di negara-negara Asia yaitu di India, Indonesia, dan Sri Lanka terutama negara dengan penduduk di wilayah terpencil yang masih belum mendapatkan layanan telekomunikasi. Dalam perjalanannya, uji coba dan komersialisasi Proyek Loon di beberapa negara tersebut terkendala beberapa hal, terutama dalam hal perizinan, baik alokasi frekuensi maupun penggunaan ruang udara. Kendala dari sisi frekuensi dikarenakan Proyek Loon tidak menggunakan frekuensi yang dialokasikan untuk HAPs dari ITU sehingga diperlukan uji interferensi dan kesepakatan dengan negara lain, minimal negara tetangganya. Kendala lainnya adalah perizinan ruang udara dimana beberapa negara, seperti India dan Indonesia masih mengkaji aspek keselamatan penerbangan dari Loon. Uji coba algoritma AI Proyek Loon di Peru yang memungkinkan Loon dapat melayang di wilayah udara tertentu dalam satu waktu telah membuka kemungkinan berubahnya prinsip kerja Loon yang awalnya mengelilingi bumi. Hal ini dapat berpengaruh pada berkurangnya perizinan penggunaan ruang udara dari Loon untuk melintasi negara lain atau negara di luar yang dilayani dan mengurangi kemungkinan interferensi layanan Loon pada negara lain.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam pengumpulan data, dari operator telekomunikasi dan regulator terkait serta akademisi serta khususnya kepada Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya, Perangkat, dan Penyelenggaraan Pos dan Informatika.

Daftar Pustaka

- Agrawal, S. (2016). Google's Project Loon internet balloon "crashes" in maiden Sri Lanka test flight. Retrieved May 6, 2017, from <http://economictimes.indiatimes.com/industry/tech/internet/google-may-get-government-nod-to-conduct-pilot-for-project-loon-in-india/articleshow/52408455.cms>
- Ahn, C.-J. (2016). An applicable 5.8 GHz wireless power transmission system with rough beamforming to Project Loon. *ICT Express*, 2(2), 3–6. <https://doi.org/10.1016/j.ict.2016.02.011>
- Andurkar, P. A. G. (2016). A Review Paper on P roject " LOONS ." *International Journal of Advanced Research In Computer and Communication Engineering*, 5(3), 132–138. <https://doi.org/10.17148/IJARCC.2016.5335>
- Bhatt, S. J., & Ambekar, K. (2016). Google loons. *International Journal of Computer Engineering & Technology*, 7(4), 59–66.
- Borisson, R. (2014). Watch Google's Project Loon Bring Internet To A School In Brazil. Retrieved May 5, 2017, from Watch Google's Project Loon Bring Internet To A School In Brazil
- CANSO. (2016). *Project Loon- Floating Cell Phone Towers In the Sky*.
- CT. (2016). Google Loon not doomed – ICTA Can't proceed without neighbours' consent – TRCSL - Ceylontoday.lk. Retrieved May 27, 2017, from <https://ceylontoday.lk/print20161101CT20161231.php?id=11481>
- Damar, A. M. (2017). Google Sepakati 2 Hal Ini Sebelum Luncurkan Balon Loon. Retrieved May 8, 2017, from <http://tekno.liputan6.com/read/2442566/google-sepakati-2-hal-ini-sebelum-luncurkan-balon-loon>
- Darokar, M. P., & Astonkar, D. V. (2017). Provide high altitude network by using Project Loon. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 4(1), 659–662. Retrieved from <https://www.irjet.net/archives/V4/i1/IRJET-V4I1112.pdf>
- Dent, S. (2017). Project Loon shows off autolauncher at work in Puerto Rico. Retrieved May 8, 2017, from <https://www.engadget.com/2016/02/26/project-loon-autolauncher-peurto-rico/>
- ET Bureau. (2015). Google's Project Loon Flies Rough Weather in India. Retrieved May 8, 2017, from <http://telecom.economictimes.indiatimes.com/news/googles-project-loon-flies-rough-weather-in-india/50138186>
- France-Presse, A. (2017). Google's Internet-Beaming Project Loon Balloons Hit Legal Snag in Sri Lanka. Retrieved May 8, 2017, from <http://gadgets.ndtv.com/internet/news/googles-internet-beaming-project-loon-balloons-hit-legal-snag-in-sri-lanka-1660221>
- Gayashani, K. K. P., Indradasa, S. T., Kahatapitiya, K. P. L., Umaraji, S., Seram, S. R. De, & Dhammearatchi, D. (2016). Loon Balloon plus : Future Implementations of Google Loon Project . *Imperial Journal of Interdisciplinary Research*, (5), 993–997.
- Google. (2017). Project Loon. Retrieved May 5, 2017, from <https://x.company/loon/>
- Gultom, A. D., & Yuniarti, D. (2016). Kajian Teknologi High Altitude Platform (HAP) Study of High Altitude Platform (HAP) Technology. *Buletin Pos Dan Telekomunikasi*, 14(1), 11–22. <https://doi.org/10.17933/bpostel.2016.140102>
- ICAO. Annex 2 to the Convention on International Civil Aviation: Rules of The Air, Annex 2 to the Convention on International Civil Aviation: Rules of The Air § (2012).

- ICAO. (2016, June). High Altitude Operations of Unmanned Free Balloons. *Safety Bulletin IFALPA: The Global Voice of Pilots*, (16SAB04).
- ITU. (2012). *Radio Regulations Articles*. Geneva.
- Jones, B. (2016). Google's Project Loon runs test of balloon-based internet service over Peru. Retrieved March 10, 2017, from <http://www.digitaltrends.com/mobile/google-project-loon-successful-test-peru/>
- Kammani, K., & Suratkar, C. (2015). A Review Paper on Google Loon Technique. *International Journal of Research In Science & Engineering*, 1(1), 167–171.
- Katikala, S. (2014). Google Project Loon. *Rivier Academic Journal*, 10(2), 3–8.
- Kelion, L. (2015). Google Project Loon Internet Balloons to circle earth. Retrieved May 5, 2017, from <http://www.bbc.com/news/technology-34660205>
- Kemhub. Peraturan Menteri Perhubungan No. 66 Tahun 2015 tentang Kegiatan Angkutan Udara Bukan Niaga dan Angkutan Udara Niaga Tidak Berjadwal Luar Negeri dengan Pesawat Udara Sipil Asing ke dan Dari Wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia, Pub. L. No. PM 66 Tahun 2015 (2015). Indonesia.
- Khandelwal, N. (2016). Google Loons. *SSRG International Journal of Computer Science and Engineering*, 3(8), 92–94.
- Khanna, M. (2017). Alphabet's Project Loon balloon has now learned to loiter.
- Kominfo. (2016). HAPS (High Altitude Platform Station). Jakarta: Direktorat Penataan, Ditjen SDPPI Kementerian Komunikasi dan Informatika.
- Kumar, L., & Kumar, K. (2015). Revolution in Connecting World through Internet 1. *International Journal of Engineering Technology Scienc and Research*, 2(11), 98–101.
- LBO. (2017). Google loon may leave Sri Lanka, corruption accusation baseless: Harin – Lanka Business Online. Retrieved February 28, 2017, from <http://www.lankabusinessonline.com/google-loon-may-leave-sri-lanka-corruption-accusation-baseless-harin-fernando/>
- Loon, P. (2015a). Project Loon. Retrieved from <https://plus.google.com/s/project-loon-australia/top>
- Loon, P. (2015b). Project Loon. Retrieved from <https://plus.google.com/photos/103068231639729844333/album/6127591845511714017/6127591851635659154>
- Marie, A. (2013). Balloons to bring internet to remote areas in Brazil. Retrieved May 5, 2017, from <http://www.zdnet.com/article/balloons-to-bring-internet-to-remote-areas-in-brazil/#null>
- Meyer, D. (2016). Google's Internet Balloons Are Arriving In Sri Lanka | Fortune.com. Retrieved March 1, 2017, from <http://fortune.com/2016/02/16/google-loon-sri-lanka/>
- Mohamad, H. (2015). No Title. Retrieved from <https://plus.google.com/photos/photo/110555675862699632812/6111716750118729746?icm=false>
- Panji, A. (2014). Google Uji Balon Internet di Australia. Retrieved May 5, 2017, from <http://www.cnnindonesia.com/teknologi/20141118155206-185-12297/google-uji-balon-internet-di-australia/>
- Parab, P., & Warghade, S. (2017). Project loon internet for all. *International Journal of Research In Science & Engineering*, (7), 369–375.
- Park, J. M., Ku, B. J., & Oh, D. S. (2008). Technical and Regulatory Studies on HAPS. In *2008 IEEE Globecom Workshops* (pp. 1–5). New Orleans: IEEE.
- Praveen, C. (2016). Project Loon:Internt to Rural and Remote Area. *International Journal of Pharmacy & Technology*, 8(4), 20739–20746.
- Prihadi, S. D. (2015). 2016, Balon Internet Google Mulai Terbang di Indonesia.
- Punch, K. F. (2009). *Introduction to Research Methods in Education* (First Edit). Sage Publications Ltd.
- Sasi, A. (2016). Google asked to revise frequency for Project Loon; Microsoft's White Spaces to connect schools. Retrieved March 6, 2017, from <http://indianexpress.com/article/technology/tech-news-technology/expanding-internet-reach-in-india-google-asked-to-revise-frequency-for-loon-white-spaces-to-connect-schools/>
- Sepphala, T. J. (2015). a single google baloon Delivered Internet From Chili to Australia. Retrieved from <https://www.engadget.com/2015/03/19/project-loon-chile-australia-test/>
- Tan, I. (2014). Google Tes Balon Internetnya di Australia. Retrieved May 8, 2017, from <http://techlife.co.id/2014/11/18/google-tes-balon-internetnya-di-australia/>
- Tiwari, R. M. (2016). Study on Google 's Loon Project. *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology*, 5(5), 1568–1574.
- Tung, L. (2016). Google's Project Loon: Now AI can steer its 4G-beaming balloons to right part of sky. Retrieved March 10, 2017, from <http://www.zdnet.com/article/googles-project-loon-now-ai-can-steer-its-4g-beaming-balloons-to-right-part-of-sky>