

ANALISA PERENCANAAN JARINGAN *LONG TERM EVOLUTION INDOOR* DI STASIUN GAMBIR

ANALYSIS OF *LONG TERM EVOLUTION INDOOR NETWORK PLANNING* IN GAMBIR STATION

Muhammad Hafizh Triaoktora Uke Kurniawan Usman, Ir., MT Dr. Rendy Munadi, Ir., MT.³

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, Universitas Telkom

³ Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

¹ hafizhtriaoktora@gmail.com

² usman.uke@gmail.com

³ rendymunadi@telkomuniversity.ac.id

ABSTRAK

Salah satu tempat yang potensial untuk dilakukan perencanaan jaringan seluler adalah Gedung Stasiun Gambir. Hal ini dikarenakan banyaknya pengunjung yang ada pada gedung tersebut, dan konstruksi bangunan atau dinding – dinding yang tebal dari bangunan stasiun menyebabkan penerimaan sinyal seluler pada sisi *user* yang berada dalam gedung tersebut menjadi kurang baik. Untuk mengatasi hal tersebut, perlu dilakukannya perencanaan jaringan *Long Term Evolution* (LTE), agar *user* yang berada di dalam gedung tersebut dapat menikmati layanan komunikasi data yang cepat dan handal, serta dapat diakses dimana pun dan kapan pun.

Pada perencanaan ini dilakukan dua perhitungan untuk mendapatkan jumlah antenna yang diperlukan pada masing – masing gedung , yaitu perhitungan secara *coverage*, dan perhitungan secara *capacity*.

Perancangan jaringan LTE ini di simulasikan menggunakan *software* RPS 5.4 (*Radio Propagation Simulator*) untuk simulasi *coverage*. Simulasi ini menggunakan dua skenario, skenario pertama menggunakan jumlah perhitungan *coverage*, hasil perhitungan *coverage* sebanyak 15 antenna dan skenario kedua menggunakan perhitungan *capacity* pada hasil perhitungan *capacity* sebanyak 10 antenna. Dari hasil simulasi, skenario *capacity* merupakan skenario terbaik dengan nilai *signal strength* yang diterima oleh user atau nilai rata-rata *Receive Signal Level* (RSL) yang didapat sebesar -42.80 dBm, sedangkan nilai rata-rata *Signal Interference Ratio* (SIR) yang didapat adalah 12.12 dB. Pada penelitian ini dihitung juga *throughput* dari masing– masing skenario, nilai *throughput* yang didapat oleh kedua skenario adalah sama yaitu 1008 Kbps untuk tiap terminalnya.

Kata Kunci : LTE, Coverage, Capacity, Link Budget, RSL, SIR, Throughput.

ABSTRACT

One of the places potentially for cellular network planning is performed building Gambir Station. This is because many visitors are there in the building, and construction of buildings or walls - thick walls of the building station caused cellular signal reception on the user side who are in the building to be less good. To overcome this, needs to do the design of a network of Long Term Evolution (LTE), so that users who are inside the building can enjoy fast data communication services and reliable, and can be accessed anywhere and anytime.

In this planning performed two calculations to obtain the required number of antennas on each - each building, ie calculation of coverage, and the calculation capacity. In this design used the following parameters RSL, SIR and throughput.

The design of the LTE network is accompanied by a simulation using the RPS 5.4 software (*Radio Propagation Simulator*) for simulating coverage. This simulation uses two scenarios, The first scenario uses the results of the calculation of the number of antennas and antenna coverage of as many as 15 second scenario uses the number of antennas on the calculation of capacity of 10 antennas, the results of the simulation, scenario capacity is the best scenario with *signal strength* value received by the user or the value of the *Receive Signal Level* (RSL) which obtained at -42.80 dBm, while the value of *Signal Interference Ratio* (SIR) is obtained is 12.12 dB. In this study also calculated the throughput of each - each scenario, the throughput obtained by the two scenarios is the same - at 1008 Kbps for each terminal.

Kata Kunci : LTE, Coverage, Capacity, Link Budget, RSL, SIR, Throughput.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Salah satu lingkup penerapan jaringan LTE adalah Stasiun Gambir yang termasuk kategori tempat umum yang memerlukan adanya layanan akses data yang memadai. Melihat kondisi tersebut perlu adanya suatu layanan akses komunikasi data yang handal dan cepat untuk memenuhi kebutuhan komunikasi para pengunjung. Untuk melayani banyaknya pengunjung, tidak cukup tergantung kepada eNode B yang di luar saja, dikarenakan keterbatasan jangkauan dan kapasitas eNodeB itu sendiri. Untuk mewujudkan layanan LTE tersebut, perlu adanya suatu perancangan jaringan LTE indoor di dalam tersebut. Dengan adanya perencanaan jaringan LTE ini diharapkan dapat membantu memberikan perencanaan jaringan LTE indoor serta informasi – informasi yang diperlukan untuk mengimplementasikan jaringan LTE indoor tersebut, sehingga dapat menjadi acuan untuk Stasiun tersebut jika ingin melakukannya.

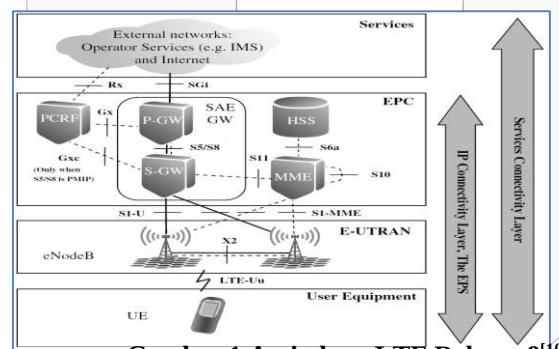
Dalam Tugas Akhir ini, akan dilakukan Perancangan *Coverage* dan *Capacity* Jaringan LTE Indoor pada Stasiun Gambir dan mensimulasikannya dengan menggunakan software RPS 5.4 untuk simulasi dan analisa berdasarkan *coverage*.

2. Dasar Teori

2.1. Konsep Dasar Teknologi Long Term Evolution (LTE)^[10]

Long Term Evolution (LTE) merupakan sebuah nama yang diberikan pada sebuah proyek dari *Third Generation Partnership Project (3GPP)* untuk memperbaiki standar teknologi seluler generasi ketiga (3G) yaitu UMTS WCDMA. Teknologi LTE merupakan pengembangan dari teknologi sebelumnya, yaitu UMTS (3G) dan HSDPA (3.5), dan LTE disebut sebagai kandidat generasi keempat (4G). Teknologi ini mampu memberikan kecepatan akses data hingga mencapai 100 Mbps pada sisi *downlink* dan 50 Mbps pada sisi *uplink*. Selain itu, LTE mampu mendukung aplikasi yang secara umum terdiri dari layanan *voice*, *data*, *video*, termasuk juga IP TV. Layanan-layanan yang ditawarkan *full IP based*. Keunggulan dari LTE dibandingkan dengan teknologi sebelumnya selain dalam hal kecepatan akses data, LTE dapat memberikan *coverage* dan kapasitas dari layanan yang lebih besar, mengurangi biaya dalam operasional, mendukung penggunaan multiple-antena, fleksibel dalam penggunaan *bandwidth*, dan dapat saling *internetworking* dan *interconnection* dengan jaringan existing yang sudah ada sebelumnya.

2.2 Arsitektur LTE^[10]



Gambar 1. Arsitektur LTE Release 8^[10]

2.3 Indoor Network Planning (Perencanaan Jaringan Indoor)^[12]

Perencanaan Jaringan Indoor adalah suatu perencanaan sistem dengan perangkat pemancar dan penerima (*transceiver*) yang dipasang didalam gedung yang bertujuan untuk melayani kebutuhan akan telekomunikasi dalam gedung tersebut baik kualitas sinyal, cakupan (*coverage*) maupun kapasitas *traffic*nya. Sebenarnya sistem ini memiliki prinsip yang sama BTS dengan sel standar, dengan perangkat pemancar dan penerima (*transceiver*), Basis kapasitas trafik biasanya digunakan untuk:

- *Public Access area* (mall, bandara, stadion hotel, rumah sakit dan lain lain), merupakan tempat-tempat umum yang sering dikunjungi tiap harinya.

2.4 Radio Link Budget

Perhitungan *Radio Link Budget* digunakan untuk mengestimasi maksimum pelemahan sinyal yang dibolehkan antara *mobile antenna* dan *base station antenna*. Nilai maksimum pelemahan sinyal ini biasa disebut dengan *Maximum*

Allowable Path Loss (MAPL). Untuk mencari MAPL , dilakukan perhitungan dengan persamaan – persamaan rumus berikut ini :

1. Loss saluran

$$L_{\text{saluran}} = \Sigma L_{\text{feeder}} + \Sigma L_{\text{splitter}} + \Sigma L_{\text{tapper}} + \Sigma L_{\text{jumper}} + \Sigma L_{\text{connector}} + \Sigma L_{\text{backbone}} \dots (1)^{[7]}$$

2. EIRP

$$\text{EIRP} = P_{\text{in}} + L_{\text{saluran}} + \text{Gain Antena} \dots (2)^{[7]}$$

2.5 Model Propagasi COST 231 Multi Wall

Pada COST 231 Model seluruh dinding pada bidang vertical antara *transmitter* dan *receiver* dipertimbangkan dan untuk masing-masing dinding dengan properties materialnya diperhitungkan juga. Dengan bertambahnya dinding yang dilewati sinyal maka attenuasi dinding berkurang, sehingga pada model COST 231 model ini akan mendapatkan hasil yang sesuai dengan kondisi ruangan.

$$L_T = L_{\text{FSL}} + L_C + \sum_{i=1}^M n_{wi} L_{wi} + n_f \left[\frac{n_f + 2}{n_f + 1} - b \right] L_f \dots (3)^{[7]}$$

2.6 Perencanaan Sel LTE dengan Physical Cell Identity (PCI)

LTE memiliki arsitektur yang lebih sederhana jika dibanding dengan 2G dan 3G. Setiap cell dilayani oleh eNodeB, dalam manajemen handover dilakukan dengan cara *signalling* secara langsung antar eNodeB, tidak melalui RNC/BSC seperti pada 3G dan 2G. Salah satu dari metode *Self System Interference Solution* yang digunakan untuk perencanaan ini adalah dengan Metode *Physical Cell Identity* (PCI). PCI memiliki 504 kode dengan pembagiannya terdapat 168 grup pada 3 identitas cell.

Tabel 1. Alokasi PCI^[9]

	0	1	2	...	163	164	165	166	167
0	0	3	6	...	489	492	495	498	501
1	4	7	10	...	493	496	499	502	1
2	8	11	14	...	497	500	503	2	5

3. Perancangan System

3.1. Profil Stasiun Gambir

Berikut ini adalah spesifikasi dari Stasiun gambir.

Tabel 2. Spesifikasi Gedung Stasiun Gambir

Gedung	Luas Gedung (m ²)	Tinggi Gedung (m)
Lantai Dasar	6075	5
Lantai 1	6075	5
Lantai 2	6075	5

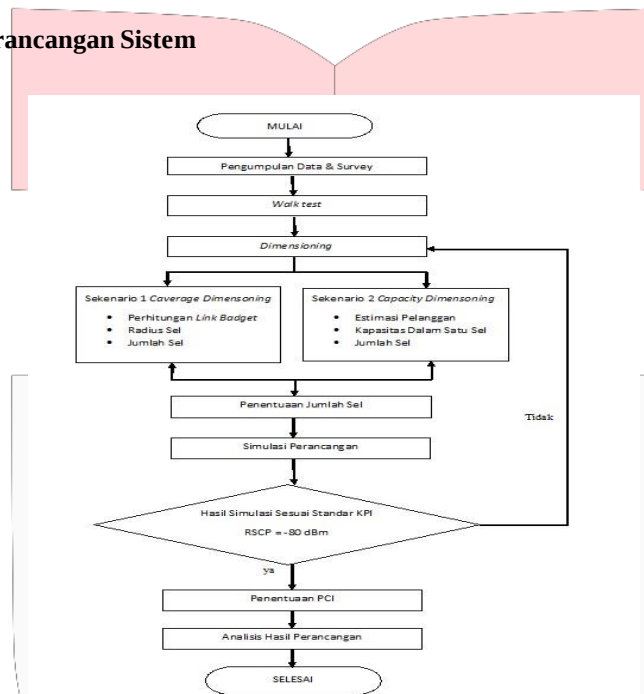
Gedung Stasiun Gambir memiliki 3 lantai dengan luas yang sama tiap lantainya dan tinggi yang dimiliki tiap lantainya adalah rata - rata setinggi 5 m.

3.2 Langkah Perencanaan

Adapun langkah – langkah dalam perencanaan ini adalah :

- Melakukan pengumpulan data seperti denah keseluruhan Stasiun tiap lantainya, informasi jumlah pengunjung, dan melakukan survei operator yang digunakan serta layanan seluler yang sering digunakan.
- Melakukan *walktest* untuk mengetahui kondisi jaringan pada tempat perencanaan, Stasiun Gambir.
- Melakukan perhitungan *link budget*, *coverage* antena dan total *loss* yang terjadi untuk mendapatkan jumlah antena berdasarkan perhitungan *coverage*. Melakukan perhitungan *capacity*, untuk mendapatkan jumlah antena.
- Melakukan simulasi penempatan antena dengan menggunakan simulator RPS 5.4.
- Membandingkan apakah hasil perencanaan sesuai dengan standar KPI dan standar Telkomsel
- Melakukan pengalokasian nomor *Physical Cell Identity*
- Melakukan analisa hasil perencanaan.

3.3 Diagram Alir Perancangan Sistem



Gambar 3. Diagram Alir Perancangan

3.4 Pengukuran di Lapangan (Walktest)

Dalam melakukan perencanaan indoor, terlebih dahulu kita harus mengetahui bagaimana kualitas sinyal yang ada di dalam bangunan tersebut. Oleh karenanya, proses *walktest* merupakan tahap yang penting untuk mengetahui kondisi tersebut. *Walktest* dilakukan sebagai acuan untuk perencanaan jaringan indoor, jika hasil *walktest* tidak sesuai dengan yang diharapkan oleh *user*. Selain itu, terdapat beberapa parameter yang harus diperhatikan pada saat melakukan *walktest* karena parameter tersebut yang menjadi acuan layak atau tidaknya suatu perencanaan indoor yang akan dilakukan. Beberapa parameter yang harus diperhatikan adalah RSCP dan *Throughput*. Parameter-parameter tersebut harus disesuaikan dengan standar KPI (Key Performance Indicator) 3GPP dan Standar KPI dari vendor telekomunikasi yang dipakai, yaitu Telkomsel sebesar $\geq -70\text{dBm}$.

Tabel 3. Standar KPI 3GPP^[11]

RSCP (dBm)	
Range	Grade
-130 to -100	Poor
-100 to -90	Intermediate
-90 to -80	Very good
-80 to -70	Excellent

Ec/No (dB)	
Range	Grade
-20 to -15	Poor
-15 to -13	Intermediate
-13 to -11	Very good
-11 to -5	Excellent

Dari Hasil walktest di atas dapat diambil data dan kesimpulan sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil Walktest tiga lantai Stasiun Gambir

No	Lokasi	RSCP (dBm)	Throughput (Kbps)
1	Lantai dasar	-86.05	144.12
2	Lantai 1	-86.25	363.77
3	Lantai 3	-106.81	151.77
Rata - rata		-93.036	219.88

3.5 Model Propagasi COST 231 Multiwall^[5]

Link budget ini digunakan untuk memperhitungkan seberapa jauh cakupan *picocell* yang akan dijangkau. Perhitungan ini diawali dengan menentukan sensitivitas receive dari penerima. Dalam tugas akhir ini digunakan modulasi 64 QAM *bandwidth* 10 MHz, sehingga hasil perhitungan *sensitivity receiver* sebesar -125.475 dB.

Model ini menggabungkan antara L_{FSL} (*free space loss*) dan rumus redaman *indoor*., maka perhitungan per lantainya :

$$L_T = L_{FSL} + L_C + \sum_{i=1}^M n_{wi} L_{wi} + n_f \left[\frac{n_f + 2}{n_f + 1} - b \right] L_f$$

Dengan *indoor loss* ($\sum_{i=1}^M n_{wi} L_{wi}$) sebesar 56.1dB didapat :

$$20^{10} \log d = 66.776 - 98.94 - 1$$

$$d = 21.99 \text{ m}$$

didapat radius antenna *indoor* sebesar = 21.99 m

Pada perencanaan ini, antenna yang digunakan adalah antenna omnidirectional, maka Luas cell = $2,6 d^2$

$$R = 2.6 (21.99)^2 = 1257.256 \text{ m}^2$$

Dari hasil perhitungan dapat diambil kesimpulan :

Tabel 5. Perencanaan Coverage 3 lantai Stasiun Gambir

No	Lokasi	Jumlah Antena
1	Lantai Dasar	5
2	Lantai 1	5
3	Lantai 2	5
Jumlah Antena		15

3.6 Perencanaan Berdasarkan Capacity

Perencanaan kapasitas dilakukan untuk menentukan jumlah *user* yang dapat dicakup dalam suatu sel. Pada penelitian ini, perhitungan *capacity* akan dilakukan dengan menggunakan jumlah user rata – rata di tiap lokasi per harinya. Berikut ini adalah jumlah rata-rata pengunjung beserta karyawan per hari di lokasi Stasiun Gambir, serta perkiraan jumlah *user* pada tahun ke-5 setelah perencanaan berdasarkan persamaan 2.8 dengan menggunakan faktor pertumbuhan 23% sesuai dengan data pertumbuhan pengunjung Stasiun Gambir.

Perkiraan jumlah user pada tahun ke-5 :

$$P_5 = P_0(1 + 23\%)^5 = 2018 \times (1 + 23\%)^5 = 5682$$

$$U_{\text{target}} = P_5 \times 0.33 \times 0.6 = 5682 \times 0.33 \times 0.6 = 1125$$

Asumsi 40% dari total target user melakukan komunikasi

$$1125 \times 40\% = 450$$

Tabel 6. Perencanaan Capacity Tiga lantai Stasiun Gambir

Lantai	Jumlah User	Antena
Dasar	248	5
1	68	2
2	135	3
Total	451	10

4. Analisa Perancangan Dan Simulasi

4.1 Simulasi Perencanaan

Jumlah antena yang didapat pada perhitungan *Coverage* adalah:

- a) Lantai Dasar : 5 Antena
- b) Lantai 1 : 5 Antena
- c) Lantai 2 : 5 Antena

Sedangkan jumlah antena pada perhitungan *Capacity*

- a) Lantai Dasar : 5 Antena
- b) Lantai 1 : 2 Antena
- c) Lantai 2 : 3 Antena

Tabel 7. Hasil Akhir Simulasi Perencanaan LTE Stasiun Gambir

Skenario		Skenario 1			Skenario 2			Penjelasan
Lokasi		Lantai Dasar	Lantai 2	Lantai 3	Lantai Dasar	Lantai 2	Lantai 3	
Standar RSCP	Standar RSCP 3GPP (dBm)	≥-80	≥-80	≥-80	≥-80	≥-80	≥-80	Standar 3GPP
	Standar RSCP Telkomsel (dBm)	≥-70	≥-70	≥-70	≥-70	≥-70	≥-70	Standar Telkomsel
Standar Throughput LTE (kbps)		268	268	268	268	268	268	Standar Telkomsel
Allowed Propagation Loss (dB)		62.74637	62.74637	62.74637	62.74637	62.74637	62.74637	Hasil Perhitungan
Hasil RSL (dBm)		-41.63	-41.69	-37.34	-40.90	-47.25	-40.26	Hasil Simulasi
Rata Rata RSL (dBm)		-40.22			-42.80			Rata-rata Simulasi
Throughput (kbps)		1008	1008	1008	1008	1008	1008	Hasil Perhitungan
Nilai SIR (dB)		11.87	8.21	5.33	12.99	17.32	6.06	Hasil Simulasi
Rata Rata SIR (dB)		8.47			12.12			Rata-rata Simulasi
Nilai SIR Perhitungan (dB)		6.28			6.28			Hasil Perhitungan
Jml Antena		5	5	5	5	2	3	-
Total Antena		15			10			-
Keterangan		Pilih skenario 2 karena nilai RSL Rata-rata lebih besar dari nilai RSL skenario 1 dan memenuhi standar 3GPP dan Telkomsel						

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari perancangan *coverage* jaringan *indoor* LTE di Stasiun Gambir sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil simulasi dengan perhitungan *Coverage* dengan antena berdaya pancar 10 dBm, didapat jumlah antena yang diperlukan adalah 15, dengan nilai rata-rata RSL sebesar -40.22 dBm, SIR 8.47 dB dan *Throughput* sebesar 1008 kbps.
2. Berdasarkan hasil simulasi dengan perhitungan *Capacity*, didapatkan jumlah antena sebesar 10 antena dengan distribusi sebagai berikut 5 antena di lantai dasar , 2 antena di lantai 1 dan 3 antena di lantai 2, dengan didapat nilai rata-rata RSL sebesar -42.80 dBm, SIR 12.12 dB dan *Throughput* sebesar 1008 kbps.
3. Untuk nilai parameter RSL nilai yang didapat untuk skenario 1 sebesar -40.22 dBm (sangat baik). RSL yang didapat skenario 2 sebesar -42.80 dBm (sangat baik). Hasil tersebut sudah sesuai dengan standar 3GPP (≥ -80 dBm) dan standar Telkomsel (≥ -70 dBm), dari perhitungan secara teori, didapat nilai RSL yaitu sebesar -43.2424 dBm.
4. Untuk nilai parameter *Throughput* nilai yang didapat sebesar 1.008 kbps untuk kedua skenario, karena masing – masing skenario menggunakan picocell dengan kapasitas user maksimal 50 user. Hasil tersebut sesuai dengan standar Telkomsel yaitu minimal 268 kbps.

5. Nilai rata rata SIR yang didapat pada skenario 1 adalah 8.47 dB di Stasiun Gambir dan pada skenario 2 didapat 12.12 dB . Berdasarkan nilai SIR, skenario yang dipilih adalah skenario 2 karena nilai SIR yang lebih tinggi dari pada nilai SIR skenario 1 , didapat juga nilai SIR dari hasil perhitungan sesuai teori sebesar 6.28 dB untuk masing masing selnya dengan asumsi terdapat 2 sumber interferensi dengan jarak 65 m, 50 m, dan 75 m dari sumber penginterferensi ke MS.
6. Skenario yang terbaik Dari parameter RSL, *throughput*, dan SIR adalah skenario ke 2.
7. Alokasi Physical Cell Identity sebanyak 10 nomor sesuai dengan jumlah antenna yang didapat, karena tiap antenna / access point tidak ada pembagian sektor, dan antenna yang dipakai adalah antenna omni.

Daftar Pustaka :

- [1] 3GPP. 2013. *LTE Key Performance Indicators for LTE RF Design*. 3GPP. [Accessed at 18 July 2014].
- [2] 3GPP. *LTE Key Performance Indicators for LTE RF Design*. 3GPP. 2013.
- [3] Anandita, Arya. “*Laporan Kerja Praktek di Transport & Interconnection Division di PT. Telekomunikasi Seluler Area Bali Nusra*”. Bali. 2013
- [4] Holma, H & A. Toskala. 2010. “*WCDMA for UMTS: HSPA Evolution and LTE*”, John Wiley & Sons. United Kingdom.
- [5] Huawei. 2013. “*LTE – Radio Network Planning*”. Huawei.
- [6] Khoirul Rizky, Akhmad. 2014. *Analisa Perancangan Coverage Area Dari UMTS Femtocell pada Apartemen Buah Batu Dengan Alokasi Primary Scrambling Code*. Telkom University. Bandung.
- [7] Mobile Comm Laboratory. 2013. *Femtocell LTE Planning*. Institut Teknologi Telkom. Bandung.
- [8] Mobile Comm Laboratory. 2013. *LTE RF Planning*. Institut Teknologi Telkom. Bandung.
- [9] Usman, Uke Kurniawan . 2008. *Modul ajar Sistem Komunikasi Nirkabel*. Telkom University. Bandung.
- [10] Usman, Uke Kurniawan. dkk. 2012. *Fundamental Teknologi Seluler LTE*. Penerbit Rekayasa Sains. Bandung.
- [11] Wibisono, Gunawan, dkk. 2008. *Konsep Teknologi Seluler* . Penerbit Informatika. Bandung.
- [12] Zhang Jie and Guillaume de la Roche. 2011. *Femtocells : Technologies and Deployment*. Wiley. America.