

TIGA KOMPONEN TEKNOLOGI UTAMA LTE-ADVANCED PRO UNTUK MENCAPAI GIGABYTE

Teten Dian Hakim, Guswandi, Abdullah Sumrahadi

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana

Jl. Kampus UKNRIS, Jatiwaringin, Jakarta 13077

Email: tetendianhakim@unkris.ac.id, Email: guswandi@unkris.ac.id, Email: abdullahsumrahadi@unkris.ac.id

Abstrak. Pemanfaatan teknologi 4G saat ini masih belum optimal dan masih belum cukup untuk memenuhi peningkatan jumlah pelanggan dalam akses data yang membutuhkan kecepatan data yang lebih cepat dan kapasitas yang lebih besar yang dihasilkan dari trafik video, 3D game online dan juga dari jaringan media sosial pada smartphone, PC mobile dan tablet. Meningkatnya jumlah pengguna komunikasi data, yang berdampak semakin besar jumlah trafik data yang dihasilkan dalam sistem jaringan seluler. Oleh karena itu, operator seluler tidak hanya perlu meningkatkan jumlah cell site (NodeB) untuk mengantisipasi volume data trafik yang sangat besar ini. Dengan penerapan gabungan tiga komponen utama pada teknologi 4.5G (LTE-Advance Pro) seperti carrier aggregation atau massive component carrier (CC), skema modulasi 256-QAM dan konfigurasi antena 4x4 MIMO dapat meningkatkan kecepatan data dan kapasitas sistem jaringan 4G-LTE. Dari hasil pengujian dan percobaan yang dilakukan oleh para operator jaringan 4.5G-LTE A Pro di region Asia, MEA dan Eropa dengan menggunakan kombinasi tiga komponen utama ini didapatkan kecepatan downlink dari 1 Gbps sampai 4 Gbps. Hasil kecepatan data yang berbeda yang dicapai oleh para operator seluler ini dikarenakan penggunaan banyaknya jumlah component carrier dan total bandwidth yang berlainan. Dengan mengimplementasikan gabungan tiga komponen utama pada teknologi 4.5-LTE-A Pro dengan 3 (tiga) component carrier (CC) yang diaggregate, menggunakan sistem skema modulasi 256-QAM dan konfigurasi antena MIMO 4x4 di sisi transmitter dan receiver, kecepatan downlink 1 gigabyte dapat dicapai..

Kata kunci: LTE-A, QAM, MIMO, 4.5G, Component Carrier

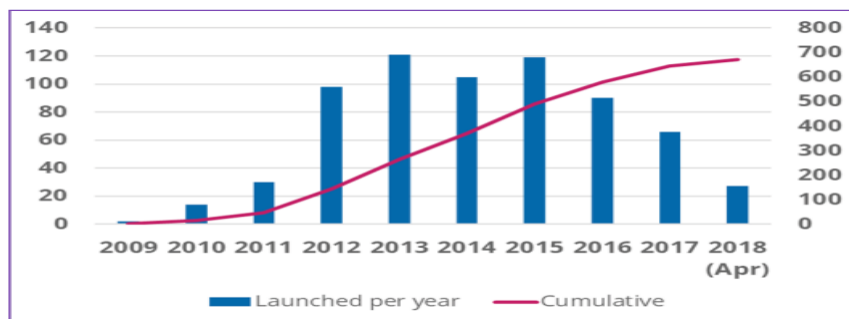
Abstract. Utilization of 4G technology is currently not optimal and still not enough to meet the increasing number of customers in data access that requires faster data rates and greater capacity resulting from video traffic, 3D games online and also from social media networks on smartphones, Mobile and tablet PCs. The increasing number of data communication users, which has an impact on the greater amount of data traffic generated in cellular network systems. Therefore, cellular operators do not only need to increase the number of cell sites (NodeB) to anticipate this huge volume of traffic data. By applying a combined three main components to 4.5G technology (LTE-Advance Pro) such as carrier aggregation or massive component carrier (CC), 256-QAM modulation scheme and 4x4 MIMO antenna configuration can increase data speed and capacity of 4G-LTE network systems. From the results of tests and experiments carried out by operators of 4.5G-LTE A Pro networks in Asia, MEA and Europe using a combination of three main components, the downlink speeds from 1 Gbps to 4 Gbps were obtained. The results of different data speeds achieved by cellular operators are due to the use of a large number of different component carriers and total bandwidth. By implementing a combination of three main components on 4.5-LTE-A Pro technology with 3 (three) aggregated

carrier components (CC), using a 256-QAM modulation scheme system and configuration of 4x4 MIMO antennas on the transmitter and receiver side, the downlink speed of 1 gigabyte can be achieved.

Keywords: LTE-A, QAM, MIMO, 4.5G, Component Carrier

1. PENDAHULUAN

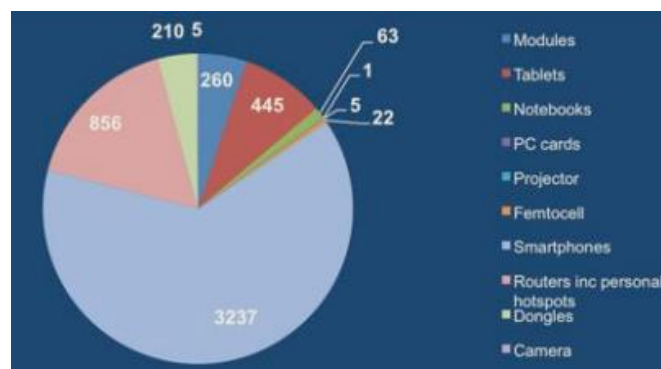
Ada sekitar 241 operator seluler di 115 negara yang telah meluncurkan teknologi LTE-A dalam penerapan sistem jaringan teknologi 4G, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1. Dengan adopsi teknologi LTE-A khususnya dalam teknologi LTE-A Pro, kecepatan data telah meningkat tiga kali lipat dari standar teknologi sebelumnya. Dan realisasi ini penting sebelum operator jaringan masuk dan menerapkan teknologi yang lebih tinggi, yaitu teknologi generasi kelima (5G). (GSACOM, 2018).



Gambar 1. Pertumbuhan jaringan LTE per tahun

Penerapan teknologi pro LTE-A dapat meningkatkan kecepatan data downlink tiga kali lipat kecepatan LTE standar, dari 300 Mbps menjadi 600 Mbps. Dan membuat kapasitas jaringan lebih besar dengan penggunaan spektrum frekuensi menjadi lebih efisien. Peningkatan kecepatan data dan kapasitas jaringan didukung oleh perubahan konfigurasi sistem antena 4x4 baik di sisi perangkat jaringan maupun di sisi pengguna.

Pertumbuhan perangkat pengguna LTE sangat signifikan dari industri dan produsen. Total perangkat UE yang tersedia di market adalah seperti yang ditunjukkan pada gambar 2. Kategori smartphone memiliki 63,4% pangsa pasar dari semua perangkat LTE. (Hadden, 2016)



Gambar 2. Pertumbuhan Perangkat Pengguna LTE

2. LANDASAN TEORI

Tiga Teknologi Utama

Massive MIMO (Multiple Input Multiple Output) FDD and TDD

Massive MIMO memanfaatkan spatial multiplexing dan teknologi diversitas yang secara signifikan meningkatkan efisiensi spektrum dan memperbaiki pengalaman pengguna cell edge.

Massive MIMO meningkatkan efisiensi spektrum karena lebih banyak antena dapat menghasilkan *beam* yang lebih akurat dan menawarkan kualitas sinyal yang lebih baik. Ini memberikan lebih banyak kesempatan untuk mentransmisikan dua, tiga dan bahkan empat aliran untuk satu UE serta memungkinkan lebih banyak UE untuk berbagi sumber daya untuk meningkatkan sistem *throughput*. (Wireless, 2016)

Massive CA (Carrier Aggregation)

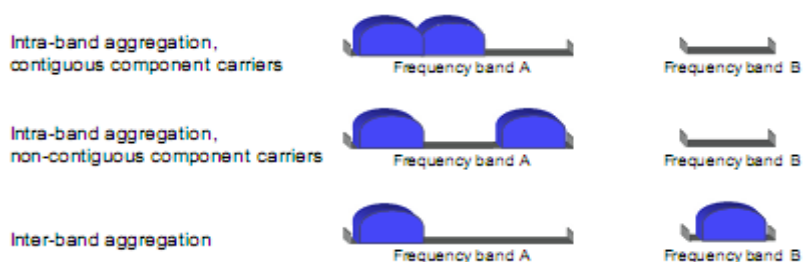
Dalam konteks *carrier aggregation*, setiap *carrier* dinamakan sebagai sebuah *component carrier (CC)*, dari sudut pandang *radio-frequency (RF)*, sekumpulan *carrier* agregat dapat dilihat sebagai *carrier tunggal (RF)*. Pada awalnya, hanya sampai lima *component carrier* dapat digabungkan sehingga memungkinkan total transmisi bandwidth keseluruhan mencapai 100 MHz.

Component carrier yang digabungkan tidak harus berdampingan dalam domain frekuensi. Tiga kasus berbeda dapat diidentifikasi seperti ditunjukkan pada gambar 3. (Erik Dahlman, 2016)

Agregasi intraband dengan frekuensi *component carrier* berdampingan

Agregasi intraband dengan frekuensi *component carrier* tidak berdampingan

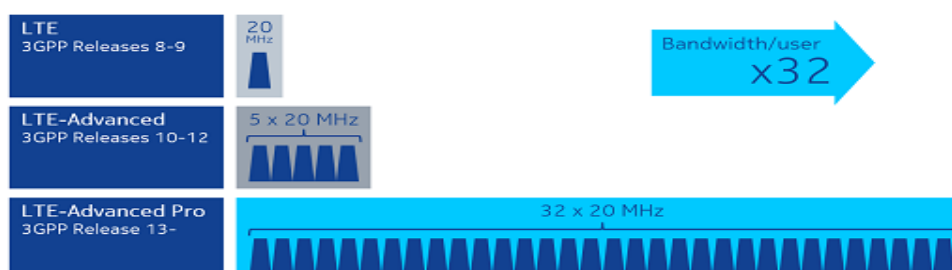
Agregasi interband dengan frekuensi *component carrier*



Gambar 3. Perbedaan tipe carrier agregasi

Empat *component carrier* (4CC) dan lima *component carrier* (5CC) dapat diagregasi (termasuk *carrier* FDD dan TDD), hal ini dimaksudkan untuk meningkatkan kecepatan puncak pengguna dan menaikkan *throughput* cell.

Dalam gambar 4 mengilustrasikan evolusi *carrier* dalam jaringan LTE berikut dengan *release*-nya. (Networks, 2015)



Gambar 4. Agregasi sampai 32 component carrier

Modulasi 256-QAM

Target utama modulasi 256-QAM yang digunakan untuk indoor *microcell* dan outdoor *macrocell* adalah untuk memaksimalkan kapasitas jaringan.

Secara teori dalam 4.5G dapat mencapai kecepatan data 1 Gbps dengan satu dari tiga kombinasi, sebagai contoh: 2 CC TDD dengan 40 MHz ditambah 2 CC FDD dengan 35 MHz untuk carrier agregasi, modulasi 256-QAM untuk downlink dan konfigurasi antenna 4x4 MIMO

Perangkat 4.5G

Perangkat UE yang mendukung teknologi 4.5G diklasifikasikan sebagai berikut: (Hadden, 2016)

CAT-12 dengan downlink 600 Mbps: 3CC, 4T4R, 256QAM; CAT13 untuk Uplink: 2CC, 62QAM. Smartphone yang sudah siap dengan teknologi ini adalah LG G5, Samsung S7 dan Sony

CAT-16 dengan downlink 1 Gbps: 4CC, 4T4R, 256QAM dan LAA. Perangkat yang sudah siap untuk teknologi ini adalah modem chipset snapdragon X16 LTE generasi ke-6 dari Qualcomm

Jumlah total perangkat LTE yang telah mendukung pita FDD and TDD seperti ditunjukkan dalam table 1. (Hadden, 2016)

Table 1. LTE devices band support

Duplex	Frekuensi (MHz)	BAND	Jumlah Perangkat
FDD	1800	3	2847
FDD	2600	7	2683
FDD	2100	1	2324
FDD	800	20	1573
FDD	800/1800/2600		1477
FDD	900	8	1136
FDD	700	17	1018
FDD	1900	12	1031
FDD	850	5	1163
FDD	APT700	28	329
TDD	2300	40	1435
TDD	2600	38	1207
TDD	2600	41	1121
TDD	1900	39	996

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam melakukan penelitian ini adalah dengan menelaah jurnal. Adapun jurnal yang ditelaah adalah beberapa jurnal internasional yang masuk dalam indeks scopus dan juga dari jurnal yang masuk dalam jurnal IEEE (Institute of Electricals Electronics Engineering) yang secara langsung sangat erat kaitannya dengan pembahasan tentang penelitian teknologi 4.5 G atau LTE-Advanced Pro. Dalam menelaah jurnal-jurnal ini telah dilakukan selama empat bulan terhitung mulai dari bulan Oktober 2018 sampai dengan bulan Januari 2019. Disamping itu, kajian pustaka diambil dari beberapa referensi buku internasional yang telah terbit di atas tahun 2010 yang membahas tentang perkembangan teknologi komunikasi seluler secara lengkap, dari teknologi 3G, 4G, 4.5 dan 5G.

Untuk pengambilan data yang digunakan sebagai data sekunder, diambil dari salah satu badan internasional, yaitu GSACOM (Global Supplier Association Communication) yang merupakan badan industri nirkabel yang mewakili perusahaan di seluruh ekosistem seluler di seluruh dunia yang terlibat dalam penyediaan infrastruktur, komponen semikonduktor, perangkat uji, aplikasi dan layanan dukungan seluler. GSACOM adalah mitra representasi market dalam 3GPP dan telah bekerja sama dengan organisasi internasional utama lainnya termasuk GSMA, ITU, ETSI, CEPT-ECC, dan badan regulator dunia lainnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

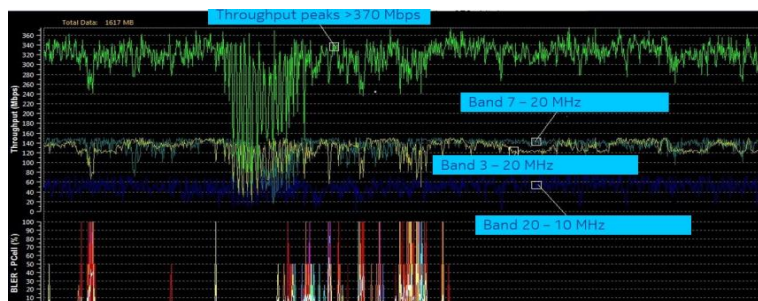
Implementasi 4.5G dapat dengan meng-upgrade software-nya atau merubah hardware-nya dari infrastruktur jaringan 4G yang ada. Jadi, 4.5G merupakan jalur penting kearah pengembangan 5G. Implementasi 4.5G tidak hanya meningkatkan kecepatan data. Tetapi, 4,5G memberikan voice HD dan video HD pada mobile network dengan skoring voice MOS dan video vMOS melebihi 4 poin. Kedua layanan ini telah memuaskan daripada 2G dan 3G yang hanya memiliki 3,3 poin untuk MOS suara dan 3,1 poin untuk MOS video. Hasil ini telah dievaluasi oleh Lab Huawei di tahun 2015 seperti diperlihatkan pada gambar 5.



Gambar 5. Voice Call setup delay

Untuk mendukung layanan 4.5G, beberapa vendor telah mulai bekerja sama dengan produsen *chipset* dan terminal di industri untuk mempromosikan dukungan chipset dan terminal untuk teknologi multiple antena, *carrier aggregation* dan 256-QAM. Salah satunya adalah Qualcomm 820 yang mendukung kecepatan atas 600 Mbps (dengan 3CC CA dan 256-QAM aktif) juga 4x4 MIMO pada carrier tunggal. Dan yang kedua-nya adalah Huawei Balong 750 mendukung 600 Mbps (dengan 4CC CA atau 2CC CA dan 4x4 MIMO aktif).

Satu mobile operator network, Teliasonera dari Finland telah melakukan pengukuran di *live network* dengan tiga carrier agregasi, yaitu menggunakan 20 MHz + 20 MHz + 10 MHz. Hasilnya melebihi 370 Mbps untuk kecepatan data puncak. Hasil ini seperti yang ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Tiga carrier agregasi dengan kecepatan di atas 370 Mbps

Teliasonera bekerja sama dengan Huawei untuk 4.5G pilot outdoor demo dengan menggunakan frekuensi-frekuensi, yaitu 800 MHz, 1800 MHz, 2100 MHz dan 2600 MHz dengan 4 CC CA. Adapun hasil uji yang dicapainya adalah kecepatan 1 Gbps.

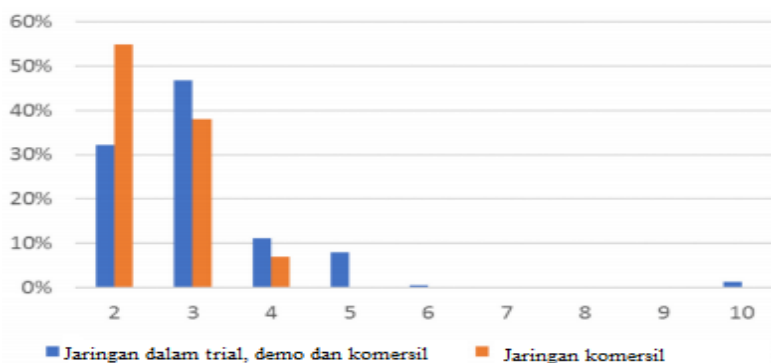
Pembahasan kecepatan downlink maksimum dari jaringan LTE-Advanced Pro yang sudah komersial dengan jaringan tercepat di setiap negara adalah seperti ditunjukkan dalam gambar 7.



Gambar 7. Kecepatan downlink maksimum jaringan LTE-A pro

Dari hasil diatas, setiap Negara memiliki kecepatan downlink yang berbeda. Dikarenakan operator-operator di dunia mempunyai jumlah spektrum frekuensi yang berbeda dan bervariasi dalam hal pengembangan fitur-fiturnya seperti penggunaan modulasi 256 QAM dan konfigurasi antena MIMO 4x4.

Carrier aggregation merupakan fitur yang dominan dari jaringan LTE advanced. Berbagai macam jumlah *carrier* dan jumlah total bandwidth yang diagregasi telah dilakukan baik dalam tahap percobaan maupun demo, namun tidak dalam jaringan komersial atau *live network*. Jumlah *carrier* terbanyak yang bisa diagregasikan adalah empat. Dalam beberapa percobaan trial dan demo yang dilakukan telah mengagregasi sampai 10 *carrier* seperti yang ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Persentase trial dan demo

Jaringan Nokia telah mendemonstrasikan kecepatan data yang sangat tinggi dengan penggabungan *carrier*. Throughput 4.1 Gbps telah dicapai dengan menggabungkan sepuluh *carrier* LTE, tiap *carrier* menggunakan 20 MHz. Sehingga total bandwidth yang digunakan adalah 200 MHz.

Operator jaringan Optus dari Australia telah mencoba teknologi 4.5G dengan menggunakan 5CC CA untuk downlink dengan total bandwidth 100 MHz, 4x4 MIMO dan 256-QAM. Dan kecepatan download yang dicapai adalah 1.41 Gbps.

Operator jaringan Vodafone dari Turkey telah meluncurkan secara komersil teknologi LTE-A Pro. Kombinasi komponen teknologi yang digunakan adalah sistem MIMO FDD 4T4R, 256-QAM dan 4CC CA dengan frekuensi-frekuensi spectrum yang dipakai, yaitu band 1, band 3, band 7 dan band 20. Dan hasil ujinya mencapai 942 Mbps untuk kecepatan downlink. Adapun mobile operator jaringan lainnya yang ada di Turkey, Turkcell, yang sudah melakukan demo, telah mencapai kecepatan 1 Gbps. Kombinasi komponen teknologi yang digunakan adalah 79.8 MHz dari total bandwidth yang terdiri dari 29.8 MHz di pita 1800 MHz dengan 2 CC, 30 MHz di pita 2100 MHz dengan 2 CC dan 20 MHz di pita 2600 MHz dengan 1 CC, 256-QAM digunakan di site terpilih, dan 4x4 MIMO. Adapun hasil uji yang dicapai adalah kecepatan 1.2 Gbps.

Operator jaringan M1 dari Singapore telah mendemonstrasikan 4.5G dengan kecepatan downlink yang dicapai adalah 1 Gbps dan kecepatan uplinknya sebesar 130 Mbps. Komponen teknologi yang digunakan adalah 3 CC CA, 4X4 MIMO dan 256-QAM. Disamping itu, perangkat UE yang dipakai untuk keperluan tes adalah *prototype* dari CAT 14.

Table 2. Status Uji LTE-A Pro

Operator Jaringan	Komponen Teknologi			Frekuensi Spektrum (MHz)	Total BW (MHz)	Perangkat UE	Kecepatan Downlink
	Jumlah CC	MIMO	Skema Modulasi				
Teliasonera	4CC	4X4	256QAM	800, 1800, 2100, 2600	-	-	1 Gbps
Vodafone	4CC	4X4	256QAM	800, 1800, 2100, 2600	-	-	942 Mbps
Turkcell	5CC	4X4	256QAM	1800, 2100, 2600	79.8	-	1.2 Gbps
M1	3CC	4X4	256QAM	-	-	CAT-14	1 Gbps
Optus	5CC	4X4	256QAM	-	100	-	1.41 Gbps
Telstra	3CC	4X4	256QAM	-	-	CAT-11	600 Mbps
Megafon	3CC	4X4	256QAM	-	-	-	1.24 Gbps
Nokia Network	10CC	4X4	256QAM	-	200	-	4.1 Gbps

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji yang dilakukan oleh beberapa operator jaringan dalam implementasi teknologi LTE-A Pro (4.5G) baik dalam fasa trial, demonstrasi, uji coba di lab maupun di outdoor, kecepatan data 1 Gbps dapat dicapai dengan mengkombinasikan tiga komponen teknologi utamanya, yaitu dengan menggunakan:

Tiga sampai empat component carrier (CC) dari gabungan tiga pita frekuensi 1800 MHz, 2100 MHz dan 2600 MHz.

Modulasi 256-QAM untuk akses downlink

Konfigurasi antenna MIMO 4x4

Hasil pencapaian kecepatan data di 1 Gbps ini didukung dengan pemakaian UE (User Equipment) dengan Cat-13 atau dengan menggunakan UE Cat yang lebih tinggi lagi. Untuk mendapatkan pencapaian lebih dari 1 Gbps dalam kecepatan data, hal ini masih bisa dilakukan dengan menambah jumlah *component carrier* menjadi lebih dari empat CC dengan jumlah total bandwidth yang diagregasi menjadi lebih besar. Semakin besar jumlah *component carrier* yang digunakan, semakin tinggi kecepatan data downlink yang dicapai.

DAFTAR PUSTAKA

- Ericsson. (2017). Ericsson Annual Report: Stabilize and simplify. Stockholm: Ericsson.com.
- Erik Dahlman, S. P. (2016). *4G, LTE-Advanced Pro and The Road to 5G*. London: Joe Hayton.
- Giménez, L. C. (2017). Mobility Management for Cellular Networks: From LTE Towards 5G. *Ph.D. Dissertation*.
- GSACOM. (2018, April). *Evolution from LTE to 5G - April 2018 Update*. Retrieved May Thursday, 2018, from gsacom.com: <https://gsacom.com/>
- GSACOM. (2018). *Evolution from LTE to 5G: Global Market Status*. Global mobile Suppliers Association.
- Hadden, A. (2016). *Global 4.5G Development*. Istanbul, Turkey: Global mobile Suppliers Association.
- Hassani, A. H. (2016). LTE-A Pro (4.5G) as Pre-phase for 5G Deployment: Closing the Gap between Technical Requirements and Network Performance. *IEEE*.
- Networks, N. (2015). *LTE - Advanced Pro: Pushing LTE capabilities towards 5G*. Finland: Nokia Solutions and Networks-white paper.
- Sharmila, S. K. (2016). 4.5G: A Milestone Along the Road to 5G. *IEEE*.
- Walsh, D. R. (2017). LTE-Advanced Pro RF Front-End Implementations to Meet Emerging Carrier. *IEEE Communications Magazine*, 134-141.
- Wireless, H. (2016). 4.5G, Opening Giga Mobile World, Empowering Vertical Markets. Huawei.