

Penataan Menara BTS (*Cell Planning*)

Wahju Adi Prijono

Abstrak— Penataan menara/BTS merupakan proses master plan penataan menara telekomunikasi seluler berdasarkan estetika dan kesesuaian dengan KKOP (Kawasan Keselamatan Operasional Penerbangan) dan tata ruang wilayah suatu daerah guna mendapatkan jumlah menara yang optimal di suatu wilayah.

Penataan Menara Master plan meliputi, analisis potensi pengguna telepon seluler sampai 5 tahun ke depan, Prediksi deman BTS, perhitungan kapasitas BTS 5 tahun kedepan, pemetaan pola penataan pemakaian menara / tower bersama di Kabupaten Malang.

Hasil Dari penataan menara/BTS cell planning, Jumlah menara/Tower dan BTS Existing wilayah Kabupaten Malang 372 dengan jumlah BTS 462. Jumlah menara existing akibat Tower bersama adalah 98 menara atau 26,36 %.

Potensi penambahan BTS dari menara existing akibat tower bersama adalah 652 dari tower existing. Grid menara telekomunikasi di wilayah Kabupaten Malang adalah yang dapat dibentuk 72 Grid tersebar di 33 Kecamatan. Potensi Penambahan menara/tower telekomunikasi akibat penambahan Grid adalah 144, dengan potensi penambahan BTS adalah 432.

Potensi BTS di wilayah Kabupaten Malang BTS existing 462, kolokasi 654 BTS, penambahan Grid 432 BTS. Total potensi secara keseluruhan adalah 1548 BTS.

Kata Kunci— Cell Planning, Menara/BTS

I. PENDAHULUAN

EVOLUSI teknologi dan industri telekomunikasi telah demikian pesatnya. Berbagai varian dari sistem komunikasi nirkabel dan/atau bergerak bermunculan. Setelah berlalunya era telepon seluler generasi pertama, sistem seluler generasi kedua yang meliputi GSM dan CDMA mulai beroperasi dengan sasaran daerah layanan di seluruh wilayah Indonesia. Sejalan dengan itu saat ini sedang mulai berkembang pula industri seluler generasi ketiga atau 3G dengan varitas layanan yang lebih luas yang telah memulai tahap pembangunan jaringan seluler di Indonesia. Seiring dengan meningkatnya jenis layanan, yang semula terbatas pada voice kini juga mencakup data kecepatan tinggi, makin besar pula daya tarik sistem komunikasi seluler bagi masyarakat. Ketersediaan layanan diupayakan oleh sejumlah operator yang menawarkan berbagai sistem dan layanan yang bervariasi dengan pembangunan infrastruktur jaringan radio seluler, termasuk di dalamnya menara untuk antena BTS (*base transceiver station*) yang menjadi palang pintu pertama bagi akses pelanggan.

Penambahan jumlah dan lokasi antena sudah merupakan tuntutan yang wajib dipenuhi oleh para operator. Langkah ini merupakan solusi terhadap dua permasalahan:

1. Perluasan daerah cakupan pada wilayah baru maupun untuk mengatasi blank spot, yaitu daerah yang tidak mendapatkan layanan dengan kualitas sinyal yang memadai.
2. Penerapan cell splitting dan pembentukan sel-sel mikro, di mana wilayah cakupan sel dipecah-pecah menjadi sejumlah segmen area yang lebih kecil untuk meningkatkan kapasitas layanan pada wilayah dengan kepadatan pelanggan yang tinggi dan terus meningkat.

Pada suatu daerah jika sebuah operator seluler memerlukan 1000 menara BTS untuk dapat mencakup seluruh wilayah tertentu, maka jumlah total menara yang memenuhi ruang udara wilayah tersebut, proporsional dengan 1000 kali banyaknya operator yang beroperasi di Wilayah tersebut. Dewasa ini sedang terjadi pertambahan jumlah operator seluler sejalan dengan muncul dan berkembangnya teknologi 3G. Tanpa adanya koordinasi pembangunan menara antar operator, baik atas prakarsa pihak operator maupun pihak ketiga seperti Pemda, maka pemandangan udara wilayah tersebut akan dipenuhi oleh menara-menara BTS yang tidak harmonis dan mengganggu.

Penempatan menara yang terlalu banyak dan tanpa perencanaan yang tepat akan menimbulkan efek yang kurang baik yaitu sebagai berikut.

- Timbulnya potensi pelanggaran terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Di Daerah
- Potensi pelanggaran ketentuan Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP)

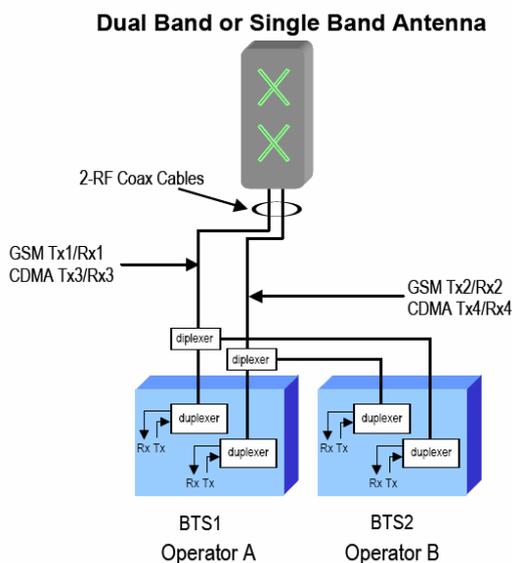
Hal ini dapat terjadi dengan adanya menara-menara yang melebihi ketinggian maksimum yang diperbolehkan di wilayah yang seharusnya bersih dari bangunan tinggi untuk menjamin keselamatan operasi penerbangan di sekitar bandara sesuai dengan peraturan perundangan yang berlaku (UU 15/1992 tentang Penerbangan dan berbagai peraturan pelaksanaannya sampai tingkat Kepmenhub 77/1998 tentang Penyelenggaraan Bandar Udara Umum) serta ketentuan yang dikeluarkan ICAO. Menurut ketentuan ICAO, lokasi menara harus di luar kawasan pendekatan dan lepas landas, sedangkan tingginya tidak boleh melebihi

Wahyu Adi Prijono adalah dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.

batas permukaan horizontal dalam dan luar serta permukaan kerucut yang berpusat pada area landasan.

Dari uraian di atas dapat diambil suatu point bahwa sangatlah penting melakukan **ko-lokasi antena BTS** dari berbagai operator karena dengan demikian jumlah menara yang harus dibangun dapat dibatasi dan bahkan diminimalkan. Sedangkan ko-lokasi adalah **penempatan antena-antena BTS milik sejumlah operator pada lokasi menara yang sama**. Penerapannya memerlukan pertimbangan dan desain khusus, terutama dalam hal :

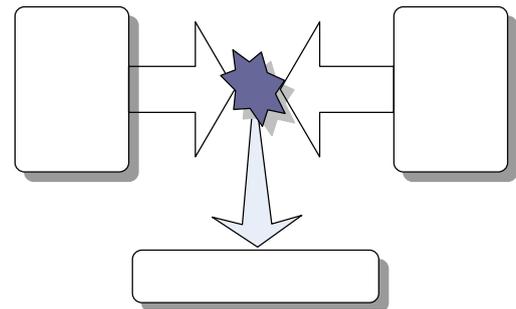
- Konstruksi menara yang kuat untuk membawa beban antena dan perangkat BTS beberapa operator sekaligus
- Struktur dan peletakan antena yang optimal berdasarkan analisis interferensi dan isolasi antar sistem dan antar operator.
- Kemungkinan penerapan teknologi transmisi radio pada tingkat lebih lanjut seperti *antenna sharing* ataupun *feeder sharing* antar sistem atau operator dengan menerapkan teknik *splitting/ combining* dan *filtering* pada antena tunggal berpita lebar. Jika ini dapat terpenuhi maka persyaratan fisik menara untuk keperluan ko-lokasi tidak terlalu berat dan akan mampu melayani kebutuhan BTS bagi beberapa operator sekaligus yang bekerja pada pita frekuensi yang hampir sama. Implementasi teknologi *antenna sharing* untuk sistem 2G dan/ atau 3G pada menara BTS yang sama diilustrasikan oleh Gambar 1.



Gambar 1. implementasi teknologi *antenna sharing* pada BTS antar sistem, baik GSM ataupun 3G

Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan diatas, maka dapat diselesaikan dengan cara menyusun suatu master plan yang lengkap dan rinci tentang penataan ko-lokasi menara atau antena di seluruh wilayah Kabupaten Malang. Identifikasi permasalahan

dan penyelesaiannya diilustrasikan secara ringkas pada Gambar 2.



Gambar 2 Identifikasi permasalahan

Perlunya sebuah master plan penataan ko-lokasi untuk site menara mengacu dari gagasan atas pemenuhan kebutuhan telekomunikasi masyarakat, estetika, tata ruang wilayah dan keamanan operasional penerbangan (KKOP), sedangkan penyusunannya perlu memperhatikan regulasi dan skala prioritas.

II. TUJUAN

Melakukan penataan menara/BTS di wilayah agar diperoleh jumlah menara/BTS yang sesuai dengan regulasi wilayah

III. MASTER PLAN

Dalam penyusunan master plan ini di ambil pada wilayah kabupaten Malang. Dengan data hasil survey Sbb.

- Jumlah BTS yang ada di Kabupaten Malang adalah sebanyak 462 BTS dan jumlah menara 372 dari 10 operator telekomunikasi untuk melayani 2.475.880 penduduk pada tahun 2009 yang tersebar pada area seluas 4576 km².
- BTS dengan 3 sektor antena dan 3 Trx di setiap sector mampu menangani trafik telekomunikasi hingga 1.512 pengguna selular dengan asumsi *grade of service* 2% dan rata-rata pendudukan kanal per pelanggan selular per hari adalah selama 52 mili *erlang* (setara dengan 3 menit per jam pada jam sibuk).

A. Perhitungan Kapasitas Perangkat

Perhitungan kapasitas perangkat dilakukan dengan cara menghitung Intensitas trafik, dan mengasumsikan GOS 2% untuk telepon seluler, maka kapasitas perangkat dapat dihitung

B. Perhitungan Kapasitas Trafik

Perhitungan intensitas trafik dilakukan dengan cara mengalikan jumlah pemakaian dengan rata-rata lama pemakaian telepon seluler dalam 1 periode waktu. Wilayah kabupaten Malang memiliki jumlah penduduk sebesar 2.248.266 jiwa dengan tingkat pertumbuhan

penduduk 1 % (badan KB BPS Kab. Malang, tahun 2009)

Jika diasumsikan ideal, bahwa 1 BTS dengan 3 sektor antenna, masing – masing mempunyai kanal trafik 3, setiap kanal trafik terdiri 7 *time slot*, sehingga 1 BTS menyediakan 63 kanal trafik telekomunikasi. Dengan kemampuan menghandle trafik 52 mili *erlang*, *grade of service* 2 % dan rata-rata pendudukan kanal per pelanggan seluler per hari adalah 40 mili *erlang*, kemudian rata-rata waktu pemakaian 1 jam per hari, maka diperoleh jumlah pengguna tiap kanal BTS = $A \times B$, dimana A = Kapasitas Kanal BTS, B = Rata Jumlah waktu pengguna/ perkanal BTS.

Dari perhitungan tersebut, maka dapat diperoleh jumlah pengguna per BTS = 1512 pengguna. Dengan jumlah BTS eksisting di Kabupaten Malang 462 unit, maka BTS eksisting Kabupaten Malang dapat menghandle $1512 \times 462 = 698.544$ pengguna telepon seluler.

Dari data sekunder, terdapat 90 juta pengguna seluler aktif di Indonesia, sedangkan jumlah Penduduk Indonesia adalah 230.472.833 jiwa (dari BPS 2009). Dengan demikian diperoleh teledensitas pengguna telepon seluler rata-rata adalah 33%.

Dengan rata-rata teledensitas 33%, sedangkan dari jumlah penduduk 2.475.880, maka jumlah pemakai telepon seluler aktif wilayah Kabupaten Malang adalah 965.594 pengguna telepon seluler aktif yang bisa dihandle oleh 462 BTS dengan rincian distribusi jumlah BTS per operator seperti pada tabel 1

C. Perhitungan Demand Pengguna Telepon Seluler 2010-2015 Kabupaten Malang.

Perhitungan ini didasarkan atas adanya pertumbuhan penduduk sampai dengan 2015 dan teledensitas rata-rata. Demand pengguna telepon seluler sama dengan pertumbuhan penduduk dikalikan teledensitas telepon rata-rata. Teledensitas 33%. Hasil yang diperoleh jumlah penduduk adalah 2,386,579.66., sedangkan demand pengguna telepon adalah 787,571.29

D. Demand BTS/ menara Seluler sampai dengan tahun 2015.

Perhitungan demand/ kebutuhan BTS sampai tahun 2015 Kabupaten Malang didasarkan pada :

- Penggunaan telepon seluler berdasarkan acuan jumlah pengguna telepon seluler aktif.
- Jumlah pengguna seluler aktif adalah jumlah penduduk dikalikan teledensitas pengguna telepon seluler aktif.
- Kapasitas ideal maksimum BTS di area pengguna telepon seluler adalah 1512 dan trafik pengguna telepon seluler sebesar 52 mili erlang.
- Demand kebutuhan BTS sama dengan Jumlah pertumbuhan pengguna telepon seluler aktif 2010-2015 dikalikan teledensitas rata-rata

pengguna seluler aktif (33%) dibagi dengan kapasitas maksimum pengguna ideal BTS.

- Demand trafik pengguna telepon seluler merupakan hasil perkalian jumlah percakapan pengguna seluler dengan rata-rata lama waktu percakapan dalam satu hari pada jam sibuk selama satu jam.
- Rata-rata lama percakapan pengguna seluler 1 BTS dalam 1 hari pada jam sibuk selama 1 jam adalah 3 menit/jam.
- Demand BTS demand trafik pengguna seluler dibagi dengan kapasitas maksimum trafik Sebuah BTS dengan struktur 3 sector kapasitas 3 Trx (GOS 2%)
- Kapasitas BTS di wilayah Kabupaten Malang adalah 1512 pengguna. Hasil perhitungan Demand BTS/menara seluler sampai tahun 2015 dapat dilihat pada tabel 2

E. Pola Penyebaran Kebutuhan BTS tahun 2015

Berikut adalah pola penyebaran kebutuhan BTS wilayah Kabupaten Malang dan status rekomendasi ke depan atas kebutuhan BTS baru berdasarkan jumlah menara eksisting. Batasan Jumlah dalam satu menara adalah 3 BTS. Penyebaran kebutuhan BTS/menara dan status rekomendasi ke depan penempatan menara dapat dilihat pada tabel 1.

F. Rekomendasi:

- KOLO = Melakukan optimasi penggunaan menara bersama (Co-location)
- NEW = Melakukan pembangunan menara baru
- KOLO+NEW = Melakukan optimasi penggunaan menara bersama terlebih dahulu, baru melakukan pembangunan menara baru

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

1. Dari hasil perhitungan Jumlah Kebutuhan BTS, wilayah Kabupaten Malang, dibutuhkan 321 BTS Tersebar seluruh Kecamatan.
2. Jumlah Grid yang dapat dibentuk di wilayah Kabupaten Malang 72 Grid.
3. Jumlah Menara Eksisting di wilayah kabupaten Malang 372.
4. Jumlah menara bersama Eksisting wilayah Kabupaten Malang 98.
5. Potensi menara Eksisting yang dapat digunakan menara bersama terdapat 33 Kecamatan dengan jumlah tower 372.
6. Potensi penambahan BTS pada menara eksisting 654 BTS di 372 menara eksisting, dengan Ketentuan 1 tower ditempati 3 BTS.
7. Menara eksisting yang masih dipergunakan oleh 1 operator (single operator) sebanyak 274 Menara, dengan potensi penambahan 548 BTS.
8. Menara Eksisting yang statusnya sudah menara

bersama (Multi Operator) adalah 98 menara, memiliki potensi penambahan 93 BTS.

9. Dari analisis Jumlah Grid di wilayah Kabupaten Malang diperoleh sejumlah 72 dengan potensi didirikan menara baru sebesar 144, dengan ketentuan 1 menara 3 BTS (Menara Bersama), maka terdapat potensi penambahan BTS baru akibat penambahan Grid adalah 432 BTS.

B. Saran

Agar diperoleh hasil lebih maksimal, maka diperlukan ketentuan lebih riil antara lain sebagai berikut :

1. Segera diadakan pemetaan Zona KKOP untuk wilayah Kabupaten Malang, secara difinitif.
2. Agar diadakan penetapan Zona putih (White Area), untuk wilayah Kabupaten Malang.

Referensi

- [1] Adronafis, Hidayatullah. 2008. Mengenal Tower. <http://www.wikimu.com/News/DisplayNews.aspx?ID=9473>. Diakses pada tanggal 24 Agustus 2008.
- [2] Anonim. 2000. Investigation of the Technical Feasibility of Accommodating the International Mobile Telecommunications (IMT) 2000 Within the 1755 – 1850 MHz Band. USA:Department of Defense IMT-2000 Technical Working Group.
- [3] Balanis, Constantine A. 1997. Antenna Theory. Analysis, and Design. Singapore:John Wiley&Sons Inc.
- [4] Dajan, Anton. Statistik I. Jakarta : Balai Pustaka, 1986
- [5] Ericsson. 2000. RF Guidelines:1800 MHZ The Ericsson GSM System R8. Ericsson.
- [6] Khumaini, Aris .2008. Surat Cinta BTS Engineer. <http://kumanz.wordpress.com/2008/01/08/surat-cinta-bts-engineer/>. Diakses pada tanggal 24 Agustus 2008.
- [7] Krarup, Janus Christian. 1998. Explanation Of GSM Channel Structures. <http://www.tele-servizi.com/janus/engfield2.html>. Diakses pada tanggal 25 Agustus 2008.
- [8] Lee, William C.Y. 1995. Mobile Cellular Telecommunication Analog and Digital System. Singapore:McGrawHill Book.
- [9] Nuh, Mohammad. 2008. Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika No. 2 Tahun 2008. Jakarta:Depkominfo.
- [10] Riswan. Base Transceiver Station (BTS). <http://mobileindonesia.net/2008/05/22/base-transceiver-station-bts/>. Diakses pada tanggal 23 Agustus 2008.
- [11] Sutadi, Heru. 2007. Menara Bersama, Antara Kebutuhan dan PAD. <http://www.detikinet.com/read/2007/07/16/110457/805305/328/menara-bersama-antara-kebutuhan-dan-pad>. Diakses pada tanggal 19 Juli 2008.
- [12] Pemula, Sang. 2008. Balasan : [Forum Pembaca K xiii Kepentingan Bisnis di Menara BTS. <http://www.archive.com/forum-pembaca-kompas@yahooogroups.com/msg36375.html>. Diakses pada tanggal 23 Agustus 2008.
- [13] Priyambodo, Anton Ellyas. 2007. FAQ BTS. <http://antzon.wordpress.com/2007/12/31/faq-bts/>. Diakses pada tanggal 7 Agustus 2008.
- [14] Titus. 2008. Hutan Tower di Bukit Gombel. http://galerikecil.multiply.com/photos/album/16/hutan_tower_di_bukit_gombel#2. Diakses pada tanggal 5 Agustus 2008.

TABEL 1
STATUS KEBUTUHAN BTS WILAYAH KABUPATEN MALANG PADA TAHUN 2015

No	Kecamatan	Jumlah		Demand BTS	Demand BTS 2015	*Rekomendasi BTS/MENARA 2015
		Menara Eksisting	BTS Eksisting			
1	Ampelgading	6	7.00	18	11	KOLO+NEW
2	Bantur	13	15.00	23	8	KOLO+NEW
3	Bululawang	15	18.00	22	4	KOLO
4	Dampit	14	17.00	39	22	KOLO+NEW
5	Dau	13	14.00	19	5	KOLO
6	Donomulyo	8	8.00	22	14	KOLO+NEW
7	Gedangan	4	6.00	17	11	KOLO+NEW
8	Gondanglegi	17	19.00	26	7	KOLO
9	Jabung	5	9.00	23	14	KOLO+NEW
10	Kalipare	10	11.00	21	10	KOLO+NEW
11	Karangploso	14	13.00	21	8	KOLO
12	Kasembon	6	8.00	12	4	KOLO
13	Kepanjen	19	29.00	32	3	KOLO
14	Kromengan	10	11.00	13	2	KOLO
15	Lawang	27	29.00	31	2	KOLO
16	Ngajum	2	2.00	16	14	KOLO+NEW
17	Ngantang	12	12.00	19	7	KOLO+NEW
18	Pagak	9	10.00	15	5	KOLO+NEW
19	Pagelaran	6	8.00	21	13	KOLO+NEW
20	Pakis	18	27.00	36	9	KOLO+NEW
21	Pakisaji	15	24.00	24	0	KOLO
22	Poncokusumo	7	11.00	30	19	KOLO+NEW
23	Pujon	8	12.00	21	9	KOLO+NEW
24	Singosari	26	35.00	48	13	KOLO
25	Sumbermanjing	20	12.00	30	18	KOLO+NEW
26	Sumberpucung	9	25.00	25	0	KOLO
27	Tajinan	7	6.00	16	10	KOLO+NEW
28	Tirtoyudo	9	8.00	20	12	KOLO+NEW
29	Tumpang	9	9.00	24	15	KOLO+NEW
30	Turen	11	15.00	36	21	KOLO+NEW
31	Wagir	9	14.00	23	9	KOLO+NEW
32	Wajak	8	12.00	26	14	KOLO+NEW
33	Wonosari	6	6.00	14	8	KOLO+NEW

TABEL 2
DEMAND BTS RIIL TAHUN 2015 KABUPATEN MALANG

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk Tahun 2015	Demand Pengguna Seluler	Demand Trafik Pengguna Seluler	Jumlah Demand BTS	Jumlah BTS Eksisting	Jumlah Kebutuhan BTS 2015 (8) = (6) – (7)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	Ampelgading	55,054.68	18,168.04	908.40	17.47	7.00	10.47
2	Bantur	69,441.46	22,915.68	1,145.78	22.03	15.00	7.03
3	Bululawang	66,695.31	22,009.45	1,100.47	21.16	18.00	3.16
4	Dampit	121,770.16	40,184.15	2,009.21	38.64	17.00	21.64
5	Dau	57,180.91	18,869.70	943.48	18.14	14.00	4.14
6	Donomulyo	69,027.47	22,779.07	1,138.95	21.90	8.00	13.90
7	Gedangan	52,341.44	17,272.67	863.63	16.61	6.00	10.61
8	Gondanglegi	78,968.61	26,059.64	1,302.98	25.06	19.00	6.06
9	Jabung	70,131.45	23,143.38	1,157.17	22.25	9.00	13.25
10	Kalipare	64,078.66	21,145.96	1,057.30	20.33	11.00	9.33
11	Karangploso	64,496.90	21,283.98	1,064.20	20.47	13.00	7.47
12	Kasembon	34,719.14	11,457.32	572.87	11.02	8.00	3.02
13	Kepanjen	99,125.81	32,711.52	1,635.58	31.45	29.00	2.45
14	Kromengan	39,167.97	12,925.43	646.27	12.43	11.00	1.43
15	Lawang	96,033.60	31,691.09	1,584.55	30.47	29.00	1.47
16	Ngajum	48,331.01	15,949.23	797.46	15.34	2.00	13.34
17	Ngantang	56,787.08	18,739.74	936.99	18.02	12.00	6.02
18	Pagak	46,683.53	15,405.57	770.28	14.81	10.00	4.81
19	Pagelaran	65,018.11	21,455.98	1,072.80	20.63	8.00	12.63
20	Pakis	110,780.24	36,557.48	1,827.87	35.15	27.00	8.15
21	Pakisaji	74,901.92	24,717.63	1,235.88	24.00	24.00	0
22	Poncokusumo	93,889.33	30,983.48	1,549.17	29.79	11.00	18.79
23	Pujon	63,674.22	21,012.49	1,050.62	20.20	12.00	8.20
24	Singosari	148,181.84	48,900.01	2,445.00	47.02	35.00	12.02
25	Sumbermanjing	91,436.16	30,173.93	1,508.70	29.01	12.00	17.01
26	Sumberpucung	54,855.12	18,102.19	905.11	25.00	25.00	0
27	Tajinan	50,274.66	16,590.64	829.53	15.95	6.00	9.95
28	Tirtoyudo	60,746.55	20,046.36	1,002.32	19.28	8.00	11.28
29	Tumpang	75,501.68	24,915.56	1,245.78	23.96	9.00	14.96
30	Turen	111,671.92	36,851.73	1,842.59	35.43	15.00	20.43
31	Wagir	70,903.18	23,398.05	1,169.90	22.50	14.00	8.50
32	Wajak	80,575.75	26,590.00	1,329.50	25.57	12.00	13.57
33	Wonosari	44,133.76	14,564.14	728.21	14.00	6.00	8.00
		2,386,579.66	787,571.29	39,378.56	765.11	462.00	303.11