

Peningkatan Akurasi Penentuan *Base Transceiver Station* Menggunakan Kombinasi Metode *Weighted Product* Dan Analisa Regresi Linier Berganda

Gracia Sonia Lestari Wibowo*, Wiwin Sulistyio

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana
Jl. Diponegoro 52-60, Salatiga, Indonesia 50711

Abstrak

Kebutuhan tersedianya internet yang semakin meningkat mendesak *Internet Service Provider (ISP)* untuk membangun banyak menara *Base Transceiver Station (BTS)* pada lokasi yang akurat. Permasalahan timbul ketika terdapat banyak pilihan *BTS* yang dapat digunakan *client* untuk terhubung ke jaringan *ISP*. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi sistem penentu *BTS* menggunakan kombinasi metode *Weighted Products* dan analisa regresi linear berganda. Model yang dibangun berhasil meningkatkan akurasi sampai 73% pada 30 titik *client* PT. *Grahamedia Informasi*.

Kata kunci: *Base Transceiver Station; weighted product; regresi linear berganda*

Abstract

[**Title: Improved Accuracy Determination of Base Transceiver Station Using Combination Weighted Product Method And Multivariate Linear Regression Analysis**] *The needs of internet availability forces Internet Service Provider to build many Base Transceiver Station at the accurate location. Problems occurs when there are many choices of BTS that can be chosen by the client to connect to the ISP Network. This research aimed to improve the accuracy of determination Base Transceiver Stations using combination of Weighted Products Method and Multivariate Linear Regression Analysis. The developed model improves the accuracy up to 73% on 30 client points in PT. Grahamedia Informasi.*

Keywords: *Base Transceiver Station; weighted product; multivariate linear regression*

1. Pendahuluan

Internet telah menjadi salah satu kebutuhan dasar bagi masyarakat. Hal ini menyebabkan peningkatan jumlah penyedia layanan internet (*Internet Service Provider*). Para penyedia layanan internet ini saling bersaing untuk menyediakan layanan internet sebaik mungkin. Beragam infrastruktur telekomunikasi pun dibangun, salah satunya adalah menara *Base Transceiver Station (BTS)*. *BTS* berfungsi untuk memancarkan sinyal agar dapat diterima oleh perangkat radio *client*. Permasalahan yang sering timbul adalah menentukan *BTS* mana yang akan digunakan *client* untuk terhubung ke jaringan *ISP*.

Kualitas layanan yang baik dapat memberikan

dampak positif bagi *client*. *Client* yang merasa puas dengan layanan internet suatu *ISP* pastilah akan tetap berlangganan ke *ISP* tersebut. Sebaliknya, jika *client* merasa tidak puas maka ia akan beralih mencari perusahaan *ISP* lainnya. Oleh karena itu, penentuan *BTS* yang tepat dalam waktu singkat mempengaruhi kelangsungan hidup suatu *ISP*.

Selama ini, proses penentuan *BTS* di PT. *Grahamedia Informasi* dilakukan oleh tim survei dengan melakukan kunjungan ke lokasi *client*. Keputusan diambil hanya dari satu pihak saja yaitu tim survey sehingga masih belum akurat. Hal ini juga kurang efisien dari segi waktu mengingat jumlah *BTS* yang ada semakin bertambah. Selain itu, meningkatnya jumlah permintaan pemasangan layanan internet tidak diimbangi dengan jumlah tenaga survei yang ada.

Beberapa penelitian yang menjadi acuan adalah Pemilihan Lokasi *Base Transceiver Station* Jaringan

*) Penulis Korespondensi.

E-mail: sonia.gracia483@gmail.com

Wireless Pita Lebar Pada Internet Service Provider dengan studi kasus PT. Sarana Insan Muda Selaras Cabang Yogyakarta (Subowo, Faisal & Mansur, 2015) membahas beberapa faktor yang mempengaruhi pemilihan lokasi BTS yang baik. Penelitian berjudul *Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Pelanggan Terbaik Pada TB. Bangun Jaya Menggunakan Metode Weighted Product (WP)* (Oktavina & Himawan, 2015) menghasilkan data pelanggan sebuah toko bangunan (TB) yang layak mendapat bonus berdasarkan beberapa kriteria. Penelitian lain berjudul *Penerapan Metode Weighted Product Untuk Pemilihan Lokasi Lahan Baru Pemakaman Muslim Dengan Visualisasi Google Maps* (Hatta, Rizaldi & Khairina, 2016) menunjukkan bahwa metode *Weighted Product* dapat diterapkan pada sebuah aplikasi web untuk merekomendasikan lokasi pemakaman muslim terbaik. Penelitian *Analisa Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hasil Produksi Padi di Deli Serdang* (Ndruru, Situmorang & Tarigan, 2014) menjelaskan bahwa regresi linear berganda digunakan untuk menentukan seberapa besar pengaruh beberapa variabel bebas terhadap variabel terikat sehingga dapat diperoleh variabel prioritas.

Penelitian ini bertujuan membuat model dan mengukur tingkat akurasi sistem penentu BTS bagi *client* PT. Grahamedia Informasi menggunakan metode *Weighted Product* yang dikombinasikan dengan analisa regresi linear berganda. Kriteria yang digunakan adalah jarak dari *client*, kondisi daerah fresnel, jenis antena yang digunakan BTS, dan jumlah *access point* pada BTS. Pemodelan sistem ini diharapkan mampu menjadi acuan dalam menentukan BTS mana yang akan digunakan *client* untuk terhubung ke jaringan PT. Grahamedia Informasi.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Weighted Product (WP)* yang dikombinasikan dengan analisa regresi linear berganda. WP digunakan untuk menghitung nilai bobot dan memberi perangkungan untuk masing-masing BTS sehingga menghasilkan pilihan BTS yang paling tepat. Pemberian nilai bobot dipengaruhi oleh beberapa kriteria. Masing-masing kriteria diberikan bobot awal yang menunjukkan tingkat prioritas. Penentuan tingkat prioritas dilakukan dengan menganalisa kriteria manakah yang memiliki pengaruh terhadap kriteria lain menggunakan analisa regresi linear berganda. Proses pemodelan sistem ini dijelaskan melalui *flowchart* pada Gambar 1.

Metode *Weighted Product (WP)* adalah suatu metode pengambilan keputusan yang memperhatikan beberapa kriteria sebagai acuan. Terdapat beberapa alternatif pilihan yang masing-masing akan diberi nilai bobot. WP mengalikan hasil penilaian setiap kriteria sehingga memerlukan proses normalisasi. Hasil perkalian tersebut akan dibagi dengan nilai standar. Bobot kriteria

keuntungan berfungsi sebagai pangkat positif dalam perkalian, sedangkan bobot kriteria biaya berfungsi sebagai pangkat negatif.

Metode ini menghasilkan nilai terbesar bagi alternatif pilihan terbaik yang telah memenuhi kriteria (Oktavina & Himawan, 2015). Bobot untuk masing-masing kriteria diperoleh melalui persamaan (1) :

$$W_j = \frac{W_j}{\sum W_j} \tag{1}$$

dengan $i = 1, 2, \dots, m$; dimana $\sum W_j = 1$. Preferensi untuk alternatif ke- i dinyatakan dengan persamaan (2) :

$$S_i = \prod_{j=1}^n X_{ij}^{W_j} \tag{2}$$

Preferensi relatif untuk setiap alternatif, diberikan sebagai berikut (3) :

$$V_i = \frac{\prod_{j=1}^n X_{ij}^{W_j}}{\prod_{j=1}^n (X_j^*)^{W_j}} \tag{3}$$

Dimana :

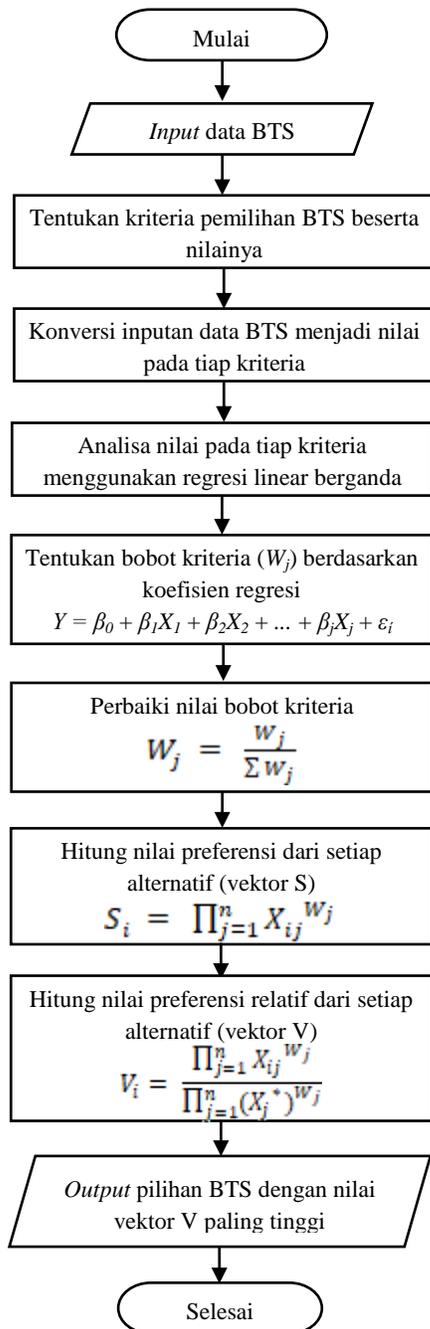
- A = Alternatif
- C = Kriteria
- W = Bobot
- S = Preferensi untuk alternatif
- V = Nilai vektor untuk perangkungan
- X = Nilai alternatif dari setiap kriteria

Analisa Regresi Linear Berganda adalah sebuah teknik yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh signifikan beberapa variabel bebas terhadap variabel terikat. Analisa ini juga dapat meramalkan variabel terikat berdasarkan variabel bebas. Koefisien variabel bebas menunjukkan seberapa besar pengaruhnya terhadap variabel terikat (Ndruru, Situmorang & Tarigan, 2014). Model regresi linear berganda ditunjukkan sebagai berikut (4) :

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_j X_j + \varepsilon_i \tag{4}$$

Dimana :

- Y = variabel terikat
- B_0 = *intersep*
- β_i = koefisien variabel ke- i
- X_{ik} = variabel bebas ke- k dari responden ke- i
- ε_i = kekeliruan dalam mencapai harga yang diharapkan, dengan $i = 1, 2, 3, \dots, j$



Gambar 1. Flowchart proses pemodelan sistem

Pengujian bersama (uji F) beberapa variabel diperlukan untuk memastikan bahwa beberapa variabel bebas tersebut dapat digunakan secara umum (Mona, Kekenusa & Prang, 2015). Kriteria uji F :

1. H0 = tidak ada pengaruh signifikan antara semua variabel bebas terhadap variabel terikat
2. H1 = ada pengaruh signifikan antara semua variabel bebas terhadap variabel bebas

Derajat kepercayaan yang digunakan 95% ($\alpha = 0,05$), sehingga signifikansi dapat ditentukan dengan :

1. PValue < 0,05 maka H0 ditolak dan H1 diterima, variabel bebas secara bersama-sama mempengaruhi variabel terikat
2. PValue > 0,05 maka H0 diterima dan H1 ditolak, variabel bebas secara bersama-sama tidak mempengaruhi variabel terikat

Pengujian individu (uji t) dijelaskan dengan :

1. H0 : $\beta_i \neq 0$, maka variabel bebas i secara parsial mempengaruhi variabel terikat
2. H0 : $\beta_i = 0$, maka variabel bebas i secara parsial tidak mempengaruhi variabel terikat

Base Transceiver Station (BTS) adalah bagian jaringan GSM / CDMA yang terhubung langsung dengan perangkat *mobile station* melalui udara menggunakan *radio interface*. BTS berfungsi menerima dan mengirim sinyal dari / ke perangkat *mobile* yang dikonversi menjadi sinyal digital. Kemudian, sinyal tersebut dikirimkan ke terminal lain untuk diproses. BTS diletakkan pada sebuah menara dengan antenna pemancar dan penerima. Antena ini berfungsi sebagai penguat sinyal daya. Kuat lemahnya pancaran daya dari sinyal ini mempengaruhi luas daerah cakupan (*coverage area*) (Ismail, Maharoni & Lindra, 2015).

Received Signal Strength Indicator (RSSI) adalah suatu nilai yang menunjukkan daya sinyal yang terukur di sisi penerima pada sebuah perangkat *wireless*. Nilai RSSI dipengaruhi oleh besar kecilnya jarak (Turuy & Widyanan., 2016). Persamaan RSSI dapat dinyatakan sebagai (5) :

$$RSSI = -(10.n.\log_{10} d) + A \quad (5)$$

Dimana :

- n = propagasi sinyal konstan (nilai empiris)
- d = jarak dari transmitter (m)
- A = kekuatan sinyal yang diterima pada jarak 1 meter

Line of Sight (LOS) adalah garis yang menyatakan kondisi tampak pandang dari satu titik ke titik lain tanpa terhalang suatu obyek. Agar dapat terhubung ke jaringan dengan baik, BTS dan perangkat *mobile station* harus berada dalam kondisi LOS (Nugraha & Sudarsono, 2007).

Daerah fresnel adalah zona *Effective Radiated Power (ERP)*, daerah dimana sinyal BTS mengalami distribusi secara efektif. Seharusnya pada daerah ini tidak ada penghalang sinyal apapun (Nugraha & Sudarsono, 2007).

Effective Isotropic Radiated Power (EIRP) merupakan suatu penghitungan yang digunakan untuk mengukur kekuatan sinyal (Gerlin & Mubarakah, 2013). Salah satu variabel yang berpengaruh dalam penghitungan

EIRP adalah penguat antena (*antenna gain*) yang nilainya berbeda-beda tergantung pada jenis antena. EIRP dirumuskan sebagai berikut :

$$EIRP = T_{xPower} + T_{xCableLoss} + T_{xGain} \quad (6)$$

Dimana :

- T_{xPower} = daya pancar (dBm)
- $T_{xCableLoss}$ = rugi-rugi kabel (dB)
- $T_{xAntennaGain}$ = penguat antena pemancar (dBi)

Interferensi adalah suatu keadaan dimana terjadi penurunan performa sistem yang disebabkan penggunaan frekuensi yang sama oleh beberapa perangkat *wireless* secara bersamaan pada jarak dekat (Insani, 2011).

3. Hasil dan Pembahasan

Proses pemodelan sistem penentu BTS ini diawali dengan mengumpulkan data-data calon alternatif pilihan BTS. Data alternatif pilihan BTS dan nilai pada masing-masing kriteria yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh melalui wawancara terhadap karyawan PT. Grahamedia Informasi. Data nama-nama BTS yang akan digunakan sebagai alternatif pilihan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Alternatif pilihan bagi *client*

No.	Nama alternatif pilihan BTS
1	BTS Jati Pohon (JP)
2	BTS Rasgen (RG)
3	BTS Umbul Kopi (UK)
4	BTS BAE
5	BTS Lemah Abang (LA)
6	BTS Bandungan (BDG)
7	BTS Colo (CL)
8	BTS Berea (BR)
9	BTS Kedungmundu (KM)
10	BTS Koro (KR)
11	BTS Mangkrok (MK)
12	BTS NOC
13	BTS Jati Kulon (JK)
14	BTS Telomoyo (TL)
15	BTS Kendal (KN)
16	BTS Kaligawe (KG)

Proses penghitungan menggunakan WP diawali dengan menentukan kriteria-kriteria yang akan digunakan. Terdapat empat kriteria yang digunakan yaitu :

a. Jarak yang dihitung lurus berdasarkan koordinat titik BTS dan koordinat titik *client* dalam satuan kilometer (C1).

Berdasarkan persamaan (5), nilai RSSI berbanding terbalik dengan jarak. Semakin besar jarak kedua titik,

nilai RSSI akan semakin kecil. Oleh karena itu, BTS yang berjarak dekat dengan *client* akan mendapat nilai yang besar. Berdasarkan kenyataan di PT. Grahamedia Informasi, *client* terjauh yang terhubung ke jaringan melalui salah satu BTS berjarak 64 kilometer. Penilaian untuk kriteria jarak ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Penilaian kriteria jarak

Kriteria jarak BTS	Nilai
>= 9 kilometer	7
10-18 kilometer	6
19-27 kilometer	5
28-36 kilometer	4
37-45 kilometer	3
46-54 kilometer	2
55-63 kilometer	1
> 64 kilometer	0

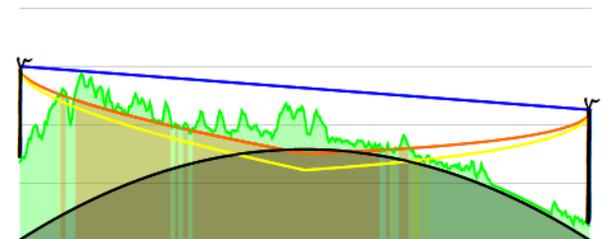
b. Daerah fresnel yang terbentuk antara menara BTS dengan perangkat *client* (C2).

Terdapat empat kondisi daerah fresnel yang digunakan. Nilai untuk masing-masing kondisi bergantung pada ketinggian tanah yang dilewati sinyal. Pertama, ketinggian tanah yang melebihi *Line of Sight* (LOS). Hal ini menunjukkan bahwa sinyal dari BTS tidak akan bisa diterima *client* karena terhalang oleh ketinggian tanah. Kondisi ini ditunjukkan pada Gambar 2.



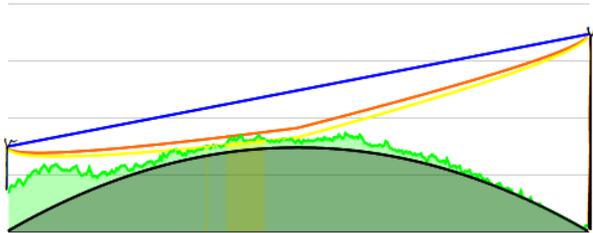
Gambar 2. Ketinggian tanah yang melebihi LOS

Kedua, ketinggian tanah yang melebihi 80% radius daerah fresnel. Hal ini akan menyebabkan penurunan kualitas sinyal dari BTS karena adanya halangan ketinggian tanah. Kondisi ini ditunjukkan pada Gambar 3.



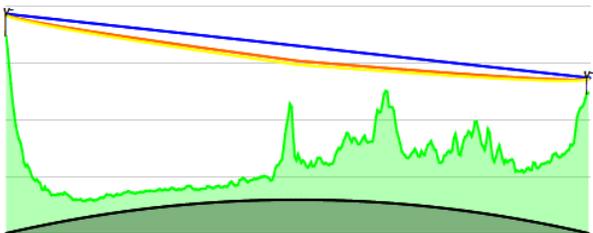
Gambar 3. Ketinggian tanah yang melebihi 80% radius daerah fresnel

Ketiga, ketinggian tanah yang melebihi 100% radius daerah fresnel. Sinyal dari BTS akan terganggu namun, masih dapat ditoleransi. Kondisi ini ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Ketinggian tanah yang melebihi 100% radius daerah fresnel

Keempat, ketinggian tanah yang tidak sampai radius daerah fresnel, benar-benar bersih dapat dikatakan dalam kondisi LOS. Kondisi ini ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Daerah fresnel yang bersih

Kondisi keempat merupakan kondisi yang paling baik karena tidak ada halangan sinyal pada daerah fresnel. Penilaian kriteria daerah fresnel ditunjukkan ada Tabel 3.

Tabel 3. Penilaian kriteria daerah fresnel

Kriteria daerah fresnel	Nilai
Bersih (LOS)	3
100% radius fresnel	2
80% radius fresnel	1
Terhalang	0

c. Jenis antenna yang digunakan pada menara BTS (C3).

EIRP digunakan untuk menghitung daya sinyal yang dipancarkan. Seperti yang ditunjukkan persamaan (6) penguat antenna (*antenna gain*) merupakan salah satu variabel yang mempengaruhi nilai EIRP. Penguat antenna dinyatakan dalam satuan dBi. Perbedaan jenis antenna tentu saja akan menyebabkan perbedaan nilai dBi. Antenna yang memiliki nilai dBi semakin tinggi akan mendapat nilai yang semakin baik. Terdapat empat jenis antenna yang digunakan di PT. Grahamedia Informasi yaitu : rocket dish, grid, sektoral dan omni. Data *antenna gain* diperoleh melalui situs web Antarlangit Dot Com (Antarlangit, 2017) yang kemudian dicocokkan dengan

wawancara terhadap karyawan PT. Grahamedia Informasi. Penilaian kriteria jenis antenna berdasarkan *antenna gain* ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Penilaian kriteria jenis antenna

Kriteria jenis antenna	Gain	Nilai
Rocket Dish	34 dBi	13
Grid	27 dBi	10
Sektoral	19 dBi	7
Omni	7,5 dBi	3

d. Jumlah *access point* yang terdapat di menara BTS (C4).

Penggunaan frekuensi yang sama dapat menyebabkan terjadinya interferensi. Semakin banyak jumlah *access point* pada BTS mengartikan bahwa semakin sedikit frekuensi tersisa yang dapat digunakan. Hal ini memperbesar kemungkinan terjadinya interferensi yang akan menurunkan performa sistem. Maka, semakin sedikit jumlah *access point* pada BTS, semakin baik nilai BTS tersebut. Berdasarkan kenyataan di PT. Grahamedia Informasi, sampai saat ini jumlah *access point* terbanyak pada suatu BTS mencapai 18 buah. Penilaian kriteria jumlah *access point* ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Penilaian kriteria jumlah *access point*

Kriteria jumlah <i>access point</i>	Nilai
≤ 5 buah	4
6-10 buah	3
11-15 buah	2
16-20 buah	1

Untuk menyimulasikan pemodelan sistem ini digunakan sebuah titik koordinat -7.221241, 110.431554 sebagai titik *client*. Data-data BTS berdasarkan titik *client* tersebut disusun pada Tabel 6.

Proses pemodelan sistem dilanjutkan dengan mengonversikan data-data BTS menjadi nilai pada setiap kriteria. Hasil konversi data BTS menjadi nilai pada tiap kriteria dapat dilihat pada Tabel 7.

Selanjutnya dilakukan analisa regresi linear beganda untuk menentukan bobot awal masing-masing kriteria. Data yang digunakan untuk analisa regresi diperoleh dengan menghitung nilai kriteria 30 titik *client*. Analisa dilakukan sebanyak empat kali sesuai dengan jumlah kriteria dan menggunakan derajat kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$). Proses analisa dilakukan menggunakan perangkat lunak *Microsoft Excel*. Untuk analisa regresi linear berganda dengan C1 sebagai variabel terikat dan C2, C3, C4 sebagai variabel bebas diperoleh hasil uji F yang ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 6. Data masing-masing BTS berdasarkan *client*

Alternatif Pilihan BTS	Jarak (Km)	Daerah fresnel	Jenis Antena	Jumlah access point
BTS JP	60,94	100% radius	omni	2
BTS RG	70,15	80% radius	grid	4
BTS UK	7,95	bersih	rocket dish	12
BTS BAE	67,23	terhalang	grid	2
BTS LA	6,16	terhalang	rocket dish	9
BTS BDG	7,52	bersih	sektoral	6
BTS CL	79,92	terhalang	sektoral	7
BTS BR	12,17	terhalang	grid	7
BTS KM	23,22	terhalang	srid	5
BTS KR	28,37	terhalang	srid	3
BTS MK	21,67	bersih	rocket dish	18
BTS NOC	13,07	terhalang	grid	6
BTS JK	23,37	terhalang	grid	14
BTS TL	15,95	bersih	sektoral	6
BTS KN	39,37	terhalang	omni	2
BTS KG	29,23	terhalang	grid	2

Tabel 7. Nilai kriteria pada alternatif pilihan BTS

A	C1	C2	C3	C4
BTS JP	1	2	3	4
BTS RG	0	1	10	4
BTS UK	7	3	13	2
BTS BAE	0	0	10	4
BTS LA	7	0	13	3
BTS BDG	7	3	7	3
BTS CL	0	0	7	3
BTS BR	6	0	10	3
BTS KM	5	0	10	4
BTS KR	4	0	10	4
BTS MK	5	3	13	1
BTS NOC	6	0	10	3
BTS JK	5	0	10	2
BTS TL	6	3	7	3
BTS KN	3	0	3	4
BTS KG	4	0	10	4

Nilai pada kolom *Significance F* tabel 8 adalah 1,2504E-12 hal ini menunjukkan bahwa C2, C3 dan C4 secara bersama-sama mempengaruhi C1 karena nilai signifikansi < 0,05. Sedangkan hasil uji t dengan variabel terikat C1 ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 8. Hasil uji F dengan C1 sebagai variabel terikat

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	3	314,07	104,69	20,71	1,25E-12
Residual	476	2405,89	5,054		
Total	479	2719,97			

Tabel 9. Hasil uji t dengan C1 sebagai variabel terikat

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value
Intercept	3,0889	0,7621	4,0533	6E-05
C2	0,2157	0,0778	2,7703	0,0058
C3	0,125	0,0411	3,042	0,0025
C4	-0,449	0,1428	-3,144	0,0018

Berdasarkan kolom *Coefficients* pada Tabel 9 dan persamaan (4), diperoleh :

$$C1 = 3,089 + 0,216C2 + 0,125C3 - 0,449C4$$

Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing variabel C2, C3 dan C4 memiliki pengaruh terhadap C1. Koefisien C2 sebesar 0,216 menunjukkan bahwa jika ada perubahan setiap 1 satuan C2, nilai C1 akan bertambah 0,216. Hal ini juga berlaku untuk C3 dan C4 namun koefisien negatif akan mempengaruhi penurunan C1.

Analisa dilanjutkan dengan menjadikan C2 sebagai variabel terikat dan C1, C3, C4 sebagai variabel bebas. Hal ini dilakukan bergantian hingga seluruh kriteria pernah menjadi variabel terikat. Berdasarkan empat kali analisa regresi, hasil uji F menyatakan bahwa variabel bebas secara bersama-sama mempengaruhi variabel terikat dan melalui uji t diperoleh :

$$C1 = 3,089 + 0,216C2 + 0,125C3 - 0,449C4$$

$$C2 = 3,401 + 0,074C1 - 0,059C3 - 0,608C4$$

$$C3 = 14,26 + 0,153C1 - 0,211C2 - 1,683C4$$

$$C4 = 4,832 - 0,045C1 - 0,18C2 - 0,139C3$$

Untuk mendapatkan bobot awal bagi masing-masing kriteria dilakukan penjumlahan koefisien. Namun, koefisien bernilai negatif diberi nilai mutlak terlebih dahulu karena walaupun bernilai negatif variabel bebas tersebut tetaplah berpengaruh terhadap variabel terikat. Penghitungan ini ditunjukkan pada Tabel 10.

Maka diperoleh bobot awal C1 = 0,271; C2 = 0,606; C3 = 0,323; C4 = 2,74. Seperti yang ditunjukkan persamaan (1), bobot ini kemudian diperbaiki dengan cara membagi bobot sebuah kriteria dengan jumlah seluruh bobot kriteria. Hasil penghitungan ini ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 10. Penjumlahan koefisien untuk memperoleh bobot awal

Y	β_1	β_2	β_3	β_4
C1	0	0,216	0,125	0,449
C2	0,074	0	0,059	0,608
C3	0,153	0,211	0	1,689
C4	0,045	0,18	0,139	0
Jumlah	0,271	0,606	0,323	2,74

Tabel 11. Pembobotan untuk masing-masing kriteria

Kriteria	Bobot awal	Bobot
C4 : Jumlah <i>access point</i>	2,74	0,7
C2 : Daerah fresnel	0,606	0,15
C3 : Jenis antenna	0,323	0,08
C1 : Jarak	0,271	0,07
Jumlah	3,941	1

Berdasarkan Tabel 11, dapat disimpulkan bahwa kriteria jumlah *access point* merupakan kriteria prioritas karena memiliki bobot yang paling besar. Tahap selanjutnya adalah proses penghitungan nilai vektor S. Berdasarkan persamaan (2), nilai vektor S diperoleh melalui perkalian nilai masing-masing kriteria yang telah dipangkatkan dengan bobot kriteria tersebut.

1. $BTS_{JP} = (1^{0,07}) \times (2^{0,15}) \times (3^{0,08}) \times (4^{0,7}) = 3,19$
2. $BTS_{RG} = (0^{0,07}) \times (1^{0,15}) \times (10^{0,08}) \times (4^{0,7}) = 0$
3. $BTS_{UK} = (7^{0,07}) \times (3^{0,15}) \times (13^{0,08}) \times (2^{0,7}) = 2,65$
4. $BTS_{BAE} = (0^{0,07}) \times (0^{0,15}) \times (10^{0,08}) \times (4^{0,7}) = 0$
5. $BTS_{LA} = (7^{0,07}) \times (0^{0,15}) \times (13^{0,08}) \times (3^{0,7}) = 0$
6. $BTS_{BDG} = (7^{0,07}) \times (3^{0,15}) \times (7^{0,08}) \times (3^{0,7}) = 3,34$
7. $BTS_{CL} = (0^{0,07}) \times (0^{0,15}) \times (7^{0,08}) \times (3^{0,7}) = 0$
8. $BTS_{BR} = (6^{0,07}) \times (0^{0,15}) \times (10^{0,08}) \times (3^{0,7}) = 0$
9. $BTS_{KM} = (5^{0,07}) \times (0^{0,15}) \times (10^{0,08}) \times (4^{0,7}) = 0$
10. $BTS_{KR} = (4^{0,07}) \times (0^{0,15}) \times (10^{0,08}) \times (4^{0,7}) = 0$
11. $BTS_{MK} = (5^{0,07}) \times (3^{0,15}) \times (13^{0,08}) \times (1^{0,7}) = 1,6$
12. $BTS_{NOC} = (6^{0,07}) \times (0^{0,15}) \times (10^{0,08}) \times (3^{0,7}) = 0$
13. $BTS_{JK} = (5^{0,07}) \times (0^{0,15}) \times (10^{0,08}) \times (2^{0,7}) = 0$
14. $BTS_{TL} = (6^{0,07}) \times (3^{0,15}) \times (7^{0,08}) \times (3^{0,7}) = 3,31$
15. $BTS_{KN} = (3^{0,07}) \times (0^{0,15}) \times (3^{0,08}) \times (4^{0,7}) = 0$
16. $BTS_{KG} = (4^{0,07}) \times (0^{0,15}) \times (10^{0,08}) \times (4^{0,7}) = 0$

Tahap selanjutnya adalah mencari nilai vektor V. Berdasarkan persamaan (3), nilai ini diperoleh melalui pembagian nilai vektor S dengan jumlah seluruh nilai vektor S.

1. $BTS_{JP} = 3,19 / 14,09 = 0,22$
2. $BTS_{RG} = 0 / 14,09 = 0$
3. $BTS_{UK} = 2,65 / 14,09 = 0,19$
4. $BTS_{BAE} = 0 / 14,09 = 0$
5. $BTS_{LA} = 0 / 14,09 = 0$

6. $BTS_{BDG} = 3,34 / 14,09 = 0,24$
7. $BTS_{CL} = 0 / 14,09 = 0$
8. $BTS_{BR} = 0 / 14,09 = 0$
9. $BTS_{KM} = 0 / 14,09 = 0$
10. $BTS_{KR} = 0 / 14,09 = 0$
11. $BTS_{MK} = 1,6 / 14,09 = 0,11$
12. $BTS_{NOC} = 0 / 14,09 = 0$
13. $BTS_{JK} = 0 / 14,09 = 0$
14. $BTS_{TL} = 3,31 / 14,09 = 0,23$
15. $BTS_{KN} = 0 / 14,09 = 0$
16. $BTS_{KG} = 0 / 14,09 = 0$

Dari hasil penghitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa BTS Bandungan merupakan pilihan BTS paling tepat untuk *client* yang berada pada titik koordinat -7.221241, 110.431554. BTS Bandungan memperoleh nilai vektor V terbesar yaitu 0,24.

Berdasarkan sistem yang telah dibangun dilakukan pengujian di 30 titik *client* PT. Grahamedia Informasi yang dipilih secara *random* untuk mengukur tingkat akurasi sistem. Hasil pengujian ke-30 titik tersebut ditunjukkan pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil pengujian sistem

Data uji ke-	Hasil sistem	Kenyataan (ISP)
1	BTS KN	BTS KN
2	BTS RG	BTS RG
3	BTS RG	BTS RG
4	BTS NOC	BTS NOC
5	BTS CL	BTS CL
6	BTS BAE	BTS BAE
7	BTS KM	BTS LA
8	BTS NOC	BTS NOC
9	BTS TL	BTS TL
10	BTS KM	BTS JK
11	BTS NOC	BTS NOC
12	BTS LA	BTS LA
13	BTS KG	BTS KG
14	BTS LA	BTS UK
15	BTS BR	BTS BR
16	BTS JP	BTS UK
17	BTS BR	BTS BR
18	BTS BDG	BTS BDG
19	BTS BR	BTS BR
20	BTS TL	BTS MK
21	BTS RG	BTS RG
22	BTS RG	BTS RG
23	BTS KG	BTS KG
24	BTS JP	BTS BDG
25	BTS LA	BTS LA
26	BTS JP	BTS JP
27	BTS TL	BTS JK
28	BTS RG	BTS JK
29	BTS TL	BTS TL
30	BTS BR	BTS BR

Tabel 12 menunjukkan hasil pengujian model sistem yang telah dibuat. Dari 30 titik *client*, terdapat 22 titik uji menghasilkan pilihan BTS sama dengan yang digunakan *client* sekarang ini. Namun, terdapat 8 titik uji menghasilkan pilihan BTS yang berbeda. Hal ini menunjukkan tingkat akurasi sistem yang dibuat mencapai 73%.

Perbedaan hasil sistem dengan kenyataan di lapangan dapat disebabkan beberapa faktor yang tidak masuk dalam penelitian ini. Misalnya, tim survei kadang memilih BTS yang terletak di lokasi yang lebih tinggi dan jarang permukiman penduduk karena memperkirakan pembangunan di sekitar lokasi *client* dan menara BTS. Adanya pembangunan ini menyebabkan pilihan BTS yang saat ini kondisi daerah feshnelnya bersih akan menjadi terhalang. Hal ini terjadi di beberapa pilihan BTS seperti BTS Umbul Kopi, BTS Bandungan, BTS Mangkrok, BTS Jati Kulon, dan BTS Telomoyo yang berada di ketinggian > 1000 meter dari permukaan laut.

Perbedaan lain disebabkan oleh adanya interferensi yang besar karena penggunaan menara bersama, seperti yang terjadi di BTS Telomoyo. Penyebab lain adalah faktor efisiensi waktu dalam melakukan *maintenance*. Tim survei jarang memilih beberapa BTS yang jaraknya jauh dari kantor untuk memudahkan dalam melakukan *maintenance* ke BTS tersebut. Hal ini terjadi di beberapa BTS seperti BTS Jati Pohon dan BTS Rasgen yang berjarak > 60 kilometer dari kantor.

4. Kesimpulan

Pemodelan sistem penentu *Base Transceiver Station* menggunakan metode *Weighted Product* dapat memberikan pilihan BTS bagi *client*. Perangkingan bagi alternatif pilihan BTS dapat dihasilkan dalam waktu singkat karena proses penghitungan *Weighted Product* yang cepat. Analisa regresi linear berganda dapat digunakan untuk menentukan bobot awal kriteria berdasarkan pengaruhnya terhadap kriteria lain. Pengujian pada 30 titik *client* menunjukkan tingkat akurasi sistem sebesar 73%. Berdasarkan pengujian tersebut, disimpulkan bahwa pemodelan sistem ini dapat digunakan sebagai acuan dalam menentukan BTS bagi *client* PT. Grahamedia Informasi. Namun, hasil pemodelan sistem yang dibangun bukanlah keputusan akhir karena terdapat beberapa faktor yang tidak masuk ke dalam penelitian ini. Keputusan akhir tetap berada di tangan pengguna.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kriten Satya Wacana yang telah membantu terlaksananya penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada PT. Grahamedia Informasi yang

telah memberikan informasi dalam menyelesaikan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Antarlangit (2017). Antena 2.4 & 5.8 GHz – New Antarlangit Dot Com. Diakses dari <http://antarlangit.com/categories/Antena-2.4-%26-5.8-Ghz>, tanggal 15 September 2017
- Gerlin, D. M. & Mubarakah N. (2013). Analisis Coverage Area Wireless Local Area Network (WLAN) 802.11b Dengan Menggunakan Simulator Radio Mobile. *Jurnal SIGUDA ENSIKOM*, 1(3), 95-100
- Hatta, H.R., Rizaldi, M. & Khairina, D.M. (2016). Penerapan Metode Weighted Product untuk Pemilihan Lokasi Lahan Baru Pemakaman Muslim Dengan Visualisasi Google Maps. *TEKNOSI*. 2(3), 85-94
- Insani, A. (2011). Pengaruh Performansi Akibat Interferensi Pada Sistem Bluetooth dan WLAN 802.11b. *Buletin Pos dan Telekomunikasi*, 9(4), 383-396
- Ismail, N., Maharoni & Lindra, I. (2015). Analisa Perencanaan Pembangunan BTS (Base Transceiver Station) Berdasarkan Faktor Kelengkapan Bumi dan Daerah Fresnel di Regional Project Sumatera Bagian Selatan. *Jurnal ISTEK*, 9(1), 104-121
- Mona, M, Kekenusa, J. & Prang, J. (2015).). Penggunaan Regresi Linear Berganda untuk Menganalisis Pendapatan Petani Kelapa Studi Kasus : Petani Kelapa di Desa Beo, Kecamatan Beo Kabupaten Talaud. *De Cartesian*, 4(2), 196-203
- Ndruru, R.E., Situmorang, M. & Tarigan, G. (2014). Analisa Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Hasil Produksi Padi di Deli Serdang. *Jurnal Saintia Matematika*, 2(1), 71-83
- Nugraha, A. L. & Sudarsono, B. (2007). Survei Topografi Untuk Menentukan Garis Tampak Pandang Base Transceiver Station (BTS). *Jurnal TEKNIK*, 28(2), 55-60
- Oktavina, Ristika & Himawan, H. (2015). Sistem Pendukung Keputusan Untuk Menentukan Pelanggan Terbaik Pada TB. Bangun Jaya Menggunakan Metode Weighted Product (WP). *Skripsi : Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dian Nuswantoro, Semarang, Indonesia*.
- Subowo, A, Faisal, RM & Mansur, A. (2015) Pemilihan lokasi Base Transceiver Station Jaringan Wireless Pita Lebar Pada Internet Service Provider (Studi Kasus: PT. Sarana Insan Muda Selaras Cabang Yogyakarta. *Jurnal Teknoin*. 21(2)

Turuy, S. & Widyawan. (2016). Evaluasi Perangkat IQRF
Pada Topoplogi AD-Hoc Untuk Mengetahui RSSI.
Jurnal POSITIF, 1(2), 48-57