

## OPTIMALISASI UMUR BTS, JUMLAH MAINTENANCE SITE CREW DAN PENENTUAN BIAYA MAINTENANCE DENGAN MENGGUNAKAN METODE LIFE CYCLE COST

(Studi kasus: PT Telkomsel Indonesia)

Alfrianiko Anggriawan<sup>1</sup>, Rd. Rohmat Saedudin<sup>2</sup>, Amelia Kurniawati<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Major : Industrial Engineering, Industrial Engineering Faculty, Telkom University

<sup>1</sup>alfrianikoanggriawan@yahoo.com, <sup>2</sup>roja2128@gmail.com, <sup>3</sup>amelia.kurniawati@gmail.com

### Abstract

The number of telecommunications user in Indonesia increase during 2009-2013 period. In 2013 noted about 300 million customers of cellular services and bigger than Indonesia society which approximately 243,6 million. PT Telkomsel Indonesia is one of cellular providers company which 131,5 million customers or about 49% in market share. One of the most important infrastructures to support operational activities of cellular operator is BTS (Base Transceiver Station). If failure functions of BTS occur will affect loss of potential revenue and customer satisfaction. Operate BTS in long period can increased hazard rate and aging of BTS. Therefore it is necessary to determine optimum retirement age of BTS. While BTS failure, therefore it is handed by maintenance site crew. If the number of maintenance site crew increase will affect to increasing maintenance cost, but if the number is few will affect to increasing shortage cost. Therefore it is also necessary to determine the number of optimum maintenance site crew. Methods which will be used for optimization is the life cycle cost method. Life cycle cost method combine retirement oga and the number of maintenance site crew to achieve minimum life cycle cost. Plotting the distribution and determination of the distribution calculate based on data TTF and TTR. Then, Calculation of sustaining cost and acquisition cost obtain to achieve minimum life cycle cost. Based on life cycle cost calculation, the smallest total LCC is Rp54,467,056,568.00 with the optimum retirement age is 5 years and the optimum number of maintenance site crew is 5.

**Keywords : Optimization, Maintenance Management, LCC**

### PENDAHULUAN

PT.Telkomsel Indonesia merupakan salah satu perusahaan penyedia jasa seluler terbesar di Indonesia. Hingga akhir tahun 2013 pelanggan PT.Telkomsel tercatat sebanyak 131,5 juta pelanggan dan menguasai pangsa pasar sekitar 49 % dari total keseluruhan pelanggan jasa telekomunikasi seluler. Jumlah pengguna layanan seluler yang menggunakan jasa Telkomsel cenderung mengalami kenaikan dari tahun ke tahun dan sangat berpotensi untuk terus bertambah. Pertumbuhan jumlah pelanggan ini juga harus diimbangi dengan pembangunan infrastruktur pendukung yang memadai agar operator dapat memberikan pelayanan yang memuaskan. Salah satu infrastruktur penting dalam mendukung kegiatan operasional operator seluler adalah BTS (Base Transceiver Station).

Hingga akhir tahun 2013 PT.Telkomsel tercatat memiliki BTS sebanyak 69.864 unit dimana jumlah ini cukup Mengalami kenaikan yang signifikan dibandingkan tahun-tahun sebelumnya dimana kenaikan tercatat sebesar 29%. Dari semua BTS yang dimiliki, beberapa diantaranya telah berusia rata-rata di atas 10 tahun dengan persentase sebanyak 6.9% dan berusia 5-10 tahun dengan persentase sebanyak 44.36%.

Dalam sebuah arsitektur jaringan telekomunikasi, BTS memegang peranan yang sangat penting. Jika terjadi kerusakan pada BTS yang menyebabkan BTS menjadi down, maka akan berakibat hilangnya potential revenue dan menyebabkan hilangnya kepercayaan konsumen pada perusahaan. Selain itu penggunaan yang cukup lama juga dapat menyebabkan penuaan BTS dan meningkatnya hazard rate. Oleh karena itu perlu dilakukan analisis umur optimal dari BTS tersebut. Hal ini dapat menghindari terjadinya peningkatan hazard rate yang berhubungan linier dengan penambahan biaya maintenance dan shortage cost. Dengan mengetahui umur optimal BTS dapat mendukung tercapainya cost yang minimal (Ebeling,1997).

Jika BTS mengalami kerusakan maka akan ditangani oleh maintenance site crew. Dalam kondisi normal jika jumlah BTS yang mengalami kerusakan sama dengan jumlah maintenance site crew yang tersedia, maka semua kerusakan dapat diatasi dengan segera. Tetapi jika jumlah maintenance site crew tidak memenuhi maka BTS tersebut harus menunggu giliran untuk diperbaiki sehingga akan menyebabkan downtime yang lama. Sementara

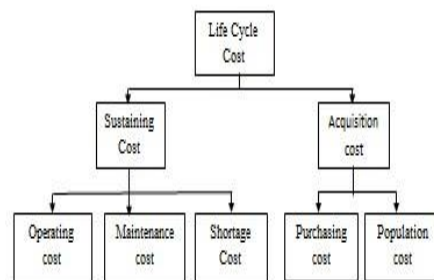
itu penyediaan jumlah maintenance set crew yang banyak juga akan menambah cost, karena dengan banyaknya tim kerja akan meningkatkan biaya overhead serta menambah biaya investasi untuk penambahan perangkat, tetapi kekurangan tim kerja juga dapat menyebabkan biaya menjadi tinggi karena akan menimbulkan downtime yang akan mengurangi profit perusahaan dan kehilangan potential revenue. Oleh karena itu penentuan jumlah maintenance site crew yang optimal sangat dibutuhkan, optimasi jumlah maintenance site crew dilakukan berdasarkan life cycle cost terendah.

Berdasarkan permasalahan yang terdapat pada perusahaan ini, maka akan dilakukan analisis yang berkaitan dengan pendekatan biaya, salah satu metodenya adalah Life Cycle Cost (LCC). Metode LCC merupakan pendekatan total biaya yang dikeluarkan dari awal sampai akhir yang mempertimbangkan beberapa biaya seperti maintenance cost, operating cost, shortage cost, population cost, dan purchasing cost (Barringer,1996). Dengan metode ini dapat diketahui umur optimal dari BTS serta jumlah maintenance site crew yang optimal yang dapat memberikan masukan kepada perusahaan dalam menentukan kebijakan maintenance-nya.

## METODE

### *Life Cycle Cost*

*Life cycle cost* merupakan penjumlahan perkiraan biaya dari awal hingga penyelesaian, baik peralatan maupun proyek seperti yang ditentukan oleh studi analisis dan perkiraan pengeluaran total yang dialami selama hidup (Blanchard dan Fabricky,1990). Tujuan dari analisis LCC adalah untuk memilih pendekatan biaya yang paling efektif dari serangkaian alternatif sehingga *cost term ownership* (kepemilikan) yang paling pendek tercapai. Pendekatan *Life Cycle Cost* menekankan pada pertimbangan *total cost* selama pengoperasian *equipment* dari pada *initial cost*. Model adalah gambaran dari suatu permasalahan yang dapat merepresentasikan permasalahan yang sebenarnya. Dalam penelitian ini, permasalahan dimodelkan melalui pendekatan LCC, yang diilustrasikan sebagai berikut



Gambar 1 Model *Life Cycle Cost*

### *Sustaining Cost*

*Sustaining cost* merupakan biaya yang harus dikeluarkan atas kepemilikan suatu perangkat selama periode tertentu. *Sustaining cost* merupakan penjumlahan dari *annual operating cost*, *annual maintenance cost*, dan *annual shortage cost*.

### *Operating Cost*

*Operating Cost* merupakan biaya yang harus dikeluarkan atas beroperasinya suatu alat setiap periodenya

### *Maintenance Cost*

*Maintenance Cost* merupakan biaya yang dikeluarkan untuk perawatan atas *equipment* itu sendiri secara terus – menerus setiap periodenya selama siklus operasi sebuah *equipment*. Dalam perhitungannya, *Maintenance Cost* dipengaruhi oleh jumlah *maintenance site crew* yang disediakan dan besarnya biaya perbaikan *equipment* tersebut.

### *Shortage Cost*

*Shortage Cost* merupakan biaya yang harus dikeluarkan karena terjadinya kekurangan perangkat sebagai akibat dari kekurangan *site crew* untuk memperbaiki perangkat yang rusak

### *Acquisition Cost*

*Acquisition Cost* merupakan biaya yang dikeluarkan pada pembelian awal sebuah *equipment* atau sistem. *Acquisition Cost* merupakan penjumlahan antara biaya yang harus dikeluarkan seluruh perangkatat selama hidupnya atau selisih antara biaya pembelian dengan nilai sisa di akhir umur suatu perangkat.

### **Purchasing Cost**

*Purchasing Cost* merupakan keseluruhan biaya yang dikeluarkan untuk pembelian seluruh perangkat yang diperlukan dalam suatu sistem. Untuk setiap *retirement age* yang berbeda juga mempunyai *annual purchasing cost* yang berbeda pula. Pada perhitungan *Purchasing Cost* harus mempertimbangkan besarnya suku bunga untuk kredit.

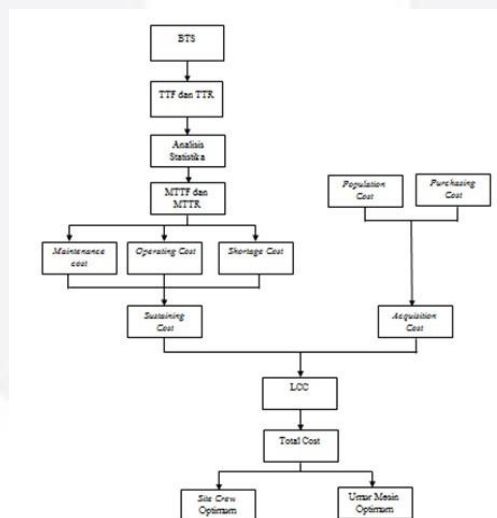
### **Population Cost**

*Population Cost* merupakan biaya yang dikeluarkan setiap periode atas kepemilikan terhadap suatu alat. *Population Cost* didapatkan dari *Annual Equivalent Cost* per unit dikali jumlah populasi unit perangkatnya. *Equivalent Cost* adalah selisih antara *Purchasing Cost* dengan *Book Value*.

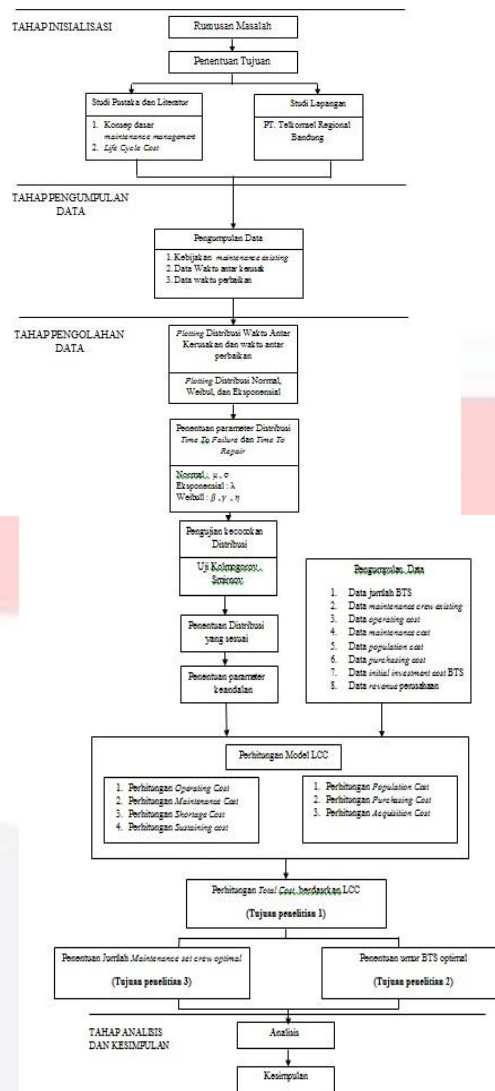
## **TAHAPAN PENYELESAIAN MASALAH**

Pada penelitian ini dikumpulkan data *time to failure* dan *time to repair* dari BTS. Setelah itu dilakukan analisis statistika untuk menentukan parameter distribusi dari data tersebut. Selanjutnya dilakukan uji kesesuaian distribusi dari data tersebut. Setelah itu dilakukan perhitungan untuk memperoleh *Mean Time To Failure* dan *Mean Time To Repair*.

Analisis *Life Cycle Cost* digunakan untuk mendapatkan *total cost* yang minimum sepanjang siklus hidup BTS. *Life Cycle Cost* menjumlahkan *sustaining cost* dengan *acquisition cost*. *Acquisition cost* merupakan penjumlahan dari *population cost* dan *purchasing cost*. *Population cost* merupakan biaya yang muncul atas kepemilikan suatu alat. *Purchasing cost* merupakan biaya yang dikeluarkan untuk membeli atau mengadakan suatu alat. *Population cost* dan *purchasing cost* dipengaruhi oleh harga per unit BTS, jumlah BTS, dan umur BTS. Setelah itu dihitung juga *sustaining cost* yang merupakan penjumlahan dari *maintenance cost, operation cost, shortage cost*. *Maintenance cost* merupakan biaya untuk kegiatan *maintenance* seperti penggantian komponen, biaya tenaga kerja, biaya peralatan. *Operation cost* merupakan biaya yang dikeluarkan atas beroperasinya suatu alat seperti biaya energi, biaya tenaga operator dan biaya transportasi. *Shortage cost* merupakan biaya yang muncul karena adanya antrian pada perbaikan alat sehingga menyebabkan *loss revenue* yang menyebabkan kerugian Model konseptual dan sistematika penyelesaian masalah dari penelitian ini ditampilkan pada gambar berikut.



Gambar 2 Model Konseptual



Gambar 3 Sistematika Penyelesaian Masalah

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tahapan dalam pengolahan data yang dilakukan untuk mendapatkan *output* dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. *Plotting data time to failure dan time to repair* Plotting data dilakukan untuk mendapatkan parameter-parameter dari data tersebut berdasarkan distribusi eksponensial, distribusi normal, dan distribusi weibull.
2. *Penentuan Distribusi yang Mewakili* Penentuan distribusi yang mewakili dilakukan terhadap data *time to failure* dan *time to repair* dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov. Pada uji ini dilakukan pengujian kecocokan distribusi terhadap distribusi eksponensial, normal dan weibull. Hasil dari uji Kolmogorov-smirnov didapatkan distribusi weibull sebagai distribusi yang paling mewakili data TTF dan TTR.
3. *Penentuan Parameter Keandalan TTF dan TTR* Parameter keandalan TTF dan TTR dapat dihitung setelah memperoleh distribusi yang mewakili dengan parameter masing-masing. Parameter keandalan data TTF dan TTR ditampilkan sebagai berikut

Tabel 1 Parameter Keandalan *Time To Failure*

Equipment	$(1/\beta+1)$	$\Gamma(1/\beta + 1)$	$\eta$	MTBF( Hours)
BTS	2.88	1.7955	9.5828	17.206

Tabel 2 Parameter Keandalan *Time To Repair*

Equip ment	$(1/\beta + 1)$	$\Gamma(1/\beta + 1)$	$\eta$	MTTR( Hours)
BTS	2.12	1.0568	0.8181	0.865

4. Perhitungan *Life Cycle Cost*

Total *life cycle cost* didapatkan dari penjumlahan *sustaining cost* dan *acquisition cost*. *Sustaining cost* merupakan biaya yang dikeluarkan suatu perangkat yang terdiri dari *operating cost*, *maintenance cost*, dan *shortage cost*. Sedangkan *acquisition cost* terdiri dari *population cost* dan *purchasing cost*.

a. Perhitungan *Annual Operating Cost*

*Annual Operating Cost* merupakan keseluruhan biaya yang dikeluarkan saat sebuah perangkat beroperasi. Pada pengoperasian BTS *operating cost* yang dilakukan adalah *operating labor cost* untuk operator yang menjaga BTS dan *energy cost*. Perhitungan *operating cost* ditampilkan pada tabel berikut

Tabel 3 *Operating Cost*

No	Nama Item	Jumlah	Harga
1	Energy Cost		Rp 3,079,296,000.00
2	Operating Labor Cost	12 x 88 orang x Rp 700,000.00. x 2 shift	Rp 1,478,400,000.00

b. Perhitungan *Annual Maintenance Cost*

*Annual maintenance cost* merupakan biaya yang dikeluarkan untuk aktivitas perawatan peralatan baik memperbaiki ataupun mengganti komponen. *Annual maintenance cost* dihitung untuk mengetahui besar biaya perawatan setiap tahunnya. *Annual maintenance cost* terdiri dari *maintenance labor cost* dan *repair cost*. Perhitungan *annual maintenance cost* ditampilkan sebagai berikut.

Tabel 4 *Maintenance Cost*

No	Nama item	Jumlah	Total cost
1	Maintenance labor cost	12 bulan x 1@ Rp 15,000,000	Rp 180,000,000.00
2	Maintenance cost		Rp 3,436,161,685.56
Jumlah			Rp 3,616,161,685.56

Perhitungan diatas merupakan perhitungan untuk jumlah *site crew* ( $M = 1$ ) dan *retirement age* ( $n = 1$ ).

c. Perhitungan *Annual Shortage Cost*

*Shortage Cost* merupakan biaya yang harus dikeluarkan karena kekurangan unit yang disebabkan oleh kurangnya jumlah tim *maintenance* yang akan memperbaiki perangkat yang rusak. *Annual shortage cost* dipengaruhi oleh jumlah *maintenance site crew* dan probabilitas antrian dalam sistem. Contoh perhitungan *shortage cost* untuk  $n = 1$  tahun dan jumlah  $M = 1$  sampai  $M = 5$  ditampilkan sebagai berikut.

Tabel 5 *Shortage Cost*

M	Pr 0,0	jumlah Terjadi Antrian ( Hari )	Potential Revenue BTS / Unit/ Hari	Annual Shortage Cost/Unit	Jumlah Unit Kurang	Total Annual Shortage Cost
1	0.949726839	18.34970359	Rp 2,094,065.81	Rp 38,425,486.90	68,10867052	Rp 2,617,108,827
2	0.950928523	17.91108895	Rp 2,094,065.81	Rp 37,506,998.99	48,21734103	Rp 1,808,487,761
3	0.950968851	17.89636937	Rp 2,094,065.81	Rp 37,476,175.20	27,98773595	Rp 1,048,873,296
4	0.950969611	17.89609185	Rp 2,094,065.81	Rp 37,475,594.07	4,193210254	Rp 157,143,045
5	0.950969622	17.89608813	Rp 2,094,065.81	Rp 37,475,586.28	4,950049861	Rp 185,506,021

d. Perhitungan *Annual Purchasing Cost*

*Purchasing Cost* merupakan total biaya yang dikeluarkan untuk pembelian seluruh perangkat BTS. Pada penelitian ini *purchasing cost* adalah semua biaya yang dikeluarkan untuk mendirikan sebuah BTS. *Annual purchasing cost* akan berbeda pada setiap *retirement age* yang dipengaruhi oleh suku bunga yang berlaku.

Tabel 6 Annual Purchasing Cost

N	Harga satuan	A/P, 12%	Annual Purchasing Cost	Jumlah BTS	Total
1	Rp 1,200,000,000	1.12	Rp 1,344,000,000	88	Rp 118,272,000,000
2	Rp 1,200,000,000	0.5916981	Rp 710,037,736	88	Rp 62,483,320,755
3	Rp 1,200,000,000	0.416349	Rp 499,618,777	88	Rp 43,966,452,347
4	Rp 1,200,000,000	0.3292344	Rp 395,081,324	88	Rp 34,767,156,474
5	Rp 1,200,000,000	0.2774097	Rp 332,891,678	88	Rp 29,294,467,693
6	Rp 1,200,000,000	0.2432257	Rp 291,870,862	88	Rp 25,684,635,866
7	Rp 1,200,000,000	0.2191177	Rp 262,941,283	88	Rp 23,138,832,911
8	Rp 1,200,000,000	0.2013028	Rp 241,563,410	88	Rp 21,257,580,049
9	Rp 1,200,000,000	0.1876789	Rp 225,214,667	88	Rp 19,818,890,654
10	Rp 1,200,000,000	0.1769842	Rp 212,380,997	88	Rp 18,689,527,735
11	Rp 1,200,000,000	0.1684154	Rp 202,098,485	88	Rp 17,784,666,694
12	Rp 1,200,000,000	0.1614368	Rp 193,724,169	88	Rp 17,047,726,882
13	Rp 1,200,000,000	0.1556772	Rp 186,812,634	88	Rp 16,439,511,804
14	Rp 1,200,000,000	0.1508712	Rp 181,045,495	88	Rp 15,932,003,589
15	Rp 1,200,000,000	0.1468242	Rp 176,189,088	88	Rp 15,504,639,707

e. Perhitungan *Book Value*

Perhitungan *book value* dilakukan untuk mengetahui nilai suatu peralatan pada tahun terakhir penggunaannya berdasarkan estimasi tahun perkiraan. Pada perhitungan ini BTS diasumsikan mengalami depresiasi 10% setiap tahunnya dan estimasi umur adalah 15 tahun. Perhitungan *book value* ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 7 *Book Value*

Retirement Age	Salvage Value	Purchasing Cost	Book Value
1	Rp 1,080,000,000	Rp 1,200,000,000	Rp 1,192,000,000
2	Rp 972,000,000	Rp 1,200,000,000	Rp 1,169,600,000
3	Rp 874,800,000	Rp 1,200,000,000	Rp 1,134,960,000
4	Rp 787,320,000	Rp 1,200,000,000	Rp 1,089,952,000
5	Rp 708,588,000	Rp 1,200,000,000	Rp 1,036,196,000
6	Rp 637,729,200	Rp 1,200,000,000	Rp 975,091,680
7	Rp 573,956,280	Rp 1,200,000,000	Rp 907,846,264
8	Rp 516,560,652	Rp 1,200,000,000	Rp 835,499,014
9	Rp 464,904,587	Rp 1,200,000,000	Rp 758,942,752
10	Rp 418,414,128	Rp 1,200,000,000	Rp 678,942,752
11	Rp 376,572,715	Rp 1,200,000,000	Rp 596,153,325
12	Rp 338,915,444	Rp 1,200,000,000	Rp 511,132,355
13	Rp 305,023,899	Rp 1,200,000,000	Rp 424,354,046
14	Rp 274,521,509	Rp 1,200,000,000	Rp 336,220,075
15	Rp 247,069,359	Rp 1,200,000,000	Rp 247,069,359

f. Perhitungan *Annual Population Cost*

*Population cost* adalah biaya yang harus dikeluarkan pada setiap periode atas kepemilikan suatu alat. *Population cost* diperoleh dari *annual equivalent cost* per unit dikali jumlah unit perangkat. *Equivalent cost* diperoleh dengan menghitung selisih *purchasing cost* dengan *book value*. Perhitungan *population cost* ditampilkan sebagai berikut.

Tabel 8 *Annual Population Cost*

Population	Retirement Age	Annual Equivalent Cost	Annual Equivalent Population Cost
88	1	Rp 8,000,000	Rp 704,000,000
88	2	Rp 30,400,000	Rp 2,675,200,000
88	3	Rp 65,040,000	Rp 5,723,520,000
88	4	Rp 110,048,000	Rp 9,684,224,000
88	5	Rp 163,804,000	Rp 14,414,752,000
88	6	Rp 224,908,320	Rp 19,791,932,160
88	7	Rp 292,153,736	Rp 25,709,528,768
88	8	Rp 364,500,986	Rp 32,076,086,733
88	9	Rp 441,057,248	Rp 38,813,037,817
88	10	Rp 521,057,248	Rp 45,853,037,817
88	11	Rp 603,846,675	Rp 53,138,507,439
88	12	Rp 688,867,645	Rp 60,620,352,758
88	13	Rp 775,645,954	Rp 68,256,843,939
88	14	Rp 863,779,925	Rp 76,012,633,356
88	15	Rp 952,930,641	Rp 83,857,896,451



## g. Perhitungan Total LCC

*Life cycle cost* merupakan biaya keseluruhan sistem mulai dari pembelian awal sampai akhir operasinya. Total LCC diperoleh dengan menjumlahkan *sustaining cost* dan *acquisition cost*. Perhitungan LCC ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 9 Total *Life Cycle Cost*

<i>Life Cycle Cost</i>					
n	M = 1	M = 2	M = 3	M = 4	M = 5
1	Rp 129,766,966,827	Rp 129,138,345,761	Rp 128,558,731,296	Rp 127,847,001,045	Rp 128,055,364,021
2	Rp 76,671,190,206	Rp 76,028,812,525	Rp 75,462,120,724	Rp 74,446,941,807	Rp 74,622,907,716
3	Rp 61,982,107,708	Rp 61,322,635,696	Rp 60,758,149,203	Rp 59,609,922,333	Rp 59,561,730,446
4	Rp 57,585,891,671	Rp 56,905,260,294	Rp 56,341,892,215	Rp 55,542,598,614	Rp 54,754,909,741
5	Rp 57,754,644,740	Rp 57,047,916,174	Rp 56,485,371,866	Rp 56,208,710,100	Rp 54,476,056,568
6	Rp 60,507,615,985	Rp 59,768,808,344	Rp 59,206,683,996	Rp 58,651,849,037	Rp 56,807,700,966
7	Rp 64,946,496,785	Rp 64,168,383,595	Rp 63,606,067,124	Rp 63,055,338,973	Rp 61,510,289,918
<i>Life Cycle Cost</i>					
n	M = 1	M = 2	M = 3	M = 4	M = 5
8	Rp 70,587,757,853	Rp 69,761,634,792	Rp 69,198,227,429	Rp 68,650,794,354	Rp 67,989,186,540
9	Rp 77,138,963,285	Rp 76,254,378,928	Rp 75,688,592,131	Rp 75,144,661,557	Rp 74,597,462,609
10	Rp 84,408,432,452	Rp 83,452,880,381	Rp 82,882,898,853	Rp 82,342,686,177	Rp 81,803,628,437
11	Rp 92,263,521,766	Rp 91,222,092,601	Rp 90,645,392,789	Rp 90,109,070,035	Rp 89,574,637,049
12	Rp 100,609,266,502	Rp 99,464,260,465	Rp 98,877,370,780	Rp 98,345,031,289	Rp 97,815,556,121
13	Rp 109,376,493,953	Rp 108,106,997,981	Rp 107,505,182,857	Rp 106,976,788,983	Rp 106,452,711,719
14	Rp 118,514,735,597	Rp 117,096,174,352	Rp 116,473,018,936	Rp 115,948,324,050	Rp 115,430,104,250
15	Rp 127,987,767,559	Rp 126,391,445,906	Rp 125,738,311,231	Rp 125,216,743,996	Rp 124,704,848,458
<i>Life Cycle Cost</i>					
n	M = 6	M = 7	M = 8	M = 9	M = 10
1	Rp 128,273,125,865	Rp 128,490,825,831	Rp 128,708,465,562	Rp 128,926,066,443	Rp 129,143,640,812
2	Rp 74,844,439,417	Rp 75,065,971,910	Rp 75,287,445,868	Rp 75,508,881,682	Rp 75,730,291,391
3	Rp 59,787,260,992	Rp 60,013,006,144	Rp 60,238,694,749	Rp 60,464,345,853	Rp 60,689,971,227
4	Rp 54,984,029,955	Rp 55,214,401,882	Rp 55,444,720,499	Rp 55,675,002,211	Rp 55,905,258,537
5	Rp 54,702,719,736	Rp 54,938,165,965	Rp 55,173,567,522	Rp 55,408,932,739	Rp 55,644,272,894
6	Rp 56,958,028,006	Rp 57,199,011,585	Rp 57,439,989,229	Rp 57,680,931,114	Rp 57,921,848,242
7	Rp 60,846,790,604	Rp 61,093,606,156	Rp 61,340,695,826	Rp 61,587,750,509	Rp 61,834,780,726
8	Rp 65,882,581,708	Rp 66,132,855,634	Rp 66,386,637,787	Rp 66,640,387,052	Rp 66,894,112,134
9	Rp 71,819,135,551	Rp 72,018,167,756	Rp 72,279,260,257	Rp 72,540,334,156	Rp 72,801,384,140
10	Rp 79,422,238,542	Rp 78,551,184,014	Rp 78,820,098,635	Rp 79,089,177,821	Rp 79,358,233,460
11	Rp 88,881,269,976	Rp 85,595,176,763	Rp 85,868,986,767	Rp 86,146,804,130	Rp 86,424,599,102
12	Rp 97,282,595,220	Rp 93,161,924,979	Rp 93,322,628,015	Rp 93,609,958,219	Rp 93,897,280,976
13	Rp 105,928,760,691	Rp 103,505,813,417	Rp 101,102,943,474	Rp 101,400,265,051	Rp 101,697,960,122
14	Rp 114,912,181,756	Rp 114,331,392,198	Rp 109,163,586,840	Rp 109,457,039,855	Rp 109,766,007,110
15	Rp 124,193,449,795	Rp 123,681,230,615	Rp 118,205,614,202	Rp 117,732,763,763	Rp 118,053,906,634

5. Penentuan *Site Crew* Optimal dan *Retirement Age* Optimal

Penentuan jumlah tim *maintenance* optimal dipilih dari total biaya yang terkecil. Berdasarkan perhitungan LCC, maka yang memiliki total biaya terkecil adalah M = 5 tim, dengan n = 5 tahun, dimana total *cost* adalah sebesar Rp54,476,056,568.00.

## KESIMPULAN DAN SARAN

1. Dari hasil perhitungan *life cycle cost* diperoleh hasil yang menunjukkan total *life cycle cost* paling murah untuk BTS PT Telkomsel tipe *platinum* regional Jawa Barat adalah Rp54,476,056,568.00
2. Berdasarkan pada data kerusakan BTS serta biaya-biaya yang diperoleh dalam penelitian ini yang berpengaruh selama pengoperasian BTS, dengan perhitungan menggunakan metode *life cycle cost* untuk jumlah BTS sebanyak 88 unit diperoleh umur BTS optimal adalah 5 tahun. Dengan pertimbangan bahwa semua unit BTS berada pada pada umur ( n = 0 tahun) pada saat penelitian ini dilakukan.
3. Jumlah optimal dari *maintenance site crew* BTS adalah 5 *maintenance site crew*. 1 tim terdiri dari 6 orang yang bekerja pada 2 shift. Kebijakan ini optimal pada saat jumlah BTS yang diteliti berjumlah 88 unit.

## Saran

### Saran Bagi Perusahaan

1. Saran untuk PT Telkomsel adalah untuk melakukan pencatatan yang lebih detail mengenai *downtime* untuk membedakan waktu bersih yang digunakan untuk *repair time* dan *downtime* yang tidak menghasilkan nilai tambah.
2. Perusahaan sebaiknya melakukan pencatatan yang lebih detail yang berhubungan dengan biaya, meliputi tanggal, kegiatan yang dilakukan dan biaya yang dikeluarkan.

### Saran Bagi Penelitian Selanjutnya

1. Melakukan analisis dengan mempertimbangkan waktu transportasi yang dilakukan oleh *maintenance crew* untuk berpindah dari suatu lokasi BTS ke lokasi lainnya.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Apriliyanto, Deri. 2012. Optimasi Jumlah Mesin Pengepak Semen, Umur Mesin Pengepak Semen, dan Jumlah Maintenance Set Crew dengan Metode *Life Cycle Cost* (LCC) dan Simulasi Monte Carlo ( Studi kasus:PT.Holcim Indonesia Tbk.) Jurusan Teknik Industri IT Telkom : Bandung.
2. Barringer.1996.*Life Cycle Cost Tutorial*. Texas : Marriout Houston Westside.
3. Blanchard, Fabricky. 1990. *System Engineering and Analysis*, 2<sup>nd</sup> ed. Englewood Cliffs : Prentice-Hall .
4. Ebeling, Charles. 1997. *An Introduction to Reliabilty and Maintainability Engineering*. Singapore : The McGraw-Hill Companies Inc.
5. Grant,Ireson,Leavenworth. 1996. Dasar Ekonomi Teknik. Jilid 1. Jakarta. PT Rineka Cipta
6. Kececioglu, Dimitri. 1992. *Reliability Engineering Handbook, volume 1*. New Jersey : Prentice Hall
7. Moubray, John. 1991. Reliability Centered Maintenance II. Oxford: Butterworthheinemann,Ltd..
8. Sanjaya, Hadi Nur. 2013. Usulan Perbaikan Kebijakan *Maintenance* Pada Mesin *Netting* Dengan Metode *Life Cycle Cost* dan *Overall equipment effectiveness* (Studi kasus: PT.Indoneptune Manufacturing Net) Jurusan Teknik Industri IT Telkom : Bandung.
9. Septina, Sihol Mariana. 2008.Peingkatan *Availabilitas Base Transceiver Station (BTS)* Dengan Optimasi *Site Crew* Menggunakan *Life Cyce Cost* dan Usulan Strategi Perawatan dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Bandung : IT Telkom
10. Taha, Hamdy A. 1996. Riset Operasi, Jilid 2. Tangerang. Binarupa Aksara Publisher
11. Zaman, Haviv royro.2013. Optimasi Interval Inspeksi Dan Umur Sisa Pada Batangan Rel Menggunakan Metode Risk Based Inspection (RBI) dan Life Cycle Cost ( Studi kasus: PT Kereta Api Indonesia). Bandung: IT Telkom