

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

(Studi kasus: PT Telkomsel Indonesia)

Alfrianiko Anggriawan¹, Rd. Rohmat Saedudin², Amelia Kurniawati³

^{1,2,3}Major : Industrial Engineering, Industrial Engineering Faculty, Telkom University

¹alfrianikoanggriawan@yahoo.com, ²roja2128@gmail.com, ³amelia.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

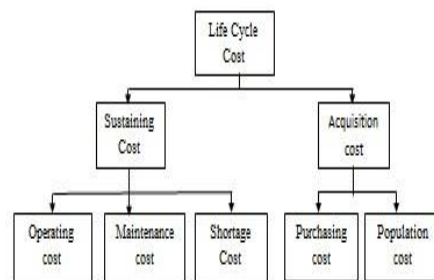
itu penyediaan jumlah maintenance set crew yang banyak juga akan menambah cost, karena dengan banyaknya tim kerja akan meningkatkan biaya overhead serta menambah biaya investasi untuk penambahan perangkat, tetapi kekurangan tim kerja juga dapat menyebabkan biaya menjadi tinggi karena akan menimbulkan 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 perangkat 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.

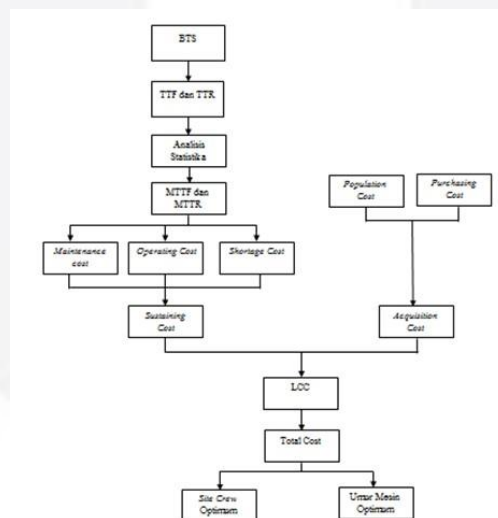
Population Cost

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*.

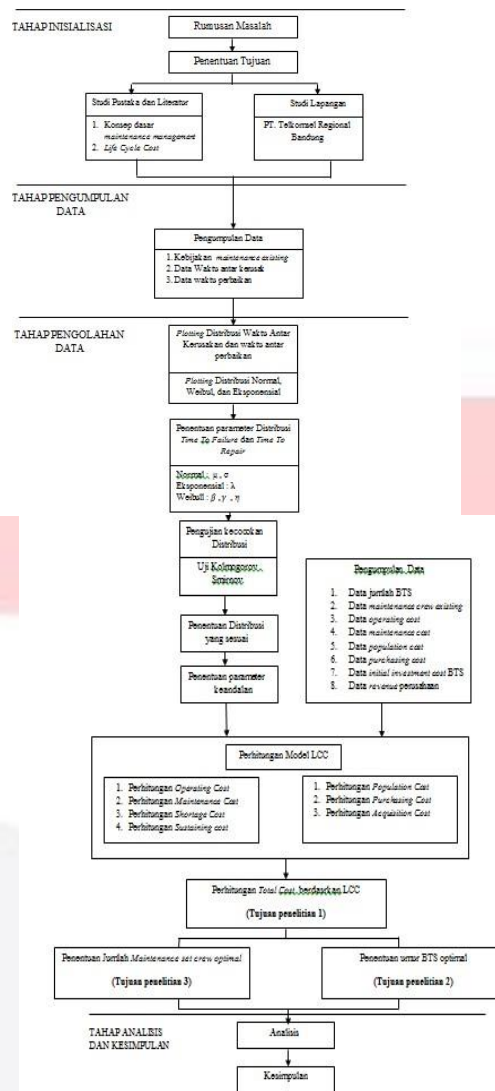
TAHAPAN PENYELESAIAN MASALAH

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 | $(1/\beta + 1)$ | $\Gamma(1/\beta + 1)$ | η | MTBF (Hours) |
|-----------|-----------------|-----------------------|--------|--------------|
| BTS | 2.88 | 1.7955 | 9.5828 | 17.206 |

Tabel 2 Parameter Keandalan *Time To Repair*

| Equip ment | $(1/\beta + 1)$ | $\Gamma(1/\beta + 1)$ | η | 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*, 2nd 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