

MODEL TEKNO EKONOMI PADA PERENCANAAN DAN RANCANG BANGUN TEKNOLOGI KOMUNIKASI UNTUK EARLY WARNING SYSTEM (EWS) PADA SISTEM PUBLIC PROTECTION AND DISASTER RELIEF (PPDR)

TECHNO ECONOMIC MODEL FOR PLANNING AND DESIGN OF TELECOMMUNICATION TECHNOLOGY FOR EARLY WARNING SYSTEM ON PUBLIC PROTECTION AND DISASTER RELIEF

Aidil Afdan Pananrang¹, Ir. Ahmad Tri Hanuranto, M.T², Ratna Mayasari, S.T., M.T³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹aidilpananrang@gmail.com, ²athanuranto@gmail.com, ³ratnamayasari@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Indonesia merupakan negara rawan bencana. Kerugian akibat buruknya sistem *Public Protection and Disaster Relief* (PPDR) di Indonesia mencapai \$125,569 milyar atau sekitar 1.632 Triliun Rupiah [1]. Angka kerugian ini merupakan yang terbesar jika dibandingkan dengan negara-negara lainnya di Asia. Sehingga harus dilakukan upaya untuk mereduksi kerugian bencana dengan sistem deteksi dini.

Pada penelitian ini sistem deteksi dini dirancang menggunakan *Wireless Sensor Network* (WSN), lalu hubungan antara jumlah *Sensor Node* terhadap biaya akan dianalisa menggunakan *Nett Present Value* (NPV) untuk pengimplementasian di beberapa level wilayah tertentu.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa lokasi dengan kategori *green alert level* dan *yellow alert level* (dengan estimasi kerugian minimum) tidak layak untuk pengimplementasian sistem PPDR dikarenakan menghasilkan NPV yang negatif, sedangkan pada wilayah dengan *yellow alert level* (estimasi kerugian maksimum), *orange alert level*, dan *red alert level* layak untuk pengimplementasian sistem PPDR karena menghasilkan NPV yang positif

Kata Kunci : *PPDR, WSN, Bencana, Sensor, Tekno-ekonomi*

Abstract

Indonesia is a disaster prone country. The loss caused by the lack of PPDR system in Indonesia reaches \$ 125.569 billion or about 1,632 Trillion Rupiah. This loss rate is the largest compared to other countries in Asia. So an effort should be made to reduce this disaster losses with early detection system.

In this study early detection system is designed using *Wireless Sensor Network* (WSN), then the correlation between the number of sensor node to the cost will be analyzed using *Nett Present Value* (NPV) for implementation at certain area level.

The results showed that the location with the *green alert level* and *yellow alert level* (with minimum estimated loss) was not feasible for the implementation of the PPDR system due to negative NPV, whereas in *yellow alert level* (estimated maximum loss), *orange alert level*, and *red alert level* is feasible for implementing the PPDR system as it produces a positive NPV.

Keywords: *PPDR, WSN, Disaster, Sensor, Techno-economy*

1. Pendahuluan

United Nations Population Divisions (UNPD) menyatakan Indonesia merupakan negara yang menduduki posisi ke empat sebagai negara terbesar populasinya di dunia, mencapai hingga 250 juta jiwa [1]. Dari segi geografis Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak diantara empat lempeng tektonik, yaitu lempeng Benua Asia, Benua Australia, lempeng Samudera Hindia, dan Samudera Pasifik. Pada bagian selatan dan timur Indonesia terdapat sabuk vulkanik yang dipenuhi oleh pegunungan vulkanik aktif [2]. Sehingga Indonesia ditetapkan sebagai salah satu negara yang rawan akan bencana alam oleh United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR).

Berdasarkan laporan Prof John Ure [3], Kerugian akibat buruknya sistem PPDR mencapai \$125,569 milyar atau sekitar 1.632 Triliun Rupiah. Mencapai kerugian Rp 6.585.900 per kapita (2000-2011). Angka kerugian ini merupakan yang terbesar jika dibandingkan dengan negara-negara lainnya di Asia.

Maka dari itu dibutuhkan model tekno ekonomi yang sesuai berdasarkan perencanaan dan rancang bangun sistem dan teknologi komunikasi untuk deteksi, pemberitahuan, dan pemulihan bencana alam. Dengan adanya sistem teknologi komunikasi yang baik dalam mendeteksi ataupun menanggulangi bencana, diharapkan mampu terwujud masyarakat yang siap siaga dan memiliki ketahanan terhadap ancaman bencana alam.

Untuk implementasi Early Warning System akan menggunakan sensor node berdasarkan [4], dikarenakan sensor node pada penelitian tersebut digunakan untuk mendeteksi kategori bencana seismic dengan accelerometer dan magnetometer, kemudian dihubungkan dengan perangkat mikrokontroler arduino. Data potensi bencana yang dihimpun akan ditransmisikan menggunakan perangkat wireless module xbee s2c yang mendukung protokol zigbee IEEE 802.15.4. Sensor node kemudian disebar dengan beberapa skenario dengan beberapa tingkat deteksi sebagai opsi, mulai dengan akurasi rendah (0.5 probability treshold) hingga tinggi (0.9 probability treshold) [5].

2. Dasar Teori

2.1 Public Protection and Disaster Relief

Public Protection and Disaster Relief (PPDR) merupakan sistem perlindungan publik dan penanggulangan bencana. Berdasarkan WRC-03, Publik Protection (PP) berarti perlindungan publik, sebagai suatu sistem yang dikelola oleh pihak berwenang dan organisasi yang berurusan dengan penanganan kebijakan dan hukum, perlindungan hidup dan properti, serta keadaan darurat. Disaster Relief (DR) berarti penanggulangan bencana, sebagai suatu sistem yang digunakan oleh pihak berwenang dan organisasi yang berurusan dengan gangguan-gangguan serius terhadap fungsi masyarakat, sehingga menimbulkan ancaman terhadap nyawa manusia, kesehatan, properti ataupun lingkungan. [6]

2.2 Early Warning System

Berdasarkan definisi UNISDR, Early Warning System merupakan sekelompok kapasitas yang dibutuhkan untuk menghasilkan dan menyebarkan informasi peringatan secara rutin kepada individu, komunitas, dan organisasi yang terancam oleh bencana agar dapat memberikan respon yang sesuai dalam waktu yang ada untuk mengurangi kemungkinan bahaya atau resiko [7].

Pembangunan sistem EWS seyogyanya berpusat kepada manusia atau people-centred guna melindungi individu atau komunitas dari bahaya. Sistem EWS yang efektif terdiri dari empat aspek yang berkaitan yang terdiri dari pengetahuan akan resiko, layanan monitoring dan peringatan, diseminasi dan komunikasi, serta kapabilitas respon [8] [9].

2.3 Nett Present Value

Metode Net Present Value (NPV), dikenal juga dengan metode nilai sekarang bersih. Dasar metode ini adalah merupakan selisih antara nilai sekarang penerimaan (benefit) dan nilai sekarang (cost). Perlu ditetapkan dahulu tingkat suku bunga (discount rate) untuk menentukan nilai sekarang penerimaan dan pengeluaran. Apabila penerimaan-penerimaan kas bersih di masa yang akan datang lebih besar dari nilai investasi sekarang, maka proyek ini menguntungkan (proyek diterima). Sedangkan apabila lebih kecil (NPV negative), proyek ditolak karena dinilai tidak menguntungkan. Dengan kata lain bila $NPV > 0$ maka proyek diterima. Sebaliknya jika nilai NPV , 0 maka proyek tidak layak. Secara matematis dapat dituliskan rumus:

$$NPV = C_0 + \frac{C_t}{(1+r)^t} \dots\dots\dots (1)$$

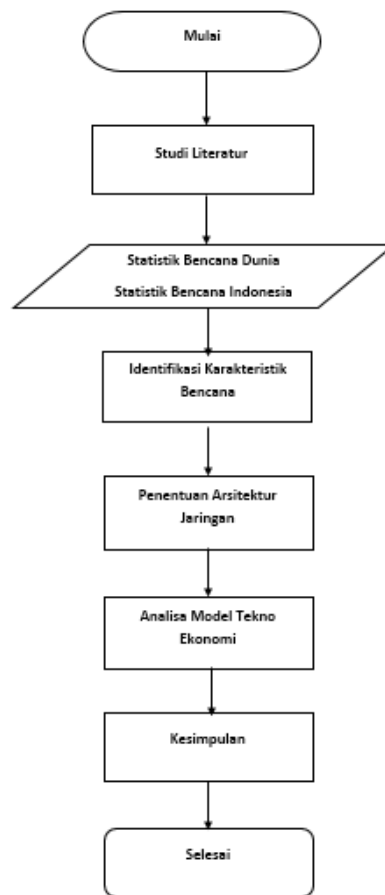
Dengan:

C_0 = Cash Flow
 C_t = Cash Flow pada periode T
 r = Suku Bunga / Cost of Capital
 t = periode waktu ke "t"

2.3 Flowchart Penelitian

Diagram alir penelitian mula-mula dimulai dengan melakukan studi literatur, dalam rangka pengumpulan statistik bencana di dunia maupun statistik bencana di Indonesia. Kemudian dilakukan pengidentifikasian karakteristik bencana yang terjadi, agar dapat ditentukan kiranya arsitektur jaringan mana yang sesuai dengan keadaan yang ada di

lapangan. Setelah ditetapkan arsitektur jaringan yang ingin dibangun, maka selanjutnya akan dilakukan analisa model tekno ekonomi agar dapat diketahui apakah rancangan arsitektur jaringan yang dibangun realistis atau tidak. Penelitian lalu diakhiri dengan pengambilan kesimpulan untuk dijadikan bahan evaluasi pengimplementasian di masa yang akan datang

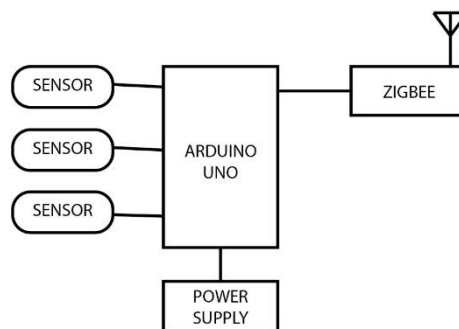


Bagan 1 : Diagram Alir Program Kerja

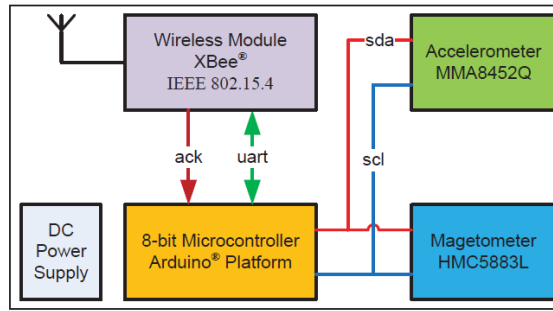
3. Pembahasan

3.1. Perancangan Sensor Node

Sensor Node dirancang untuk dapat memenuhi kebutuhan deteksi bencana seismik, dengan biaya yang efisien, serta dapat diimplementasikan dengan beragam skenario. Sensor yang digunakan adalah Accelerometer MMA8452Q dan Magnetometer HMC5883L. Sumber energi sensor node akan disuplai menggunakan power supply. Informasi yang dikumpulkan sensory node akan ditransmisikan dengan Zigbee, dalam hal ini menggunakan perangkat Xbee S2C. Secara umum, perancangan sensor node dapat dilihat seperti gambar berikut :



Gambar 1 : Perancangan Sensor Node



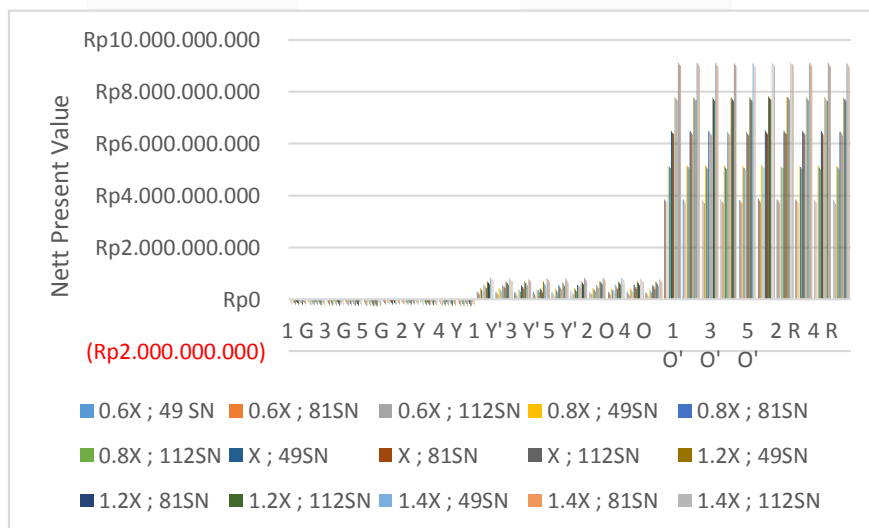
Gambar 2 : Implementasi Sensor Node [8]

3.2. Analisis Nett Present Value

Untuk mengetahui kelayakan implementasi sistem EWS menggunakan sensor node, maka dibuat suatu model tekno ekonomi dengan perhitungan Nett Present Value (NPV). Apabila NPV bernilai positif (lebih besar dari 0), maka sistem tersebut layak untuk di implementasikan, namun Apabila bernilai negatif (lebih kecil dari 0), maka sistem tidak layak untuk diimplementasikan.

Berdasarkan [9], perhitungan NPV ini dilakukan dengan beberapa skenario level wilayah bencana (alert level). Green berarti wilayah tanpa korban jiwa, yellow berarti wilayah dengan potensi 1 korban jiwa, yellow' berarti wilayah dengan potensi 99 korban jiwa, orange berarti wilayah dengan potensi 100 korban jiwa, orange' berarti wilayah dengan potensi 999 korban jiwa, dan red berarti wilayah dengan potensi korban jiwa diatas 1000.

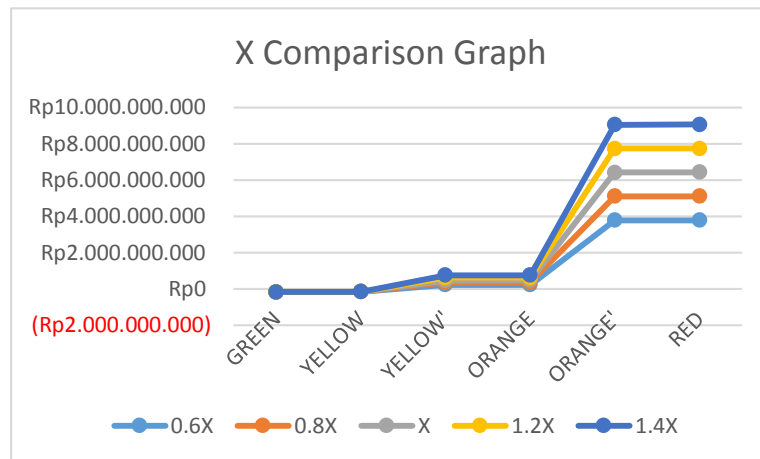
Perhitungan nett present value kemudian dilakukan dengan menyilangkan beberapa variabel. Variabel pertama yaitu komponen capital expenditure (Capex) dan Operational Expenditure (Opex) menggunakan lima rentang varian harga perangkat yang berbeda yang dilambangkan pada gambar dengan angka satu (1) hingga lima (5). Variabel kedua yaitu rentang alert level wilayah bencana, yang dikategorikan dari green, yellow (dengan estimasi revenue minimum), yellow' (dengan estimasi revenue maksimum), orange (dengan estimasi revenue minimum), orange'(dengan estimasi revenue maksimum), serta red alert level. Variabel ketiga yaitu jumlah sensory node, yaitu 49 sensory node, 81 sensory node, dan 112 sensory node. Variabel keempat yaitu potensi nilai balikan cost per capita yang dianggap sebagai revenue (X). Nilai X setara dengan Rp 6.585.900 berdasarkan [1], dimana dalam penelitian ini nilai X divariasikan dari 0.6X, 0.8X, X, 1.2X, dan 1.4X. Berikut grafik dari hasil perhitungan NPV :



Grafik 1 : Hasil Perhitungan NPV

Perhitungan NPV menunjukkan, semua skenario implementasi WSN pada wilayah green, dan yellow (estimasi kerugian minimum) tidak layak untuk diimplementasikan karena NPV bernilai negatif. Namun untuk skenario implementasi WSN pada wilayah yellow' (estimasi kerugian maksimum), orange, orange', dan red, maka layak untuk diimplementasikan karena NPV bernilai positif.

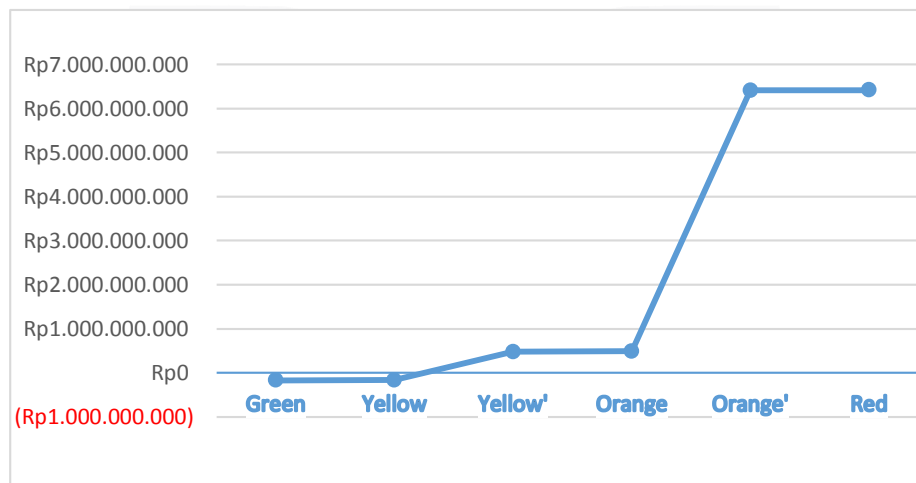
Dari grafik 1, apabila kita merata-ratakan nilai sensory node dan varian harga, maka kita bisa melihat perkembangan grafik berdasarkan perbedaan nilai revenue dari 0.6X hingga 1.4X seperti berikut :



Grafik 2 : Perbandingan nilai X

Dari grafik 2 terlihat bahwa perubahan nilai cost per capita (X) sangat berpengaruh terhadap hasil perhitungan NPV. Apabila nilai X semakin besar, maka nilai NPV nya semakin besar. Apabila nilai X semakin kecil, maka nilai NPV nya semakin kecil.

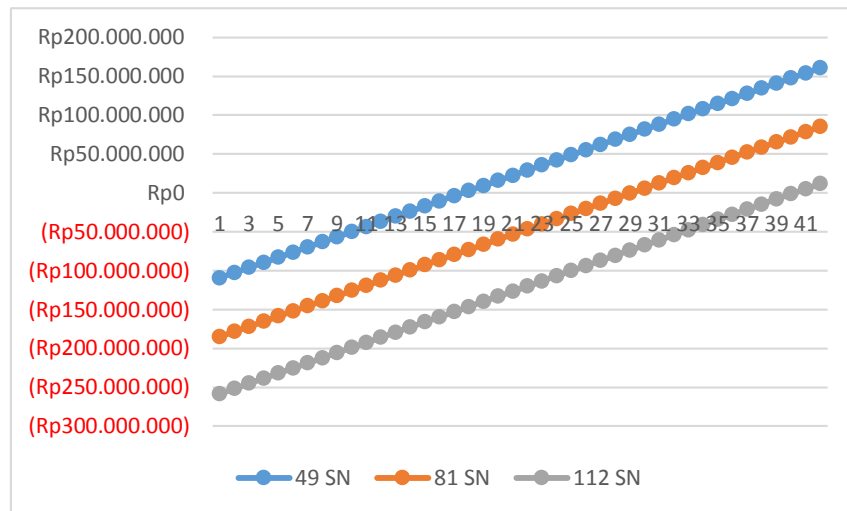
Jika nilai dari grafik 1 kita buat menjadi average keseluruhan nilainya, maka akan menghasilkan grafik seperti berikut :



Grafik 3 : Average NPV

3.2. Analisis Kelayakan Minimum NPV

Untuk mengetahui apabila sistem 49 sensor node, 81 sensor node, dan 112 sensor node layak di implementasikan, NPV sistem harus bernilai positif, Maka dihasilkan perhitungan sebagaimana digambarkan pada grafik 4. Pada grafik terlihat bahwa untuk mengimplementasikan 49 sensor node, maka suatu wilayah minimal memiliki potensi 18 korban jiwa agar NPV bernilai positif. Untuk implementasi 81 sensor node, maka suatu wilayah minimal memiliki potensi 30 korban jiwa agar NPV bernilai positif, dan untuk implementasi 112 sensor node, suatu wilayah minimal memiliki potensi 41 korban jiwa agar NPV bernilai positif.



Grafik 4 : NPV Kelayakan Minimum

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisa model tekno ekonomi menggunakan perhitungan Net Present Value (NPV), maka dihasilkan beberapa kesimpulan :

1. Penerapan sistem PPDR dengan penyebaran Sensor Node pada wilayah dengan Green Alert Level dan Yellow Alert Level (dengan estimasi kerugian minimum), baik menggunakan 49, 81, dan 112 Sensor Node, tidak layak untuk diimplementasikan karena menghasilkan NPV yang negatif.
2. Penerapan sistem PPDR dengan penyebaran Sensor Node pada wilayah dengan Yellow Alert Level (dengan estimasi kerugian maksimum), Orange Alert Level, dan Red Alert Level, baik menggunakan 49, 81, dan 112 Sensor Node, layak untuk diimplementasikan karena menghasilkan NPV yang positif.
3. Dengan menggunakan nilai Capex, Opex, dan cost per capita average, maka sistem dengan 49 sensor node layak diimplementasikan dengan minimum estimasi 18 korban jiwa, 81 sensor node layak diimplementasikan dengan minimum estimasi 30 korban jiwa, dan 112 sensor node layak diimplementasikan dengan minimum estimasi 41 korban jiwa.
4. Perbedaan nilai cost per capita berpengaruh dalam perhitungan Nett Present Value. Semakin besar nilai X, maka nilai NPV juga akan semakin besar.

Penerapan sistem PPDR menggunakan sensor node harus segera diimplementasikan pada wilayah-wilayah yang direkomendasikan pada bagian kesimpulan. Selanjutnya perlu adanya dorongan dan analisis kebijakan dari sektor regulasi baik pemerintah pusat ataupun daerah agar penelitian ini dapat terealisasi.

Daftar Pustaka

- [1] United Nation ESA, "World Population 2015 Wallchart," 2015. [Online]. Available: https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/World_Population_2015_Wallchart.pdf. [Diakses 5 November 2016].
- [2] BNPB, "Potensi Ancaman Bencana," 2016. [Online]. Available: <https://www.bnpb.go.id/pengetahuan-bencana/potensi-ancaman-bencana>. [Diakses 9 November 2016].
- [3] J. Ure, "Public Protection and Disaster Relief (PPDR) Services and Broadband in Asia and the Pacific: A Study of Value and Opportunity Cost in the Assignment of Radio Spectrum," TRPC, Singapore, 2013.
- [4] M. A. Novianta, M. H. Achmad dan E. Setyaningsih, "Wireless Earthquakes Feature Monitoring Based on Acceleration and Magnetic Measurements Using MEMS Sensor," *ICETIA*, pp. 189 - 192, 2014.
- [5] L. Yongyan, GAOWen, W. Chunming dan W. Yansong, "Deployment of Sensors in WSN: An Efficient Approach Based on Dynamic Programming," *Chinese Journal of Electronics*, vol. 24, no. 1, pp. 33-37, 2015.
- [6] World Radiocommunication Conference, "Resolution 646 (WRC 03) Public Protection And Disaster Relief," ITU-R, Geneva, 2003.
- [7] UNISDR, *UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction*, ISDR, 2009.
- [8] United Nations, *Global Survey of Early Warning System*, Geneva: United Nations, 2006.
- [9] ISDR, "Developing Early Warning Systems : A Checklist," dalam *Third International Conference on Early Warning*, Bonn, 2005

