

**ANALISIS RISIKO INVESTASI DENGAN SIMULASI MONTE CARLO
DALAM RANGKA EFISIENSI ENERGI SISTEM PENERANGAN JALAN
DI INDONESIA**

(Studi pada Jalan Arteri di Enam Wilayah Kota Bandung)

TESIS

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Magister Manajemen
Konsentrasi Manajemen Keuangan



Oleh :
LINDAWATI
1706666

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2019**

LEMBAR HAK CIPTA

**ANALISIS RISIKO INVESTASI DENGAN SIMULASI MONTE CARLO
DALAM RANGKA EFISIENSI ENERGI SISTEM PENERANGAN JALAN DI
INDONESIA**

(Studi pada Jalan Arteri di Enam Wilayah Kota Bandung)

TESIS

Oleh:
LINDAWATI
1706666

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh Gelar Magister
Manajemen pada Program Studi Magister Manajemen
Konsentrasi Manajemen Keuangan

© Lindawati 2019
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2019

Hak Cipta dilindungi undang-undang.
Tesis ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang,
difotokopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS RISIKO INVESTASI DENGAN SIMULASI MONTE CARLO
DALAM RANGKA EFISIENSI ENERGI SISTEM PENERANGAN JALAN DI
INDONESIA**

(Studi pada jalan arteri di enam wilayah Kota Bandung)

Tesis ini disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

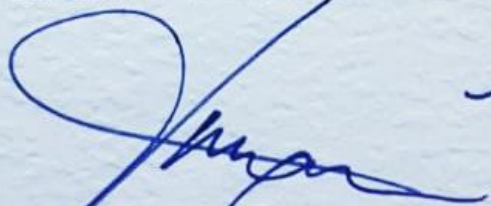


Dr. H. Nugraha, SE., M.Si., Akt., CA
NIP: 196612261990011002



Dr. Maya Sari, SE., M.M
NIP: 197107052002012001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Magister Manajemen
Sekolah Pascasarjana
Universitas Pendidikan Indonesia



Prof. Dr. Hj. Ratih Hurrivati, M.P.
NIP: 196802251993012001

LEMBAR PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Analisis Risiko Investasi dengan Simulasi Monte Carlo dalam Rangka Efisiensi Energi Sistem Penerangan Jalan di Indonesia (Studi pada Jalan Arteri di Enam Wilayah Kota Bandung)” ini beserta seluruh isinya benar-benar karya saya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan.

Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko ataupun sanksi yang dijatuhkan kepada saya apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Juli 2019

Lindawati

ABSTRAK

Lindawati (1706666) “Analisis Resiko Investasi dengan Simulasi Monte Carlo dalam Rangka Efisiensi Energi Sistem Penerangan Jalan di Indonesia (Studi pada jalan arteri di enam wilayah Kota Bandung)”, di bawah bimbingan Dr. Nugraha, SE., M.Si., Akt., CA dan Dr. Maya Sari, SE., MM.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi energi yang terjadi pada sistem penerangan jalan di Indonesia, khususnya di kota Bandung dengan melakukan redesain penerapan teknologi LED, dimana efisiensi energi tersebut dilihat dari besarnya penghematan yang terjadi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif analitik. Untuk menjawab tujuan penelitian, besarnya efisiensi energi, analisis kelayakan investasi redesain dihitung berdasarkan analisis keuangan, dan optimasi nilai investasi yang dihasilkan dilihat distribusi probabilitasnya dengan menggunakan simulasi Monte Carlo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa efisiensi energi secara finansial menunjukkan penurunan sebesar 31%, hal ini menunjukkan terjadi penghematan beban listrik yang harus dikeluarkan oleh pemerintah daerah Kota Bandung, sehingga dalam investasi jangka panjang penerapan teknologi LED ini dapat menguntungkan. Estimasi biaya investasi berdasarkan analisis keuangan dalam proses efisiensi energi pada sistem penerangan jalan di Bandung adalah 65% lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi yang ada, namun investasi ini layak untuk diterapkan karena dapat menghasilkan nilai NPV positif dengan pengembalian investasi jangka panjang yang menguntungkan dan efisiensi biaya pemeliharaan dan operasional. Faktor ketidakpastian memberi pengaruh terhadap optimasi biaya investasi, yang berarti bahwa semakin sensitif faktor ketidakpastian maka akan semakin optimal nilai capaian investasi yang diperoleh, sehingga simulasi Monte Carlo dapat digunakan sebagai salah satu metode dalam bidang keuangan untuk menghasilkan optimasi nilai investasi proyek yang mendekati besaran sebenarnya.

Kata kunci: investasi, simulasi Monte Carlo, efisiensi energi, sistem penerangan jalan

ABSTRACT

Lindawati (1706666) “Analisis Resiko Investasi dengan Simulasi Monte Carlo dalam Rangka Efisiensi Energi Sistem Penerangan Jalan di Indonesia (Studi pada jalan arteri di enam wilayah Kota Bandung)”, di bawah bimbingan Dr. Nugraha, SE., M.Si., Akt., CA dan Dr. Maya Sari, SE., MM.

This study aims to analyze the energy efficiency that occurs in street lighting systems in Indonesia, especially in Bandung by redesigning the application of LED technology, where energy efficiency is noticed from the number of the savings that occur. The method used in this study is descriptive analytic. To answer the research objectives, the amount of energy efficiency, redesign investment feasibility analysis is calculated by traditional method, and the optimization of the investment value generated is seen through its probability distribution by Monte Carlo simulation. The results showed that financial energy efficiency showed a decrease of 31%. This indicates that there was a cost saving that must be incurred by the local government of Bandung City. Therefore, the long-term application of LED technology could be profitable. The investment cost estimation by traditional method in the process of energy efficiency in the street lighting system in Bandung is 65% higher than the existing conditions. However, this investment is feasible because it can produce positive NPV value with profitable long-term return fund and efficiency of maintenance and operational costs. The uncertainty factor influences the optimization of investment costs, which means that the more sensitive the uncertainty factor is, the more optimal investment value can be obtained. Hence, Monte Carlo simulation can be used as a method in the financial field to produce optimization of project investment value.

Keywords: investment, Monte Carlo simulation, energy efficiency, road lighting system

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya, shalawat serta salam semoga tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. beserta keluarga, sahabat, dan para pengikutnya.

Tesis ini berjudul “Analisis Risiko Investasi dengan Simulasi Monte Carlo dalam rangka Efisiensi Energi Sistem Penerangan Jalan di Indonesia (Studi pada jalan arteri di enam wilayah Kota Bandung)” disusun untuk mengetahui estimasi biaya dan optimasi distribusi probabilitas biaya investasi dengan mempertimbangkan faktor ketidakpastian sebagai risiko investasi retrofit sistem penerangan jalan di Indonesia dengan penerapan teknologi LED dan dilihat pengaruhnya terhadap efisiensi energi yang terjadi di Indonesia pada umumnya dan di Kota Bandung pada khususnya.

Penulis menyadari dalam penulisan tesis ini masih terdapat ketidaksempurnaan yang disebabkan oleh keterbatasan wawasan dan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk dijadikan landasan perbaikan.

Bandung, Agustus 2019

Lindawati

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah puji dan syukur kehadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan ridho-Nya maka penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Keberhasilan penulisan tesis ini tentunya melibatkan banyak pihak yang telah memberikan bantuan, motivasi, serta doa restu, oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih dan memberikan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. H. Rd. Asep Kadarohman, M.Si., selaku rektor Universitas Pendidikan Indonesia.
2. Bapak. Prof. H. Yaya S. Kusumah, M. Sc., Ph.D., selaku direktur Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia.
3. Ibu Prof. Dr. Hj. Ratih Hurriyati, MP, selaku ketua Program Studi Magister Manajemen Universitas Pendidikan Indonesia.
4. Bapak Dr. Nugraha, SE., M.Si., Ak, selaku dosen pembimbing I yang senantiasa dengan sabar membimbing dan memberikan pengarahan kepada penulis dalam menunjang keberhasilan penulisan tesis ini.
5. Ibu Dr. Maya Sari, SE., MM, selaku dosen pembimbing II yang senantiasa dengan sabar membimbing dan memberikan pengarahan kepada penulis dalam menunjang keberhasilan penulisan tesis ini.
6. Bapak Dr. H. Nono Supriatna, M. Si, selaku dosen pembimbing akademik yang senantiasa memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis selama penulis menuntut ilmu di Program Studi Magister Manajemen, Universitas Pendidikan Indonesia.
7. Seluruh dosen Program Studi Magister Manajemen, dan dosen MKDU yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
8. Seluruh staf Akademik Sekolah Pascasarjana Universitas Pendidikan Indonesia yang telah banyak membantu penulis dalam proses penulisan tesis ini.

9. Bapak Kepala Dinas Bima Marga dan Pengairan Kota Bandung yang telah memberi kemudahan akses untuk mendapatkan informasi terkait penelitian dalam proses penulisan tesis ini.
10. Kakak dan adik-adik penulis (Vivi, Boy, Oki, dan Sari), beserta keluarga besar penulis yang senantiasa memberikan doa-doa terbaik, dukungan, semangat untuk penulis.
11. Sahabat dan saudara seperjuangan, Keluarga Besar Magister Manajemen Universitas Pendidikan Indonesia 2017 Kelas A (Bu Reni, Bu Desi, Bu Dini, Novi, Dewi, Wanda, Santi, Rosa, Nurina, The Elin, Suci, Pak Uus, Kang Ceppy, Kang Ridlwan, Dika, Bagus, Jay, Ari, Rifky, Febi, Fanji, Panji, Hisyam, Fuad, dan Novan) yang telah menemani dan memberikan dukungan, semangat, serta kesan-kesan mendalam selama dua tahun masa perkuliahan.
12. Sahabat seperjuangan, Keluarga Besar Magister Manajemen konsentrasi Manajemen Keuangan Universitas Pendidikan Indonesia 2017 (Bu Dini, Bu Mei, Bu Rike, Ratu, Dewi, dan Novi) yang telah memberikan dukungan, semangat, dan informasi tentang perkuliahan selama ini.
13. Keluarga Rumah Publikasi Indonesia (RPI Squad), Ayah, Inces, Hamish, Debts, Dede, Mimi, Citra, Bu syifa, Teh Eri, Teh Nia, Gugus, Aprel, Idan, Nia, Diky, Adul, Adit, Danil, dan Enggib yang telah mendukung, mendoakan, membantu, memberi semangat, dan menghibur penulis selama ini.

Adik-adikku “Rairaka Sholeha” (Umiw, Bubub, Ceuceu, Dinceu, dan Reni) yang tak henti-hentinya mendoakan dan mendukung penulis dalam menyelesaikan tesis ini. Khususnya suami (Bapak Ade Gafar Abdullah) dan anak-anak (Attala Zaidan Ghaffar dan Amala Rumaisya Ghaffar) serta kepada kedua orang tua penulis, Bapak Suhendar dan Ibu Desmawati, serta Bapak Abdullah Widjatma dan Ibu Suhanah selaku motivator terbesar penulis yang tak kenal lelah untuk terus memberikan dukungan moril dan materil, serta senantiasa memberikan doa dalam penulisan tesis ini sehingga penulis terus berusaha maksimal untuk mencapai hasil

yang diharapkan. Semoga Allah SWT memberikan pahala dan balasan atas amal baik dan bantuan yang diberikan semua pihak untuk penulis selama menyelesaikan penyusunan tesis ini. Aamiin ya.

Bandung, Agustus 2019

Lindawati

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Identifikasi Masalah	9
1.3 Rumusan Masalah	10
1.4 Tujuan Penelitian.....	11
1.5 Kegunaan Penelitian.....	11
1.6 Sistematika Penulisan.....	13
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA PEMIKIRAN	13
2.1 Kajian Pustaka.....	13
2.1.1 Investasi.....	15
2.1.1.1 Definisi Investasi	15
2.1.1.1 Tujuan Investasi	17
2.1.1.2 Proses Investasi	17
2.1.1.3 Jenis-jenis Investasi	18
2.1.2 Risiko Investasi	19
2.1.2.1 Definisi Risiko.....	19
2.1.2.2 Identifikasi Risiko	21
2.1.2.3 Jenis-jenis Risiko Investasi	22
2.2 Analisis Keuangan Untuk Evaluasi Kelayakan Investasi.....	23
2.2.1 Karakteristik Keputusan Investasi Modal	23
2.2.2 Analisis Biaya Manfaat (<i>Cost Benefit Analysis</i>)	25
2.2.3 Nilai Bersih Sekarang (<i>Net Present Value = NPV</i>)	28
2.2.4 Tingkat Pengembalian Internal (<i>Internal Rate of Return = IRR</i>)	30
2.2.5 Benefit – Cost Ratio (BCR)	31
2.3 Evaluasi Redesain Investasi Dengan Metode <i>Real Options</i>	32
2.3.1 Metode Real Options untuk Real Asset	32
2.3.2 Parameter Real Options.....	35

2.3.3	Analisis Sensitivitas	35
2.4	Simulasi Monte Carlo.....	36
2.4.1	Perkembangan Monte Carlo.....	36
2.4.2	Penggunaan Metode Monte Carlo dalam Dunia Keuangan.....	38
2.5	Efisiensi Energi Sistem Penerangan Jalan di Indonesia.....	40
2.5.1	Indikator Efisiensi Energi	40
2.5.2	Tindakan Efisiensi Energi di Indonesia	41
2.6	Penelitian Terdahulu.....	44
2.7	Kerangka Pemikiran	49
BAB III SUBJEK, OBJEK DAN METODE PENELITIAN.....		51
3.1	Subjek Penelitian.....	51
3.2	Objek Penelitian	51
3.3	Metode Penelitian.....	52
3.4	Populasi Dan Sampel.....	53
3.4.1	Populasi Penelitian.....	53
3.4.2	Sampel Penelitian.....	54
3.5	Operasionalisasi Variabel.....	55
3.6	Jenis Dan Sumber Data	56
3.7	Teknik Pengumpulan Data.....	57
3.8	Teknik Analisis Data	58
3.8.1	Efisiensi energi dan estimasi biaya investasi awal.....	58
3.8.2	Simulasi Monte Carlo	62
3.9	Prosedur Penelitian.....	64
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....		66
4.1	Hasil Penelitian.....	66
4.1.1	Efisiensi energi redesain penerapan teknologi LED pada ruas jalan arteri Kota Bandung	68
4.1.1.1	Identifikasi lampu pada ruas jalan arteri Kota Bandung	68
4.1.1.2	Desain Ulang (Redesain) penerapan teknologi LED di ruas jalan arteri Kota Bandung	69
4.1.1.3	Initial dan Annual Cost Redesain Penerapan Teknologi LED di Ruas Jalan Arteri Kota Bandung.....	73
4.1.2	Analisis keuangan pada evaluasi kelayakan investasi redesain penerapan teknologi LED	77
4.1.2.1	Biaya Investasi awal redesain penerapan teknologi LED	77
4.1.2.2	Metode NPV	79

4.1.2.3 Metode IRR	82
4.1.3 Proyeksi Probabilistik Nilai Investasi Redesain Penerapan Teknologi LED Menggunakan Metode Real Option dengan Simulasi Monte Carlo	82
4.1.3.1 Variabel Ketidakpastian	82
4.1.3.2 Analisis Sensitivitas	83
4.1.3.3 Optimasi Nilai Investasi Redesain Penerapan Teknologi LED dengan Simulasi Monte Carlo	83
4.2 Pembahasan	95
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	103
5.1 Kesimpulan.....	103
5.2 Saran	105
DAFTAR PUSTAKA	108
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

TABEL 1. 1 TARGET PENURUNAN EMISI GRK DI INDONESIA	4
TABEL 1. 2 PARAMETER KONSUMSI ENERGI PJU KOTA BANDUNG	5
TABEL 2. 1 DEFINISI RISIKO	20
TABEL 2. 2 INTENSITAS ENERGI DAN ELASTISITAS ENERGI PRIMER DAN FINAL DI INDONESIA	41
TABEL 2. 3 HASIL PENELITIAN YANG RELEVAN	45
TABEL 3. 1 OPERASIONAL VARIABEL PENELITIAN	55
TABEL 3. 2 JENIS DAN SUMBER DATA	57
TABEL 4. 1 PERBANDINGAN KEUNGGULAN LAMPU LED DAN LAMPU EKSISTING PJU	71
TABEL 4. 2 SKEMA RENCANA DESAIN ULANG SISTEM PENERANGAN JALAN MENGUNAKAN LED	72
TABEL 4. 3 KUALITAS PENCAHAYAAN NORMAL STANDAR SNI	74
TABEL 4. 4 PERBANDINGAN DAYA DAN BESAR ENERGI LISTRIK LAMPU EKSISTING DAN REDESAIN PENERAPAN TEKNOLOGI LED	75
TABEL 4. 5 ESTIMASI BEBAN LISTRIK REDESAIN PENERAPAN TEKNOLOGI LED	76
TABEL 4. 6 PERKIRAAN TOTAL BIAYA INVESTASI AWAL	78
TABEL 4. 7 PARAMETER KONSUMSI ENERGI PJU KOTA BANDUNG	79
TABEL 4. 8 NPV REDESAIN PENERAPAN TEKNOLOGI LED DENGAN FAKTOR DISKONTO 5%	80
TABEL 4. 9 DAFTAR BIAYA PEKERJAAN REDESAIN PENERAPAN TEKNOLOGI LED	84
TABEL 4. 10 KLASIFIKASI PEKERJAAN	85
TABEL 4. 11 BIAYA RAB MINIMUM DAN MAKSIMUM REDESAIN	86
TABEL 4. 12 AKTIFITAS DAN ESTIMASI BIAYA MINIMUM DAN MAKSIMUM	88
TABEL 4. 13 REKAPITULASI DATA SIMULASI MONTE CARLO	90
TABEL 4. 14 REKAPITULASI STANDAR DEVIASI AKHIR DAN ABSOLUTE ERROR SEBENARNYA	92
TABEL 4. 15 DESKRIPSI STSTISTIK DISTRIBUSI NORMAL DENGAN MS. EXCEL	92
TABEL 4. 16 STATISTIK TABEL FREKUENSI DISTRIBUSI NORMAL	93

DAFTAR GAMBAR

GAMBAR 1. 1 POTENSI PENGHEMATAN ENERGI LISTRIK PJU	4
GAMBAR 1. 2 TARIF JUAL LISTRIK PER KWH TAHUN 2015	6
GAMBAR 2. 1 KERANGKA PEMIKIRAN.....	50
GAMBAR 2. 2 PARADIGMA PENELITIAN	51
GAMBAR 3. 1 METODE PENELITIAN	53
GAMBAR 3. 2 PETA ENAM WILAYAH KOTA BANDUNG	54
GAMBAR 3. 3 DIAGRAM ALIR SIMULASI MONTE CARLO	64
GAMBAR 4. 1 PETA JARINGAN JALAN ARTERI KOTA BANDUNG	70
GAMBAR 4. 2 GRAFIK NPV REDESAIN PENERAPAN TEKNOLOGI LED DENGAN $I = 5\%$	81
GAMBAR 4. 3 CONTOH PEMBANGKITAN ANGKA RANDOM	88
GAMBAR 4. 4 PEMBANGKITAN ANGKA RANDOM UNTUK 120 ITERASI.....	91
GAMBAR 4. 5 GRAFIK FREKUENSI DAN DISTRIBUSI NORMAL	94

DAFTAR PUSTAKA

- A Abdulla, IL Azevedo, MG Morgan. 2014. Expert assessments of the cost of light water small modular reactors. *Proceedings of the National Academy of sciences*, Vol. 110 (24), pp. 9686-9691.
- A Taha Hamdy. 1997. *Operation Research*, University of Arkansas, Fayetteville.
- A. Pena-García, D. Gomez-Lorente, A. Espín, O. Rabaza. 2015. New Rules of Thumb Maximizing Energy Efficiency in Street Lighting with Discharge Lamps: The General Equations for Lighting Design. *Journal Engineering Optimization*, Vol. 48(6), pp. 1080–1089. doi:10.1080/0305215x.2015.1085715
- Aasen, M., Westskog, H., Korneliussen, K., 2016. Energy performance contracts in the municipal sector in Norway: overcoming barriers to energy savings? *Energy Eff.* 9 (1), 171-185
- Abdul Halim. 2005. *Analisa Investasi*, Salemba Empat, Jakarta, Hal. 4.
- Abdullah Z., M., A. Khan and T. J. Flowers. 2001. Causes of sterility in seed set of rice under salinity stress. *J. Agronomy & Crop Science*. 187, 25-32.
- Abubakar kabir Aliyu, Abba Lawan Bukar, Jamilu Garba Ringim, Abubakar Musa. 2015. An approach to energy saving and cost of energy reduction using an improved efficienct technology. *Journal of Energy Efficiency*. Vol 4, pp. 61-68.
- Aduardus, Tandelilin. 2010. *Fortofolio dan Investasi*. Yogyakarta: Konisius.
- Akbar Berlian, M. Indra Al Irsyad, Sarimin Emo, Pungut Widyanto, Tweeda Augusta, Muhammad Aman. 2014. Energy saving potential analysis for street lighting systems in Bandung and Surakarta Cities. *Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan Vol. 13 No. 1 Juni 2014: 1 – 14. ISSN 1978-2365*.
- Al Irsyad MI, Wintolo M, Hartono. Energy conservation on street lighting system in DKI Jakarta: Survey, potential & economic feasibility (in Indonesia language). *Majalah Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan 2009; 9 (2):89–98*.
- Al Irsyad. M. I., Nepal. R., 2016. A survey based approach to estimating the benefit of energy efficiency improvement in street lighting system in Indonesia. *Renewable and Sustainable Energy reviews*, Vol. 58, pp. 1569-1577.

- Alwi, Syafaruddin. 2001. *Manajemen Sumber Daya Manusia, Strategi Keunggulan Kompetitif*. BPFE UGM, Yogyakarta.
- Amram, Martha., & Kulatilaka, Nalin. 1999. *Disciplined Decisions: Aligning Strategy with the Financial Markets*. Harvard Business Review.
- Andre. J. Djuretic and Miomir Kostic. 2018. Actual energy savings when replacing high-pressure sodium with LED luminaires in street lighting. *Journal Energy*. Vol.157, pp. 367 – 378. doi.org/10.1016/j.energy.2018.05.179
- Andres Gomez-Lobo. 2012. Institutional Safeguards for Cost Benefit Analysis: Lessons from the Chilean National Investment System. *Journal of Benefit-Cost Analysis, Volume 3 (1)*.
- Annunziato, M.; Honorato Consonni, C.; De Lia, F.; Fumagalli, S.; Giuliani, G.; Gozo, N.; Scognamiglio, A. *LINEE GUIDA: I Fondamentali per una Gestione Efficiente Degli Impianti di Pubblica Illuminazione*; ENEA: Roma, Italy, 2012. [Google Scholar].
- Averill M. Law & W. David Kelton. 1991. *Simulation Modeling & Analysis, second edition*, McGraw-Hill, 1991; International.
- Badan Pusat Statistik, 2015. Statistik Penduduk Lanjut Usia 2014, *Jakarta : Badan Pusat Statistik*.
- Badan Standardisasi Nasional. SNI 7391:2008: *Spesifikasi Penerangan Jalan di Kawasan Perkotaan*.
- Bamisile. O. O., Dagbasi. M., and Abbasoglu. S. 2016. Economic Feasibility of replacing Sodium Vapor and High Pressure Mercure Vapor Bulbs with LEDs for Street Lighting. *Energy and Policy Research*. Vol. 3 (1), pp. 27-31.
- Bappenas. 2015. *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2015 – 2019*. Jakarta: Bappenas.
- Barberis and Shleifer. 2003. Style Investing. *Journal Finance Economics*. Vol. 68, pp. 161 – 199.
- Beccali. P. M., Bonomolo. M., Ciulla. G., Galatioto. A., Lo Brano. V. 2015. Improvement of energy efficiency and quality of sreet lighting in South Italy as an action of Sustainable Energy Action Plans. The case study of Comiso. *Journal Energy*, Vol. 92 (3), pp. 394-408.
- Beckwith et al., 2011. LED streetlight application assessment project: pilot study in Seattle, Washington. *Transportation Research Record*, 2250, pp. 65-75.

- Benjamin A. Jones. 2018. Spillover Health Effects of Energy Efficiency Investments: Quasi-Experimental evidence from The Los Angeles LED Streetlight Program. *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 88, pp. 283 – 299.
- Bhattacharyya S. C. 2011. *Energy Economics: Concepts, issues, Markets and Governance*. Springer Science & Business Media.
- Biondi, T., Moretto, M., 2015. Solar Grid Parity dynamics in Italy: a real option approach. *Energy* 80, 293 – 302.
- Bodie, Z., A. Kane, and A. Marcus. 2006. *Investments (7th edition)*, McGrawHill.
- Bonomolo. M., Baglivo. C., Bianco. G., Congedo. P. M., Beccali. M., 2017. Cost optimal analysis of lighting retrofit scenarios in educational building in Italy. *72nd Conference of the Italian Thermal Machines Engineering Association, ATI2017, Lecce, Italy*.
- Boomsma, C. and Steg, L. 2014. The effect of information and values on acceptability of reduced street lighting. *Journal of Environmental Psychology*. Elsevier Ltd, 39, pp. 22–31. doi: 10.1016/j.jenvp.2013.11.004.
- Bringham and Houston. 2010. *Dasar-dasar Manajemen Keuangan Buku I (Edisi 11)*. Jakarta: Salemba Empat.
- Campisi. D., Gitto. S., and Morea. D. 2018. Economic Feasibility of Energy Efficiency Improvement in Street Lighting Systems in Rome. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 175, pp. 190-198.
- Carli, R., Dotoli, M. and Cianci, E. 2017. An optimization tool for energy efficiency of street lighting systems in smart cities. *IFAC-PapersOnLine*. Elsevier Ltd, 50(1), pp. 14460–14464. doi: 10.1016/j.ifacol.2017.08.2292.
- Carli. R, Dotoli. M, and Pellegrino.R. 2017. A Decosion Making Technique to Optimize a Building Stock Energy Efficiency. *IEEE SMC-A (Transactions on Systems, Man and Cybernetics: Systems)*. Vol. 47 (5), pp. 794-807.
- Cesena, E.M., Mutale, J., Rivas-D Avalos, F., 2013. Real options theory applied to electricity generation projects: a review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 19, 573 – 581.
- Clinton Climate Initiative. 2009. *City of Los Angeles LED Street Lighting Case Study*. New York, USA

- Copeland T., and Antikarov, V. 2000. *Real options: a practitioner's guide*. New York, Texere Publishing.
- Corporate Finance & Accounting: Financial Analysis*. 2019. Reviewed by Julie Young. Update May 28, 2019.
- Covitti, A., Delvecchio, G., Neri, F., Ripoli, A., Sylos Labini, M., 2005. Road Lighting Installation Design to Optimize Energy Use by Genetic Algorithms, *Proc. EUROCON, vol.2, pp.1541-1544*.
- Cox, J. C., Ross, S.A., and Rubinstein, M. 1979. Option pricing: A simplified approach. *Journal of Financial Economics*. Vol. 7(3).
- D. Herbert, and Davidson, N. 1994. Modifying the built environment: the impact of improved street lighting. *Geoforum, Vol. 25 (3), pp. 339-350, 1994*.
- Departemen Pendidikan Nasional. 1989. Kamus Besar Bahasa Indonesia. *Jakarta: Balai Pustaka*.
- Dunn, William N. 2003. *Analisis Kebijakan Publik*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Fahmi, Irham. 2012. *Analisis Laporan Keuangan. Cetakan ke-2*. Alfabeta, Bandung.
- Fernandes et.al. 2014. Monitored Lighting Energy Savings from Dimmable Lighting Control in The New Yprk Times Headquarters Building. *Journal Energy and Buildings*, Vol. 68, pp. 498 – 514.
- Fernandes, B., Cunha, J., Ferreira, P., 2011. The use of real options approach in energy sector investments. *Renew. Sustain. Energy Rev. 15, pp. 4491-4497*.
- Fischer, Donald E. & Jordan, Ronald J. 1995. *Security Analysis & Portfolio Management, 6th edition*, New Jersey: Prentice Hall, Hal. 65.
- Fleten, S.E., Linnerud, K., Moln ar, P., Nygaard, M.T., 2016. Green electricity investment timing in practice: real options or net present value? *Energy 116, pp. 498-506*.
- Frank K. Reilly, Keith C. Brown, Sandford Leeds. 2019. *Investment Analysis and Portfolio Management, 11th Edition*. Print ISBN: 9781305262997. 700 pages.
- Friedemann Polzin, Paschen Von Flotow, Colin Nolden. 2016. Modes of governance for municipal energy efficiency services – The case of LED street lighting in Germany. *Journal of Cleaner Production. Vol. 139, pp. 133-145*.

- Fukahori. K., and Kubota. Y. 2003. The Role of Design Elements on the Cost-Effectiveness of Streetscape Improvement. *Journal Landscape and Urban Planning*. Vol. 63, pp. 75-91.
- Gareth R. Jones. 2004. *Organizational Theory, Design, and Change: Texts and Cases*. Pearson Prentice Hall. Business & Economics – 592 pages.
- Garrison, Ray H. dan Eric W. Noreen. 2003. *Managerial Accounting*. Edisi 10. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Gitman, Lawrence J. 2003. *Principles of Managerial Finance, seventeenth edition*. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing Company.
- Gittinger, J.P. 1986. *Analisa Ekonomi Proyek-Proyek Pertanian*. Terjemahan. Edisi Kedua. UI-Press dan John Hopkins. Jakarta.
- Gomez-Lorente, D., Rabaza, O., Espín Estrella, A., and Pena-García, A. 2013. A new methodology for calculating roadway lighting design based on a multi-objective evolutionary algorithm. *Journal Expert Systems with Applications*, 40(6), 2156–2164. doi:10.1016/j.eswa.2012.10.026.
- Gomez-Lorente, D., Rabaza, O., Espin, A., and Pena-Garcia, A., 2013. Optimization of efficiency and energy saving in public lighting with multi-objective evolutionary algorithms, *Proc. ICREPQ*, 20-22.
- Goran Karanovic. 2012. Analysis of Risk and Uncertainty Using Monte Carlo Simulation and its Influence on Project Realization. *Annals – Economic and Administrative Series*. Vol 6 (1), pp. 145-162.
- Green, J. et al. 2015. Health & Place Reduced street lighting at night and health : A rapid appraisal of public views in England and Wales, *Health & Place*. Elsevier, 34, pp. 171–180. doi: 10.1016/j.healthplace.2015.05.011.
- Gumanti, Tatang Ary. 2009. Teori Sinyal Dalam Manajemen Keuangan. *Jurnal Usahawan No. 06*.
- Hand, J. Thomas. 2001. *Using Real Options for Policy Analysis*. National Energy Technology Laboratory. Office of Systems and Policy Support.
- Hartono, Jogiyanto. 2000. *Teori Portofolio dan Analisis Investasi*. BPFE, Yogyakarta.
- Hector V. Jimenez-Naranjo et.al. 2016. Cost–benefit analysis of sport events: The case of World Paddle Tour. *European Research on Management and Business Economics*. Volume 22, pp. 131–138.

- [http:// www.rpi.edu/dept/lrc/nystreet/how-to-planners.pdf](http://www.rpi.edu/dept/lrc/nystreet/how-to-planners.pdf) (accessed September 14, 2009).
- Husein Umar. 2007. *Metode Penelitian Untuk Skripsi dan Tesis Bisnis*. Jakarta: PT. Rajafindo Persada.
- Ibrahim, Y. 2003. *Studi Kelayakan Bisnis*. Rineka Cipta.
- Jensen, C. L. 2017. Understanding energy efficient lighting as an outcome of dynamics of social practices. *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 165, pp. 1097–1106. doi: 10.1016/j.jclepro.2017.07.213.
- Jiang. Y., Shuo Li, Guan. B., Zhao. G., 2015. Cost effectiveness of new roadway lighting systems. *Journal of Traffic and Transformation Engineering*, vol. 2 (3), pp. 158-166. doi: 10.1016/j.jtte.2015.03.004.
- Jorion, Philippe. 2007. *Value at risk: The new benchmark for managing financial risk. (3rd Ed)*. New York: McGraw-Hill/Irwin.
- Kadariah, 1986. *Evaluasi Proyek Analisa Ekonomis*. Lembaga Penerbit Fakultas Ekonomi Universitas Indonesia, Jakarta.
- Keren Senel, *The New Valuation Paradigm: Real options*, Istanbul Commerce University, Faculty of Commercial Science, hal 106-107.
- Khalif Ahadi, M. Indra Al-Irsyad, Tri Anggono. 2018. Simulasi potensi penghematan energi listrik pada penerangan jalan umum dengan menggunakan teknologi lampu LED. *Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan Vol. 17 No. 1 Juni 2018: 31 – 42*. P-ISSN 1978 - 2365 E-ISSN 2528 – 1917.
- Kim, D. and Park, S. 2017. Improving community street lighting using CPTED: A case study of three communities in Korea. *Sustainable Cities and Society*. Elsevier B.V., 28, pp. 233–241. doi: 10.1016/j.scs.2016.09.016.
- Kostic, M., & Djokic, L. 2009. Recommendations for energy efficient and visually acceptable street lighting. *Energy*, 34(10), 1565–1572. doi:10.1016/j.energy.2009.06.056.
- Kovács, A. *et al.* 2016. Intelligent control for energy-positive street lighting. *Energy*, 114, pp. 40–51. doi: 10.1016/j.energy.2016.07.156.
- Kullapa Soratana, Joe Marriott. 2010. Increasing innovation in home energy efficiency: Monte Carlo simulation of potential improvements. *Journal Energy and Buildings*, Vol. 42, pp. 828–833.

- Lawson, T., Rogerson, R. and Barnacle, M. 2018. Computers , Environment and Urban Systems A comparison between the cost e ff ectiveness of CCTV and improved street lighting as a means of crime reduction. *Computers, Environment and Urban Systems*. Elsevier, 68, pp. 17–25. doi: 10.1016/j.compenvurbsys.2017.09.008.
- M. Popa, and C. Cepisca. 2011. Energy consumption saving solutions based on intelligent street lighting control system. *U.P.B. Sci. Bull. Ser. C 73*, pp. 297-308.
- Marion, A. Branch. 2003. *Real Option in Practice*. John Wiley & Sons. Business & Economics, 384 pages.
- Mark Diesendorf. 2010. Sustainable Energy Policy for Australia. *EnergyScience Coalition – Briefing Paper #5* (updated February 2010) www.energyscience.org.au.
- Mark G. Stewart a, John Mueller. 2014. Cost-benefit analysis of airport security: Are airports too safe? *Journal of Air Transport Management, Volume 35*, pp. 19-28.
- Markowitz, Harry. 1952. Portfolio Selection. *Journal of Finance, Vol.7 No. 1 (Mar., 1952)*, pp. 77-91.
- Martalena dan Malinda. 2011. *Pengantar Pasar Modal. Edisi Pertama*. Andi, Yogyakarta. Indonesia.
- Mickhael J. Mouboussin. 1999. Get Real Using Real Options in Sekurity Analysis. *Equity Research, Credit Suisse First Boston Corporation. Volume 10*.
- Millar and Hall. 2013. Social Return on Investment (SROI) and Performance Measurement: The Opportunities and Barriers for Social Enterprices in Health and Social Care. *Public Manage. Rev. 15 (6)*, pp. 923-941.
- Morgan Pattison, P., Hansen, M. and Tsao, J. Y. 2017. LED lighting efficacy: Status and directions. *Comptes Rendus Physique*. Elsevier Masson SAS, 1, pp. 1–12. doi: 10.1016/j.crhy.2017.10.013.
- Mousumi Bhattacharya, Patrick M. Wright. 2000. *Recognizing Risk in Human Capital Investment: A Real options Approach to Strtegic Human Rsources Management*. Cornell University CAHRS Working Paper, pages 5.
- Muhammad Akbar, Indradi Wijatmiko, Eko Andi Suryo. 2017. Penerapan metode Monte Carlo untuk alokasi kontigensi biaya pada pembangunan gedung

- kantor Dinas Kependudukan dan Catatan Sipil Kecamatan Pacitan. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Vol. 1 (1)*.
- Mun, Jonathan. 2006. *Modeling Risk: Applying Monte Carlo Simulation, Real Options Analysis, Forecasting, and Optimization Techniques*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- Murray, A. T. and Feng, X. 2016. Public street lighting service standard assessment and achievement. *Socio-Economic Planning Sciences*. Elsevier Ltd, 53, pp. 14–22. doi: 10.1016/j.seps.2015.12.001.
- Murray, A. T., & Feng, X. (2016). *Public street lighting service standard assessment and achievement*. *Socio-Economic Planning Sciences*, 53, 14–22. doi:10.1016/j.seps.2015.12.001.
- Myers, Stewart C., 1977, Determinants of Corporate Borrowing, *Journal of Financial Economics*, No.5, pp 147-155.
- Nelson, M. A., Anderson, B. P., & Cai, H. (2016). Selection Methods and Procedure for Evaluation of LED Roadway Luminaires. *LEUKOS*, Vol. 13(3), pp. 159–175. doi:10.1080/15502724.2016.1256782.
- New York State Energy Research and Development Authority (NYSERDA). 2002. *A how-to guide to effective energy-efficient street lighting for planners and engineers*.
- O. Rabaza, A. Pena-Garcia, F. Perez-Ocón, D. Gomez-Lorente. 2013. A simple method for designing efficient public lighting, based on new parameter relationships. *Journal Expert Systems with Applications*, Vol. 40, pp. 7305–7315.
- Paddock, Siegel and Smith. 1988. *Real Option in Capital Investment: Models, Strategies and Applications*. Preager. Westport, Connecticut London.
- Pasc, P. C. and Dumitru, C. D. 2017. Energy-efficient Street Lighting Using a Mitsubishi Alpha 2 PLC Based Solution. *Procedia Engineering*, 181, pp. 824–828. doi: 10.1016/j.proeng.2017.02.473.
- Patari, S., Sinkkonen, K., 2014. Energy service companies and energy Performance contracting: is there a need to renew the business model? Insights from a Delphi study. *J. Clean. Prod.* 66, 264-271.
- Pindyck, Robert., dan Avinash, Dixit. (1994). *Investment under Uncertainty*, Princeton U. Press.

- Pode. R., 2013. Financing LED solar home systems in developing countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 25, pp. 596-629.
- Rabaza, O. et.al. 2019. Application of a Differential Evolution Algorithm in the Design of Public Lighting Installations Maximizing Energy Efficiency. *LEUKOS, The Journal of the Illuminating Engineering Society*, pp.1–11. doi:10.1080/15502724.2019.1568255
- Rabaza, O, Palomares-Munoz ZE, Pena-Garcia A, Gomez-Lorente D, Aran-Carrion J, Aznar-Dols F, Espín-Estrella A. 2013. Multi-objective Optimization applied to Photovoltaic Street Lighting Systems, *International Conference on Renewable Energies and Power Quality (ICREPQ'14)*, ISSN 2172-038 X, No.12.
- Radulovic, D., Skok, S., Kirincic, V., 2011. Energy efficiency public lighting management in the cities. *Journal Energy* 36, 1908 - 1915.
- Sánchez de Miguel, A. et al. 2014. Evolution of the energy consumed by street lighting in Spain estimated with DMSP-OLS data. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*. Elsevier, 139, pp. 109–117. doi: 10.1016/j.jqsrt.2013.11.017.
- Santos, L., Soares, I., Mendes, C., Ferreira, P., 2014. Real options versus traditional methods to assess renewable energy projects. *Renew. Energy* 68, 588 – 594.
- Schmidt, S.M., 2012. A Feasibility Analysis of Retrofitting Existing Roadway Lighting Infrastructure with LED Technology. *University of Missouri. Masters Theses, Paper 5329*.
- Sedziwy, A. 2015. A New Approach to Street Lighting Design. *LEUKOS*, Vol. 12(3), pp. 151–162. doi:10.1080/15502724.2015.1080122.
- Sharpe, et.al. 1993. Are Oestrogens involved in falling sperm counts and disorders of the male reproductive tract. *The Lancet Journal*. Vol. 341 (8857), pp. 1392 – 1396.
- Sobarsah Kosasih. 2009. *Manajemen Operasi Internasional*. Mitra Wacana Media. Indonesia.
- Sugiyono, 2009, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*, Bandung: Alfabeta.
- T. Lawson, Rogerson, R., and Barnacle, M. 2018. A Comparison between the cost effectiveness of CCTV and improved street lighting as a means of crime

- reduction. *Journal Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 68, pp. 17-25.
- Tahkamo, L., Ylinen, A., Puolakka, M., Halonen, L., 2012. Life cycle cost analysis of three renewed street lighting installations in Finland. *The Int. J. Life Cycle Assess.* 17, 154-164.
- Tetri. E., Bozorg Chenani. S., Rasanen. R. S., Baumgartner. H., Vaaja. M., Sierla. S., Tahkamo. L., Virtanen. J. P., Kurkela. M., Ikonen. E., Halonen. L., 2017. Tutorial: road lighting for efficient and safe traffic environment. *LEUKOS 1-19*.
- Thureson. D, and Eliasson. J. 2016. Does Uncertainty make Cost-benefit Analysis Pointless. *CTS Working Paper. Vol. 8, pp. 1-18*.
- Trigeorgis, L. 1996. *Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Tsoutsos, T et.al. 2017. Benchmarking Framework to Encourage Energy Efficiency Investments in South Europe. The Trust EPC South Approach. *Procedia Environmental Sciences*, Vol. 38, pp. 413–419. doi:10.1016/j.proenv.2017.03.125.
- Wang Nan, Zhao Qun, Guo Wei, Zang Huanrong, Liu Dexun. 2016. Application of the Monte Carlo Simulation in evaluating unconventional gas well economy. *Advances in Engineering Research*, volume 63, pp. 978 – 981.
- Wijayanto. D. 2012. *Pengantar Manajemen*. Gramedia Digital. Jakarta, Indonesia.
- William L. Megginson. 1997. *Corporate Finance Theory*. Addison-Wesley. Business & Economics – 506 pages.
- Wojnicki, I. et al. 2014. Expert Systems with Applications Advanced street lighting control. *Expert Systems With Applications*. Elsevier Ltd, 41(4), pp. 999–1005. doi: 10.1016/j.eswa.2013.07.044.
- Wu, M. S. et al. 2009. Economic feasibility of solar-powered led roadway lighting. *Renewable Energy*. Elsevier Ltd, 34(8), pp. 1934–1938. doi: 10.1016/j.renene.2008.12.026.
- Z. Todd Taylor and Vrushali Mendon. 2016. An Economic Feasibility Test for Residential Energy Efficiency Measures When First Costs Are Uncertain. *ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings*, pp. 1-12.

Zehner, O., 2016. Alternatives to alternative energy. *Sage Journals*. Vol. 68 (5), pp. 1-7. doi.org/10.1177/0096340212459037.