Revenue : Lentera Bisnis Manajemen
Volume 01 No 02 Mei 2023
E ISSN : 2986-1853

https://lenteranusa.id/

Identifikasi Tahapan dan Biaya Proyek Pembangunan Jaringan Gas Menggunakan Metode Life Cycle Costing

Intan Istiqomah
[1]Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta
*E-mail: intan.istiqomah@upnyk.ac.id

Abstrak
Diversifikasi energi merupakan upaya Pemerintah Indonesia untuk mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap energi fosil (minyak bumi). Program konversi minyak tanah ke LPG adalah salah satu programnya. Dengan tingginya potensi pemanfaatan gas bumi sebagai energi, Pemerintah membuat upaya diversifikasi lain berupa jaringan gas perkotaan yang menyasar rumah tangga sebagai pengguna. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan identifikasi terhadap langkah-langkah proyek pembangunan jaringan gas dan perhitungan biaya menggunakan metode *Life Cycle Costing* (LCC). Penelitian ini bersifat kuantitatif dengan metode pengambilan data berupa survey dan wawancara. Hasil akhirnya menunjukkan bahwa LCC Aktual untuk pipa induk sebesar Rp5.103.321.442,72 (5,5% dari total LCC), LCC Aktual untuk pipa distribusi sebesar Rp 18.670.527.591,69 (20,15%), LCC Aktual material sambungan rumah Rp 64.544.065.161 (69,64%), LCC Aktual material sambungan kompor Rp 2.357.996.979,00 (2,55%), dan LCC Aktual untuk peralatan utama sebesar Rp 2.000.253.650 (2,16%).

Kata kunci: jaringan gas; *life cycle cost*; proyek

Abstract
Energy diversification is one of the efforts by the Government of Indonesia to reduce people's dependence on fossil energy 9petroleum). Kerosene to LPG conversion is one of the programs. With the high potential for using natural gas as energy, the Government is making other diversification efforts in the form of urban gas networks targeting households as users. This study aims to identify the steps of the gas network development project and calculate costs using the Life Cycle Costing (LCC) method. This is quantitative research with data collections methods in the form of surveys and interviews. The results shows that Actual LCC for main pipe is Rp5.103.321.442,72 (5,5% from LCC total), Actual LCC for distribution pipe is Rp 18.670.527.591,69 (20,15%), Actual LCC for connecting distribution pipe to the house is Rp 64.544.065.161 (69,64%), Actual LCC for connecting the pipe to the stove is Rp 2.357.996.979,00 (2,55%), and Actual LCC for main equipment is Rp 2.000.253.650 (2,16%).

***Keywords**: gas network; life cycle cost; project*

Pendahuluan

Kedaulatan energi adalah salah satu program prioritas nasional yang dicanangkan oleh pemerintah. Perubahan penggunaan bahan bakar minyak tanah menjadi Liquid Petroleum Gas (LPG) atau gas bumi adalah salah satu usaha untuk mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap minyak bumi (energi fosil). Selain itu, program ini diharapkan dapat menghemat anggaran subsidi minyak tanah sebesar Rp197,05 triliun (Kementerian ESDM, 2016) . LPG merupakan gas alam yang dipadatkan dalam bentuk cair agar pendistribusiannya kepada masyarakat menjadi mudah.

Kemudian, Pemerintah Indonesia pada tahun 2007 mulai mencanangkan proyek pembangunan jaringan gas untuk perkotaan sebagai upaya lain untuk diversifikasi energi selain LPG. Hasil dari proyek ini dapat dinikmati oleh masyarakat pertama kalinya pada tahun 2009. Proyek ini terus berlanjut sebagai bagian dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2015 – 2019 dengan target pembangunan sebanyak 1,1 juta sambungan rumah (SR) pada akhir tahun 2019 (Peraturan Presiden No.2 Tahun 2015, 2015). Yang terbaru, proyek ini masuk sebagai proyek prioritas strategis pada RPJMN 2020-2024 (Peraturan Presiden No.18 Tahun 2020, 2020). Jaringan gas perkotaan ini adalah ujung dari rantai pasok penyaluran energi berupa gas bumi. Gas bumi akan dialirkan dari sumber transmisi gas menuju kompor di rumah-rumah penduduk untuk digunakan sebagai bahan bakar.

Sesuai dengan RPJMN 2020 – 2024, pada tahun 2024 ditargetkan terdapat 4 juta sambungan rumah baru jaringan gas kota. Menurut data Kementerian ESDM, pembangunan jaringan gas dapat memberikan keuntungan bagi Pemerintah berupa penghematan subsidi LPG sebesar Rp 297,6 miliar per tahun (Peraturan Presiden No.18 Tahun 2020, 2020) serta mengurangi impor LPG sebesar 603.702 ribu ton per tahun. Masyarakat pun dapat menikmati keuntungan pemakaian gas bumi ini dengan menghemat Rp 10.000 setiap rumah per bulan dibandingkan jika mereka menggunakan LPG sebagai bahan bakar rumah tangga (Kementerian Kominfo, 2019).

Progres pembangunan jaringan gas kota ini terus berjalan walau dengan perlahan karena keterbatasan dana. Data dari KemenESDM tahun 2018 menunjukkan bahwa jaringan gas sudah dibangun sebanyak 463.643 sambungan rumah secara kumulatif dan sepanjang 10.942,5 km untuk pipa transmisi dan distribusi (Peraturan Presiden No.18 Tahun 2020, 2020). Berdasarkan data dari bps.go.id, angka tersebut sudah meningkat sebanyak 209.577 sambungan rumah pada tahun 2020 sehingga secara kumulatif totalnya adalah 673.220 SR sampai akhir tahun 2020.

Mendukung usaha Pemerintah untuk memperluas pembangunan jaringan gas ini, PT.XYZ adalah kontraktor yang mengerjakan pembangunan jaringan gas rumah tangga pada salah satu kota di Kalimantan pada tahun 2020. Jumlah sambungan rumah (SR) yang dikerjakan adalah 5.503 SR. Penelitian ini dilakukan pada tim proyek PT. XYZ yang melaksanakan proyek pembangunan jaringan gas tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan identifikasi terhadap langkah-langkah proyek pembangunan jaringan gas kota dengan memperhatikan tahapan manajemen proyek dan perhitungan biaya menggunakan metode *Life Cycle Costing*. Metode *Life Cycle Costing* dipilih karena metode ini dapat memberikan gambaran secara detail mengenai biaya suatu pekerjaan. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan kontribusi ilmu pengetahuan mengenai tahapan pembangunan jaringan gas kota beserta analisa biayanya.

Project Management Body of Knowledge (PMBOK) sebagai referensi pelaksanaan manajemen proyek memuat definisi dari *project life cycle*. Menurut (Project Management Institute, 2017), terdapat 5 (lima) tahapan dalam *project life cycle* yaitu Initiating, Planning, Executing, Monitoring and Evaluation, dan terakhir adalah Closing. Pada tahap Initiating, dilakukan pengembangan *Project Charter* dan identifikasi *stakeholder* proyek. Selanjutnya, perencanaan proyek dimulai pada tahap Planning.

Perencanaan ruang lingkup pekerjaan, tenaga kerja, pengadaan material, perencanaan jadwal proyek, perencanaan biaya, perencanaan risiko proyek, sampai perencanaan metode komunikasi dengan para *stakeholder* proyek. Hasil dari tahapan ini adalah Rencana Anggaran

Biaya (RAB) proyek, Kontrak antara Pemberi Kerja dan Kontraktor, serta dokumen-dokumen *Project Management Plan*. Kemudian, proyek dilaksanakan pada tahap Executing. Hal-hal yang sudah direncanakan pada tahap Planning dilakukan pada tahap Executing. Tahap Monitoring and Evaluation dilakukan bersamaan dengan tahap Executing. Tim kontraktor memonitor pengadaan material apakah sudah sesuai dengan RAB, jadwal pelaksanaan konstruksi tepat waktu atau menyimpang dari jadwal, lingkup pekerjaan masih sesuai dengan Kontrak atau Pemberi Kerja menambah lingkup pekerjaan, dan sebagainya.

Hasil dari Monitoring and Evaluation adalah kurva-S yang memuat progress pekerjaan proyek dan dilaporkan setiap periode sesuai ketentuan dari Pemberi Kerja. Setelah proyek selesai dikerjakan, maka proyek ditutup pada tahap Closing. Di tahap ini, terjadi penandatanganan Berita Acara Serah Terima (BAST) proyek dan penyerahan dokumen final proyek.

Sementara itu, *life cycle cost* dapat didefinisikan sebagai biaya yang diperlukan oleh suatu bangunan dalam jangka waktu yang sudah ditetapkan ((Buyung et al., 2019; Wongkar et al., 2016). Beberapa penelitian mengenai penggunaan metode *life cycle cost* untuk menganalisa proyek sudah dilakukan. Banyak dari penelitian tersebut menggunakan metode *life cycle cost* untuk menganalisa biaya siklus hidup gedung. Penelitian (Wongkar et al., 2016) dan (Buyung et al., 2019) membahas tentang penggunaan *life cycle cost* untuk menganalisa biaya pembangunan dan pemeliharaan gedung sekolah dan gedung program studi akuntansi. Komponen gedung yang dianalisa adalah dinding, lantai, dan plafond. Dua penelitian tersebut menggunakan formula:

***Life Cycle Cost* = Biaya awal + Biaya penggunaan + Biaya perawatan dan penggantian**

Biaya awal : biaya perencanaan pelaksanaan bangunan
Biaya penggunaan : biaya yang dikeluarkan selama bangunan beroperasi
Biaya perawatan dan : biaya komponen selama umur rencana bangunan penggantian

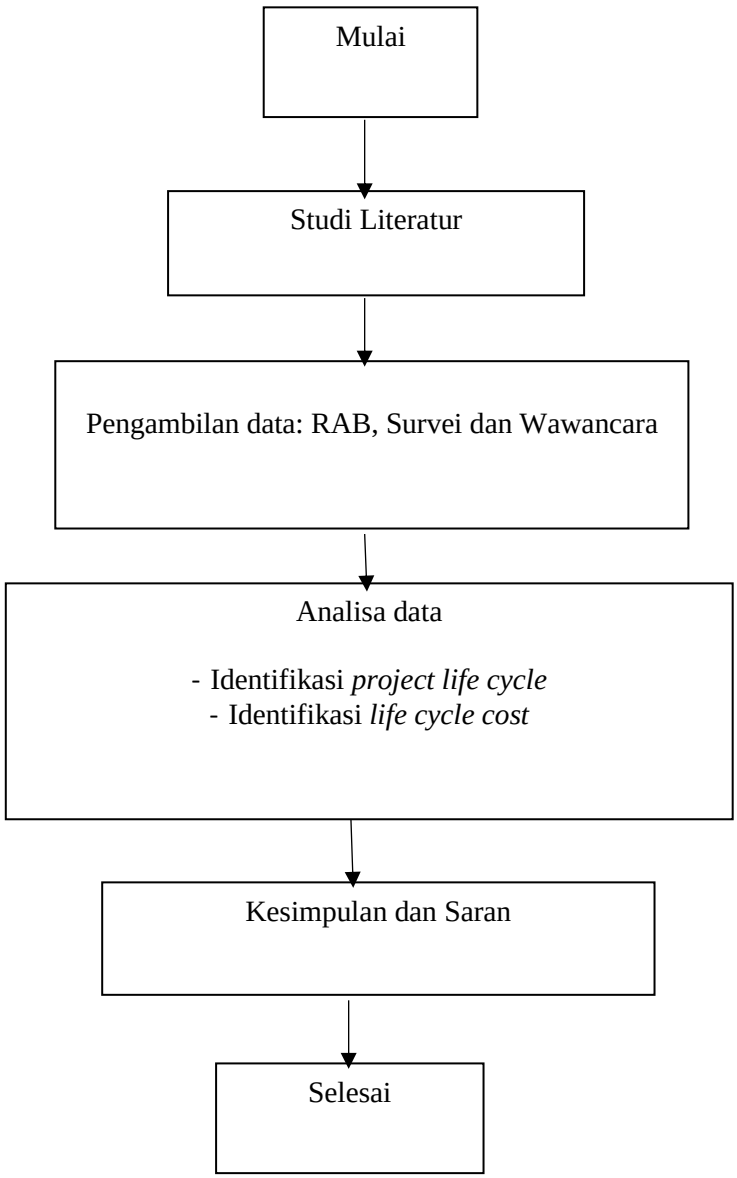
Penelitian sebelumnya menggunakan formula yang sama (Dermawan & Patty, 2022; Kaming et al., 2019; Puhessti, 2021; Utari & Samad, 2021). Oleh karena itu, penelitian ini akan menggunakan formula *life cycle cost* seperti di atas. Penelitian mengenai pembangunan jaringan gas dapat dikatakan masih sedikit. (Sa'diyah et al., 2021) menganalisa kebijakan-kebijakan yang sudah ada mengenai proyek pembangunan jaringan gas dari sudut pandang para *stakeholder*.

Stakeholder yang dimaksud adalah regulator, operator, dan pengamat. (Sa'diyah et al., 2021) menggunakan metode Soft System Methodology (SSM). Hasil yang didapatkan adalah kebijakan yang ada saat ini sudah mendukung pembangunan jaringan gas kota. Jadi, dapat disimpulkan bahwa belum ada penelitian menganalisa proyek pembangunan jaringan gas menggunakan metode *life cycle costing*. Penelitian ini berusaha mengisi gap tersebut dengan mengidentifikasi tahapan proyek serta menganalisa biaya awal dan biaya pemeliharaan komponen tertentu menggunakan metode *life cycle costing*.

Metode

Pendekatan penelitian yang digunakan adalah studi kuantitatif. Survei dan wawancara dilakukan terhadap tim proyek kontraktor untuk mendapatkan data primer berupa biaya pelaksanaan proyek. Data sekunder penelitian berasal dari artikel, arsip, buku, maupun literatur lainnya yang relevan dengan topik penelitian. Penelitian ini menggunakan metode *Life Cycle Costing* untuk mengidentifikasi biaya pada beberapa komponen di proyek pembangunan jaringan gas. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1

.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Hasil dan Pembahasan

Tabel 1 berikut memuat identifikasi tahapan proyek pembangunan jaringan gas sesuai dengan *project life cycle*.

Table 1. Project Life Cycle proyek Pembangunan Jaringan Gas

No.	**Project Life Cycle** (Project Management Institute, 2017)	**Tahapan Proyek Pembangunan Jaringan Gas**
1.	Initiating	‘- Tahap Pre FEED ‘- Tahap Rekayasa Desain (FEED) ‘- Tahap kajian kelayakan proyek
2.	Planning	‘- Pembuatan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek ‘- Penandatanganan Kontrak Proyek
3.	Executing	- Pekerjaan Persiapan - Pembelian Material Pipa Induk - Konstruksi Pemasangan Pipa Induk - Pembelian Material Pipa Distribusi - Konstruksi Pemasangan Pipa Distribusi - Pembelian Material Sambungan Rumah - Konstruksi Sambungan Rumah - Pembelian Material Sambungan Kompor - Konstruksi Sambungan Kompor - Pengadaan Kompor Gas Alam Dua Tungku - Pengadaan Peralatan Utama - Konstruksi Peralatan Utama
4.	Monitoring and Evaluation	‘- Pembuatan kurva-S bulanan untuk memonitor proyek
5.	Closing	‘- Pra-pengujian (Pre-commisioning) ‘- Pengujian (commissioning) ‘- Pembuatan As Build Drawing

Tahap Initiating berdasarkan data dari (Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi, 2013), sementara tahap Planning, Executing, Monitoring, and Closing berasal dari tim kontraktor proyek.

Front End Engineering Design (FEED) adalah kegiatan rekayasa terhadap fasilitas produksi yang dikerjakan secara terintegrasi untuk suatu proyek tertentu dan merujuk kepada rencana jangka panjang (SKK Migas, 2023). Merujuk kepada (SKK Migas, 2023) , Pre-Commisioning adalah kegiatan atau proses pengujian statik dan dinamik untuk memverifikasi bahwa sistem terpasang sudah siap untuk dilakukan Commisioning. Commisioning adalah kegiatan yang dilakukan setelah Pre-Commisioning untuk memverifikasi secara dinamis bahwa fungsi sistem dan subsistem sudah sesuai dengan persyaratan dan siap untuk Start-Up (dijalankan).

Setelah tahap pengujian (commissioning) selesai, maka FEED akan disempurnakan menjadi As Build Drawing. As Build Drawing adalah desain final infrastruktur jaringan gas yang diserahkan oleh tim kontraktor kepada Pemberi Kerja. Setelah infrastruktur jaringan gas selesai dibangun, pengelolaannya diserahkan kepada BUMN atau BUMD yang ditugaskan oleh Menteri.

Penelitian ini berfokus pada tahapan Executing yang merupakan salah satu ruang lingkup kerja kontraktor. Pada Tabel 2 di atas, dapat dilihat bahwa terdapat lima material utama dalam pembangunan jaringan gas, yaitu pipa induk, pipa distribusi, material sambungan rumah, material sambungan kompor, dan peralatan utama. Kompor juga termasuk ke dalam pengadaan material, namun apabila terdapat kerusakan, pengadaan kompor ini dapat dilakukan mandiri oleh warga. Oleh karena itu, kompor tidak dimasukkan ke dalam perhitungan *life cycle cost*. Pekerjaan lain seperti pre-FEED, tahap rekayasa desain, pembuatan kurva-S untuk monitoring, pengujian serta pembuatan As Build Drawing hanya terjadi sekali selama masa pengerjaan proyek. Oleh karena itu, tahapan tersebut juga tidak dimasukkan ke dalam perhitungan *life cycle cost*. Penelitian ini akan menghitung *life cycle cost* lima material utama.

1. Pipa Induk

   Biaya awal untuk pipa induk terdiri dari pengadaan material dan biaya konstruksi (upah tenaga kerja). Pipa induk yang digunakan adalah pipa dengan diameter 125 mm. Pekerjaan konstruksi terdiri dari pembongkaran jalur pipa, penggalian jalur pipa, pemasangan papan nama jalur gas, pemasangan patok gas, konstruksi manual boring, dan lain-lain. Rincian biaya disusun dalam format *lump sum* dan dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Table 2. Biaya awal jaringan pipa induk

No.	Material	Harga
1.	Material Pipa Induk	Rp 2.500.235.355,96
2.	Konstruksi pemasangan pipa induk	Rp 2.603.086.086,76
	TOTAL	Rp 5.103.321.442,72

Biaya upah tenaga kerja tersebut berlaku sampai proyek selesai dan dibayarkan setiap bulan. Jangka waktu pelaksanaan proyek adalah 240 hari atau 8 bulan. Total biaya awal yang diperlukan untuk pemasangan pipa induk adalah Rp 5.103.321.442,72. Material jaringan pipa induk ditanam di dalam tanah sehingga pipa yang dipilih memiliki ketahanan minimal 20 tahun sesuai standar dari (Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi, 2013). Pipa yang digunakan dalam proyek ini terbuat dari bahan dasar *Medium Density Polyethylene (MDPE) dan* memiliki jaminan *lifetime* sampai dengan 50 tahun. Pipa ini tidak perlu dilindungi dari proses korosi sehingga tidak perlu *material wrapping* dan *cathodic protection*. Asumsi yang digunakan adalah tidak terjadi kebocoran pipa gas dan tidak terjadi *force majeure* selama masa *lifetime* pipa. Oleh karena itu, tidak ada biaya perawatan pipa induk. Sehingga, LCC Aktual jaringan pipa induk adalah Rp5.103.321.442,72.

2. Pipa Distribusi

Biaya awal untuk pipa distribusi terdiri dari pengadaan material dan biaya konstruksi (upah tenaga kerja). Pipa distribusi yang digunakan adalah pipa dengan diameter 63 mm. Rincian

pekerjaan konstruksi pipa distribusi sama seperti pekerjaan pipa induk. Rincian biaya disusun dalam format *lump sum* dan dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Table 3. Biaya awal jaringan pipa distribusi

No.	Material	Harga
1.	Material Pipa Distribusi	Rp 7.673.738.425,00
2.	Konstruksi pemasangan pipa distribusi	Rp 10.996.789.166,69
	TOTAL	Rp 18.670.527.591,69

Biaya upah tenaga kerja tersebut berlaku sampai proyek selesai dan dibayarkan setiap bulan. Total biaya awal yang diperlukan untuk pemasangan pipa distribusi adalah Rp 18.670.527.591,69. Penempatan material jaringan pipa distribusi juga sama seperti pipa induk, ditanam di dalam tanah. Merk pipa yang digunakan juga sama sehingga tidak perlu biaya perawatan. LCC Aktual jaringan pipa distribusi adalah Rp 18.670.527.591,69.

3. Material sambungan rumah (SR)

Biaya awal untuk material sambungan rumah terdiri dari pengadaan regulator tekanan rendah, meter rumah tangga *post-paid*, serta aksesoris dan biaya konstruksi (upah tenaga kerja). Pekerjaan konstruksi sambungan rumah terdiri dari pemasangan pipa SR, rekondisi lahan jalur SR, tes *pneumatic*, serta pemasangan regulator dan meter gas. Rincian biaya disusun dalam format *lump sum* dan dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Table 4. Biaya awal material sambungan rumah

No.	Material	Harga
1.	Material sambungan rumah	Rp 12.020.753.200,00
2.	Konstruksi pemasangan material SR	Rp 2.322.744.761,00
	TOTAL	Rp 14.343.497.961,00

Biaya upah tenaga kerja tersebut berlaku sampai proyek selesai dan dibayarkan setiap bulan. Total biaya awal yang diperlukan untuk pemasangan material SR adalah Rp 14.343.497.961,00. Regulator tekanan rendah disarankan diganti maksimal per 3 tahun. Dengan asumsi usia jaringan gas mencapai minimum 20 tahun, maka keperluan penggantian regulator adalah:

$$\frac{20\ tahun}{3\ tahun} = 6{,}67\ dibulatkan\ menjadi\ 7\ kali\ penggantian\ regulator$$

Berdasarkan RAB proyek, harga pengadaan 1 buah regulator dilengkapi meter post-paid adalah Rp1.092.200 dan ongkos pasangnya Rp 211.000. Sehingga total biaya perawatan untuk regulator dan meter gas selama 20 tahun adalah:

(Rp1.092.200 + Rp211.000) x 7 kali x 5.503 SR = Rp 50.200.567.200,00

Dengan demikian, LCC Aktual material SR adalah:

Rp 14.343.497.961,00 + Rp 50.200.567.200,00 = Rp 64.544.065.161

4. Material sambungan kompor (SK)

Biaya awal untuk material sambungan kompor terdiri dari pengadaan material kecil-kecil seperti klem pipa, *elbow*, *ball valve*, dan biaya konstruksi (upah tenaga kerja). Pekerjaan konstruksi sambungan kompor terdiri dari pemasangan pipa SK dari meter rumah tangga ke kompor serta pengujian instalasi sambungan kompor. Rincian biaya disusun dalam format *lump sum* dan dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Table 5 Biaya awal material sambungan kompor

No.	Material	Harga
1.	Material sambungan kompor	Rp 1.310.924.660,00
2.	Konstruksi pemasangan material SK	Rp 1.047.072.319,00
	TOTAL	Rp 2.357.996.979,00

Biaya upah tenaga kerja tersebut berlaku sampai proyek selesai dan dibayarkan setiap bulan. Total biaya awal yang diperlukan untuk pemasangan material SK adalah Rp 2.357.996.979,00 Pipa yang digunakan pada sambungan kompor adalah pipa galvanize. Pipa ini dipasang di atas tanah sehingga rentan mengalami korosi. Oleh karena itu perlu dilakukan pengelolaan untuk mencegah korosi dengan biaya perawatan material wrapping atau cathodic protection. Namun karena tidak adanya data biaya untuk dua metode tersebut, maka biaya perawatan untuk saat ini belum bisa diperkirakan. Dengan demikian, maka total LCC Aktual material SK adalah Rp 2.357.996.979,00.

5. Peralatan Utama

Biaya awal untuk peralatan utama terdiri dari pengadaan *regulating station* dan biaya konstruksi (upah tenaga kerja) dudukan RS. Rincian biaya disusun dalam format *lump sum* dan dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Table 6. Biaya awal peralatan utama

No.	Material	Harga
1.	*Regulating station*	Rp 645.000.000,00
2.	Konstruksi pemasangan material SK	Rp 65.253.650,00
	TOTAL	Rp 710.253.650,00

Biaya upah tenaga kerja tersebut berlaku sampai proyek selesai dan dibayarkan setiap bulan. Total biaya awal yang diperlukan untuk pemasangan peralatan utama adalah Rp 710.253.650,00. Estimasi biaya perawatan regulating station adalah 10% dari harga material per tahun. Harga 1 unit regulating station Rp 129.000.000,00 dan terdapat 5 unit pada kota di Kalimantan ini. Maka, perkiraan biaya perawatan regulating station selama 20 tahun adalah:

(10% x Rp 129.000.000) x 5 unit x 20 tahun = Rp 1.290.000.000,00

Dengan demikian, LCC Aktual peralatan utama adalah:

Rp 710.253.650,00 + Rp 1.290.000.000,00 = Rp 2.000.253.65

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian di atas, maka dapat disimpulkan bahwa LCC Aktual untuk pipa induk sebesar Rp 5.103.321.442,72 (5,5% dari total LCC), LCC Aktual untuk pipa distribusi sebesar Rp 18.670.527.591,69 (20,15%), LCC Aktual material sambungan rumah Rp 64.544.065.161 (69,64%), LCC Aktual material sambungan kompor Rp 2.357.996.979,00 (2,55%), dan LCC Aktual untuk peralatan utama sebesar Rp 2.000.253.650 (2,16%). Total LCC untuk seluruh material utama tersebut adalah Rp92.676.164.824,41. Pengeluaran terbesar terdapat pada material sambungan rumah.

Daftar Pustaka

Buyung, R. A. H. F., Pratasis, P. A. K., & Malingkas, G. Y. (2019). Life Cycle Cost (LCC) pada Pembangunan Gedung Akuntansi Universitas Negeri Manado (UNIMA) di Tondano. *Jurnal Sipil Statik*, *7*(11), 1527–1536.

Cahyadi, H., Abdurrahman, & Atmojo, S. P. (2022). Analisis Biaya Siklus Hidup Gedung Komite Olahraga Nasional Indonesia (KONI) Kabupaten Tapin. *Paduraksa: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, *11*(1), 24–32.

Dermawan, H., & Patty, C. V. (2022). Analisis Life Cycle Cost pada Proyek Jembatan Merah Putih di Kota Ambon dengan Pendekatan Nilai Ekuivalensi. *Teras Jurnal*, *12*(2), 561–571.

Diputera, I. G. A., & Praganingrum, T. I. (2023). Analisis Life cycle cost pada Proyek Pembangunan Cendana Residence. *Journal of Civil Engineering, Building, and Transportation*, *7*(1), 157–162.

Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Bumi. (2013). *Pembangunan Jaringan Gas Bumi untuk Rumah Tangga*.

Kaming, P., Liano, Ign. H., & Sigit, W. A. (2019). Adopsi Life Cycle Costing untuk Bangunan Gedung Diklat Muara Enim. *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil*, *2*(2), 121–132.

Kementerian ESDM. (2016, February 13). *Program Konversi Minyak Tanah ke Elpiji Hemat Subsidi Rp 197,05 Triliun*.

Pangestu, B. E. (2019). *Analisis Life Cycle Cost pada Pembangunan Perumahan (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Perumahan Mutiara Garuda Sakti)*. Universitas Islam Riau.

Project Management Institute, I. (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge* (6th ed.). Project Management Institute, Inc.

Puhessti, I. N. (2021). Life Cycle Cost pada Gedung Boarding House daerah Glagahsari, Yogyakarta. *Fropil*, *9*(1), 18–28.

Sa'diyah, H., Thamrin, S., & Kuntjoro, Y. D. (2021). Analisis Percepatan Pencapaian Target Jaringan Gas Kota untuk Mendukung Ketahanan Energi Nasional. *Jurnal Ketahanan Energi*, *7*(2), 61–76.

SKK Migas. (2023). Pengelolaan Proyek Fasilitas Produksi Kegiatan Usaha Hulu Minyak dan Gas Bumi Revisi 01. In *PTK-069/SKKIA0000/2023/S9* . SKK Migas.

Utari, R. P., & Samad, A. (2021). Analisis Pengendalian Biaya Konstruksi Gedung Asrama dengan Metode Life Cycle Cost. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, *21*(1), 387–391.

Wongkar, Y. K., Tjakra, J., & Pratasis, P. A. K. (2016). Analisis Life Cycle Cost pada Pembangunan Gedung (Studi Kasus: Sekolah St.Ursula Kotamobagu). *Jurnal Sipil Statik*, *4*(4), 253–262.