

Analisa Tekno-Ekonomi pada Wilayah Perumahan Griya Permata Gedangan Sidoarjo untuk Perancangan Jaringan Optik X-GPON

1st Nadiva Risma Ayu Pratiwi
Telecommunication Engineering
Telkom University Surabaya
Surabaya, Indonesia

nadivarisma@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Tri Agus Djoko Kuntjoro
Telecommunication Engineering
Telkom University Surabaya
Surabaya, Indonesia

triagusdjokokuntjoro@telkomuniversity.ac.id

3rd Arrizky Ayu Faradila Purnama
Telecommunication Engineering
Telkom University Surabaya
Surabaya, Indonesia

kyafara@telkomuniversity.ac.id

4th Rifka Emilia Nur Utami
Telecommunication Engineering
Telkom University Surabaya
Surabaya, Indonesia

rifkaemilia@student.telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Perumahan Griya Permata Gedangan Sidoarjo menciptakan kebutuhan manusia akan infrastruktur telekomunikasi yang lebih baik. Teknologi X-GPON menjadi solusi ideal dengan analisis awal untuk dilihat seberapa layak untuk proyek ini dijalankan. Analisis untuk perangkat dibutuhkan tidak lebih dari -28 dBm atau 28 dBm. Pada analisa untuk tekno ekonomi yang menunjukkan investasi sebesar Rp149.749.910 dengan operasional sebesar Rp1.730.969, sehingga menghasilkan *revenue* Rp2.628.000.000 sebesar. Untuk *Payback Period* dibutuhkan hanya 1 bulan, hasil *Profitability Index* 2,12, hasil untuk *Internal Rate of Return* adalah 943%, hasil *Average Rate of Return* 778%, serta hasil dari *Return of Investment* 101%. Hasil yang didapatkan tersebut memiliki banyak keuntungan, namun dari segi ekonomi harus dilihat resiko dari proyek yang dilakukan ini.

Kata kunci— X-GPON, Jaringan Optik, Ekonomi, *Fiber to the Home*.

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan pelayanan masyarakat modern terus berkembang, menuntut adanya perangkat komunikasi yang mampu memenuhi kebutuhan layanan secara menyeluruh dan efisien. Saat ini, layanan yang dibutuhkan tidak hanya terbatas pada komunikasi suara, tetapi juga mencakup data dengan kecepatan tinggi serta video berkualitas tinggi. Untuk itu, diperlukan jaringan komunikasi yang mampu memberikan kinerja yang lebih optimal dan handal. Sayangnya, jaringan akses yang tersedia saat ini memiliki keterbatasan dalam mendukung kebutuhan bandwidth besar dan kecepatan tinggi, sehingga tidak mampu sepenuhnya memenuhi tuntutan tersebut. Oleh karena itu, dibutuhkan teknologi jaringan yang dapat menawarkan kapasitas bandwidth yang besar, cakupan layanan yang luas, serta keandalan tinggi. Teknologi ini harus mampu melayani

kebutuhan masyarakat modern dalam berbagai layanan internet, termasuk video streaming, transfer data dalam jumlah besar, hingga komunikasi suara, guna menunjang aktivitas sehari-hari dengan lebih efektif dan efisien [1].

Peningkatan teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) menjadi sangat penting. *10-Gigabit Passive Optical Network* (X-GPON), yang merupakan pengembangan dari Gigabit Passive Optical Network (GPON), dengan kecepatan bit rate yang lebih tinggi, yaitu 10 Gbps untuk download dan 2,5 Gbps untuk upload [2].

Dalam menyiapkan perencanaan jaringan optik X-GPON yang digunakan pada Perumahan Griya Permata Gedangan, pertama-tama dilakukan survei lapangan yang meliputi serangkaian langkah mulai dari survey lapangan hingga perancangan detail dan optimal desain jaringan serat optik. Kriteria dimana posisi perangkat utama seperti OLT, ODC, ODP, dan ONT dilakukan penempatan dilakukan untuk dapat memastikan jaringan dapat terdistribusi merata dan optimal. Selain itu, analisis tekno-ekonomi juga dilakukan untuk melakukan penilaian keberhasilan proyek yang mencakup sisi investasi, sisi operasional, dan sisi pendapatan. Perencanaan tersebut juga disusun untuk dapat menjamin kapasitas bandwidth yang cukup yang memungkinkan pengguna yang terus menjadi banyak dapat dikepalai dengan jaringan yang dapat berperforma stabil dan optimal. Dengan demikian, proyek tersebut diharapkan dapat membawa keberhasilan tidak hanya dari sisi teknis seperti penggunaan jaringan yang canggih, tetapi juga dari sisi ekonomis untuk mempergiaskan bahwa pembangunan jaringan dapat memberikan nilai bagi pengguna dan penyedia layanan.

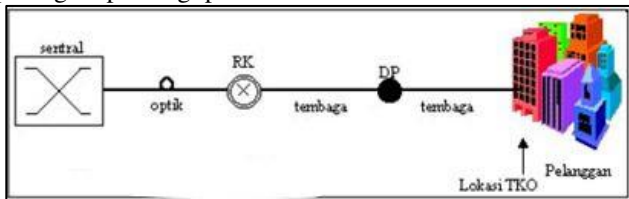
Penelitian ini bertujuan untuk merancang desain jaringan X-GPON yang efisien untuk perumahan Griya Permata Gedangan dengan mempertimbangkan aspek teknis dan

ekonomis. Analisis dilakukan menggunakan software Optisystem untuk membandingkan hasil perhitungan manual dengan simulasi, guna memastikan performansi sistem yang optimal. Dari sisi ekonomi, perhitungan mencakup CAPEX, OPEX, dan revenue, serta indikator finansial seperti NPV, ARR, IRR, ROI, PI, dan PP. Perencanaan ini diharapkan mampu menghadirkan jaringan optik X-GPON yang dapat memenuhi kebutuhan konektivitas internet berkecepatan tinggi dan andal untuk mendukung aktivitas harian masyarakat.

II. KAJIAN TEORI

A. Jaringan Optik

Gigabit Passive Optical Network (GPON) memiliki pengembangan teknologi lain yang disebut *10-Gigabit Passive Optical Network* (X-GPON). Teknologi ini dikembangkan berdasarkan standar ITU-T G.987x [3]. Teknologi *Gigabit Passive Optical Network* merupakan teknologi setingkat lebih tinggi dari jaringan optik berbasis PON yang dikembangkan dari BPON. Teknologi *Fiber to the X* atau FTTx pada GPON merupakan teknologi dimana pelanggan dapat menerima informasi yang dikirim menggunakan kabel serat optik dengan menggunakan perangkat pembagi pasif.



GAMBAR 1
(ARSITEKTUR FIBER TO THE HOME)

Pada Gambar 1 tersebut merupakan arsitektur dari *Fiber to the Home* atau FTTH. Penggunaan 'X' merepresentasikan titik-titik lokasi yang berbeda pada kabel jaringan serat optik. Pada penelitian ini, arsitektur jaringan serat optik yang dimasukkan ke dalam area perumahan adalah *Fiber to the Home* (FTTH). Arsitektur jaringan serat optik *Fiber to the Home* didefinisikan sebagai titik konversi penerimaan sinyal informasi berada di pelanggan langsung atau di dalam rumah [4]. Kabel serat optik atau fiber optik memiliki beberapa bagian utama, yaitu seperti bagian tengah atau inti (*core*), bagian optik luar atau kulit yang membungkus atau mengelilingi bagian *core* (*cladding*), pelapisan (*coating*), dan jaket luar (*outer jacket*) [5].

B. Tekno-Ekonomi

Hal pertama yang harus dilakukan dalam menggunakan metode tekno-ekonomi adalah mengetahui biaya yang akan dikeluarkan untuk investasi atau *Capital Expenditure* (CAPEX). *Capital Expenditure* (CAPEX) ini merupakan salah satu bentuk anggaran investasi yang mengacu pada pengeluaran dana modal awal untuk memperbaiki peralatan atau perbaikan. *Capital Expenditure* (CAPEX) ini dapat diartikan dalam sebuah belanja modal. Belanja modal yang dibutuhkan memiliki jenis belanja modal yang berbeda-beda sesuai dengan apa yang dibutuhkan dalam industri atau bidangnya. Anggaran modal awal sesuai dengan kebutuhan desain jaringan optik ini digunakan untuk memperbaiki perangkat yang sudah tua atau tidak kompatibel dengan teknologi baru.

Pada *Operational Expenditure* (OPEX) digunakan untuk menghitung kebutuhan pengeluaran berupa biaya operasional. Biaya atau pengeluaran operasional ini dapat ditunjukkan dalam biaya operasional. Selanjutnya adalah *revenue* yang merupakan biaya pendapatan dari total jumlah uang yang diterima perusahaan dalam penjualan produk atau jasa. Dalam *revenue* ini merupakan faktor tolak ukur untuk menentukan sehat atau tidaknya keuangan dalam perancangan ini. Pendapatan ini dapat membantu untuk memantau sisi keuangan dan pertumbuhan suatu perusahaan dalam berbagai aspek. Dalam perancangan jaringan optik ini dapat dilihat apakah perancangan tersebut layak atau tidak dalam sebuah pendapat yang diterima pada pendapatan ini, yaitu dalam kategori untung atau rugi.

Analisis yang dilakukan dalam analisis ekonomi ini menggunakan metode *Net Present Value* (NPV). Metode *Net Present Value* (NPV) menitikberatkan pada pengukuran selisih antara nilai arus kas masuk dan nilai arus kas keluar dalam suatu investasi. Perhitungan analisis *Net Present Value* (NPV) bergantung pada nilai perhitungan *Capital Expenditure* (CAPEX) pada *Operational Expenditure* (OPEX) dan biaya operasional, perbaikan, dan pemeliharaan perencanaan jaringan optik X-GPON.

Analisis lain juga dibutuhkan untuk menunjang apakah proyek yang dilakukan ini bisa disebut layak atau tidak. Analisis tekno-ekonomi yang lain dapat seperti kalkulasi pengembalian investasi. Seperti *Payback Period* (PP), analisis lain seperti *Return of Investment* dimana kalkulasi pengembalian uang dalam rasio atau persen. *Average Rate of Return* dan *Internal Rate of Return*, serta *Profitability Index* dimana untuk melihat rasio apakah proyek yang dilakukan mengalami keuntungan atau tidak.

III. METODE

Metode yang dilakukan tersebut yang pertama dilakukan adalah melakukan survei pada wilayah yang akan diteliti. Selanjutnya, dalam melakukan survei tersebut sudah mengetahui dimana wilayah tersebut dapat diteliti serta mengetahui berapa perangkat yang akan digunakan untuk melanjutkan penelitian yang dilakukan. Penentuan spesifikasi perangkat harus sesuai dengan modal dari spesifikasi PT. Telkom dalam teknologi X-GPON. Berikut merupakan flowchart dari metode tersebut.



GAMBAR 2
(FLOWCHART METODE)

Dari alur penelitian tersebut dapat kita lihat pada Gambar 2 yang dimana melakukan studi literatur dan pengumpulan data dengan melakukan survei. Lalu melakukan kalkulasi untuk jaringan optik menggunakan *Optisystem*. Dan melakukan analisis mengenai tekno-ekonomi.

A. Ekonomi

Pada perhitungan tekno-ekonomi ini menggunakan berbagai cara untuk mengetahui apakah perencanaan jaringan optik X-GPON yang akan dirancang di kawasan perumahan Griya Permata Gedangan ini merugi atau tidak. Parameter-parameter yang telah dihitung sebelumnya dapat dimasukkan ke dalam perhitungan ekonomi berupa CAPEX, OPEX, dan Revenue. Setelah mendapatkan hasil dari ketiga teknik perhitungan tersebut, maka akan dianalisa dengan menggunakan analisa ekonomi berupa *Net Present Value* dan analisis metode lainnya. Berikut merupakan beberapa perangkat yang akan dihitung.

TABEL 1
(PERANGKAT UNTUK MODAL AWAL)

CAPEX	Deskripsi
<i>Optical Distribution Point</i> (ODP)	Titik distribusi dalam sistem komunikasi optik dan titik penyambungan utama kabel.
<i>Optical Line Terminal</i> (OLT)	Titik akhir dalam jaringan optik yang menghubungkan penyedia layanan ke jaringan.
<i>Optical Network Terminal</i> (ONT)	Perangkat untuk menghubungkan sinyal optik di sisi pelanggan.
SFP Module (<i>Small Form-Factor Pluggable</i>)	Modul penerima yang terpasang di dalam OLT.
Passive Splitter	Membagi sinyal optik yang dikirim melalui satu serat optik menjadi beberapa cabang tanpa memerlukan sumber daya listrik.
Fiber Optik	Kabel untuk mengirimkan sinyal informasi.

Tabel 1 di atas menunjukkan daftar apa saja yang akan dibutuhkan dalam perencanaan sistem jaringan optik X-GPON di perumahan Griya Permata Gedangan Sidoarjo. Seperti sebelumnya, CAPEX adalah biaya untuk pengeluaran modal awal. Yang dibutuhkan dalam CAPEX ini adalah perangkat yang akan diperbaharui. Perangkat yang lama menggunakan teknologi GPON, sehingga perangkat yang ada saat ini perlu diperbaharui agar kompatibel dengan teknologi yang akan dirancang. CAPEX memiliki rumus seperti ini:

$$\text{CAPEX} = \Delta \text{PP\&E} + \text{Current Depreciation} \quad (1)$$

Deskripsi:

CAPEX = Capital Expenditure.
 Δ PP&E = Aspek yang dibutuhkan.
 Current Depreciation = Total depresiasi.

TABEL 2
(KEBUTUHAN OPERASIONAL)

OPEX
Biaya Listrik
Operasional dan Perbaikan
Depresiasi Perangkat
Pemasaran dan Iklan

Kemudian pada tabel 2 di atas terdapat biaya untuk biaya pengelolaan, pemeliharaan, dan perbaikan. Termasuk dalam biaya operasional atau OPEX. Selain itu, ada penyusutan perangkat yang digunakan untuk mengganti perangkat yang sudah tidak kompatibel dengan yang sebelumnya. Penyusutan perangkat yang dimaksud dicatat untuk memperkirakan biaya penggunaan dan juga waktu sebelum perangkat yang digunakan pada tahun tersebut tidak aus. Perhitungan OPEX dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{OPEX}_{\text{annual}} = \text{OAMcost} + \text{Depreciation} \quad (2)$$

Deskripsi:

OPEX_{annual} = Operational Expenditure.

OAMcost = Operasional.

Depreciation = Depresiasi dari perangkat.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan ini membahas mengenai analisis tekno-ekonomi pertama merupakan biaya modal awal dan operasional. Biaya tersebut sangat bergantung untuk hasil akhir apakah proyek tersebut layak untuk dijalankan atau tidak.

TABEL 3
(BIAYA CAPEX)

CAPEX	Deskripsi
<i>Optical Distribution Point</i> (ODP)	Rp6.912.000
<i>Optical Line Terminal</i> (OLT)	Rp13.800.000
<i>Optical Network Terminal</i> (ONT)	Rp116.800.000
SFP Module (<i>Small Form-Factor Pluggable</i>)	Rp565.000
Passive Splitter	Rp11.622.910
Fiber Optik	Rp50.000
Total	Rp149.749.910

Pada Tabel 3 adalah biaya yang dibutuhkan untuk biaya modal awal. Investasi ini merujuk pada pengeluaran dana untuk kebutuhan modal, atau sering disebut sebagai belanja modal (CAPEX). Dalam perancangan jaringan optik X-GPON untuk kawasan Perumahan Griya Permata Gedangan, CAPEX mencakup biaya yang diperlukan untuk pengadaan perangkat keras yang digunakan serta biaya instalasi dan pemasangan infrastruktur jaringan secara keseluruhan.

TABEL 4
(BIAYA OPERASIONAL)

OPEX	Deskripsi
Biaya Listrik	Rp1.730.969
Operasional dan Perbaikan	Rp0
Depresiasi Perangkat	Rp0
Pemasaran dan Iklan	Rp0
Total	Rp1.730.969

Pada Tabel 4 biaya Rp.0 tersebut berpengaruh karena biaya operasional berada pada tahun pertama sedangkan yang dihitung sekarang adalah tahun ke-0. Total pada tahun pertama hanya pada biaya listrik yang harus dibayarkan pada setiap periode berjalan.

$$\text{Revenue} = 730 \text{ User} \times \text{Rp}300.000 \times 12 \text{ Bulan}$$

Perhitungan di atas tersebut merupakan perhitungan untuk pendapatan dimana dalam bulan tersebut diperoleh senilai Rp2.628.000.000 untuk setiap periode berjalan yang dimana pengguna tersebut sebanyak 730 pengguna. Untuk NPV atau *Net Present Value* sebanyak Rp5.141.283.910. Nilai tersebut diperoleh dari nilai kas laba bersih dipotong dengan bunga sebesar 8%.

Dalam penelitian ini, tarif pajak yang diterapkan adalah sebesar 22%. Perhitungan pajak tahunan didasarkan pada nilai EBIT (Earnings Before Interest and Taxes) yang dihasilkan. Jika nilai EBIT lebih besar dari 0, maka pajak dihitung dengan mengalikan nilai EBIT tersebut dengan tarif pajak sebesar 22%. Hal ini menunjukkan bahwa pajak yang harus dibayarkan akan berbanding lurus dengan nilai EBIT yang dihasilkan setiap tahunnya. Semakin besar nilai EBIT, semakin tinggi pula jumlah pajak yang harus dibayar. Dengan pendekatan ini, nilai pajak yang dihitung akan mengikuti fluktuasi EBIT, sehingga mencerminkan proporsi yang adil terhadap kinerja keuangan proyek. Proses ini memastikan bahwa semua kewajiban pajak dihitung secara transparan dan sesuai dengan peraturan yang berlaku.

$$\text{Pajak} = \text{Rp}1.835.106.491 \times 22\%$$

Dari hasil analisis keuangan, didapatkan nilai *Present Value* (PV) *Revenue* atau nilai sekarang dari total pendapatan proyek, yang dihitung berdasarkan arus kas masuk dengan tingkat diskonto (bunga) sebesar 8%. Perhitungan ini menghasilkan nilai PV *Revenue* sebesar Rp9.715.594.424. Nilai ini merepresentasikan estimasi total pendapatan proyek yang diperoleh selama masa manfaatnya, setelah disesuaikan dengan faktor waktu. Tingginya nilai PV *Revenue* menunjukkan bahwa proyek ini memiliki potensi besar untuk menghasilkan arus kas masuk yang signifikan, bahkan setelah mempertimbangkan dampak bunga dan inflasi.

Di sisi lain, nilai *Present Value* (PV) *Cost* mencerminkan nilai sekarang dari seluruh pengeluaran proyek, yang dihitung berdasarkan arus kas keluar dengan tingkat bunga yang sama, yaitu 8%. Hasil perhitungan PV *Cost* menunjukkan total sebesar Rp4.574.310.514. Nilai ini menggambarkan besarnya biaya yang harus dikeluarkan selama masa proyek, setelah disesuaikan dengan tingkat diskonto. Dengan membandingkan PV *Revenue* dan PV *Cost*, terlihat bahwa pendapatan proyek secara signifikan lebih

besar daripada biaya yang dikeluarkan. Selisih antara kedua nilai ini mencerminkan kelebihan pendapatan yang dapat menjadi keuntungan bersih bagi proyek.

Pendekatan ini, yang mempertimbangkan nilai waktu dari uang, memberikan gambaran yang lebih realistis terhadap kinerja keuangan proyek. Dengan tingkat bunga 8%, selisih antara PV *Revenue* dan PV *Cost* menghasilkan keuntungan bersih yang menunjukkan bahwa proyek ini layak secara ekonomi. Selain itu, hasil ini juga memperlihatkan bahwa proyek memiliki efisiensi tinggi dalam mengelola arus kasnya, di mana pendapatan yang dihasilkan mampu menutupi seluruh biaya dengan margin yang besar. Analisis PV ini memberikan keyakinan tambahan bahwa investasi pada proyek X-GPON di Perumahan Griya Permata Gedangan akan menghasilkan manfaat ekonomi yang signifikan.

$$\text{PI} = \text{Rp}9.715.594.424 \div \text{Rp}4.574.310.514 = 2,12$$

Pengembalian investasi dalam proyek ini hanya membutuhkan waktu 1 bulan, yang menunjukkan efisiensi luar biasa dan tingkat keuntungan yang tinggi. Dengan menggunakan metode Profitability Index (PI), hasil sebesar 2,12 diperoleh dari perbandingan antara PV *Revenue* dan PV *Cost*. Nilai PI yang lebih dari 1 ($\text{PI} > 1$) ini menegaskan bahwa proyek sangat layak dan menguntungkan secara finansial.

$$\text{ROI} = \frac{\text{Rp}149.749.910}{\text{Rp}151.480.879} \times 100\% = 101\%$$

Return on Investment (ROI) merupakan indikator yang digunakan untuk mengukur tingkat keuntungan yang diperoleh dari suatu investasi dibandingkan dengan total biaya investasi yang dikeluarkan. Dalam proyek ini, ROI dihitung dengan membandingkan keuntungan bersih terhadap total biaya investasi, yang kemudian dinyatakan dalam persentase. Hasil ROI untuk proyek ini mencapai 101%, yang berarti keuntungan bersih yang diperoleh lebih dari dua kali lipat dari total biaya yang dikeluarkan.

V. KESIMPULAN

Proyek ini berhasil mencatat pendapatan akhir sebesar Rp9.715.594.424, jauh melampaui total biaya proyek sebesar Rp4.574.310.514. Hal ini menunjukkan bahwa proyek memberikan keuntungan yang sangat signifikan. *Profitability Index* (PI) tercatat sebesar 2,12, yang berarti proyek ini layak secara finansial karena nilai PI lebih dari satu. Selain itu, investasi dapat kembali dalam waktu singkat, yaitu hanya 1 bulan, sehingga menegaskan efisiensi dan kecepatan pengembalian modal. Tingkat pengembalian investasi (ROI) mencapai 101%, yang menandakan bahwa keuntungan yang diperoleh lebih dari dua kali lipat modal awal.

Di sisi lain, *Average Rate of Return* (ARR) menunjukkan angka yang sangat tinggi, yaitu 778%, sementara *Internal Rate of Return* (IRR) mencapai 943%, jauh di atas standar minimum kelayakan investasi. Tingginya nilai IRR mencerminkan potensi keuntungan besar dari proyek ini, menjadikannya sangat menarik secara ekonomi. Dengan hasil yang sangat positif dari semua parameter finansial yang dihitung, proyek ini tidak hanya layak untuk dilaksanakan tetapi juga memberikan keuntungan yang luar biasa besar dalam waktu yang relatif singkat.

REFERENSI

- [1] L. M. Silalahi, R. D. Hapsari, I. U. V. Simanjuntak, and A. D. Rochendi, "Analisis Kinerja Jaringan Fiber To the Home Menggunakan Teknologi 10-Gigabit Passive Optical Network Di Jakarta Barat," *J. Informatics Commun. Technol.*, vol. 2, no. 2, pp. 27–38, 2020, doi: 10.52661/j_ict.v2i2.56.
- [2] V. Siregar, K. Sujatmoko, and M. I. Maulana, "PERANCANGAN JARINGAN AKSES FIBER TO THE HOME (FTTH) MENGGUNAKAN TEKNOLOGI 10-GIGABIT-CAPABLE PASSIVE OPTICAL NETWORK (XGPON) UNTUK PERUMAHAN BENDA BARU," vol. 10, no. 2, pp. 17–26, 2019.
- [3] U. A. Octaviani, F. Khair, and Y. Rahmawati, "Perencanaan Desain Jaringan Fiber To The Home Menggunakan Teknologi 10-Gigabit Passive Optical Network Untuk Perumahan Grand Laveli Karangwangkan Berdasarkan Standar Itu-T G.987," *Proc. Natl. Conf. Electr. Eng. Informatics, Ind. Technol. Creat. Media*, p. 359, 2019.
- [4] H. Abdullah and Sujono, *Instalasi Sederhana Jaringan LAN menggunakan Kabel Fiber Optik*. Jombang: Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas KH. A. Wahab Hasbullah, 2021.
- [5] P. Muliandhi, E. H. Faradiba, and B. A. Nugroho, "Analisa Konfigurasi Jaringan FTTH dengan Perangkat OLT Mini untuk Layanan Indihome di PT. Telkom Akses Witel Semarang," *Elektrika*, vol. 12, no. 1, p. 7, 2020, doi: 10.26623/elektrika.v12i1.1977.