

Perancangan Fiber To The Home Menggunakan Teknologi GPON Di Wilayah Bangkalan Selatan

Evan Irsyad Sharim, Walid Maulana Hadiansyah*, Fannush Shofi Akbar

Program Studi Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro,
Telkom University Surabaya

Diterima: 11 Desember, 2023 | Revisi: 11 Januari, 2024 | Diterbitkan: 4 Februari 2024

DOI: <https://doi.org/10.33005/scan.v19i1.4737>

ABSTRAK

Dalam era modern ini, teknologi internet berkembang pesat untuk memenuhi kebutuhan masyarakat Indonesia. Dengan meningkatnya permintaan akan koneksi unggul, teknologi GPON berbasis serat optik terus dikembangkan. Fiber To The Home (FTTH) menghubungkan jaringan optik langsung ke rumah pelanggan, meningkatkan kecepatan dan kualitas koneksi, serta mengatasi keterbatasan kabel tembaga, memberikan solusi internet yang lebih andal dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perancangan FTTH di Kecamatan Socah, Tragah, Modung dan Kwanyar dengan teknologi GPON, karena daerah tersebut belum memiliki fiber optik. Perancangan dilakukan dengan software Optisystem dan perhitungan matematis menggunakan metode link power budget dan rise time budget. Parameter yang digunakan mengacu pada standar ITU dan PT. Telkom: standar BER adalah 1×10^{-9} , standar bandwidth 1550 nm dan 1310 nm, nilai redaman maksimum Power Link Budget 28 dB, dan nilai Rise Time Budget 11,11 ns. Power Link Budget Downstream terbesar adalah 21,734 dB. Nilai daya terima (Prx) terbesar dari perhitungan manual untuk Power Link Budget Downstream adalah -18,734 dBm, sementara hasil simulasi menunjukkan Prx terbesar adalah -17,864 dBm di Desa Glisgis, Kecamatan Modung. Untuk Power Link Budget Upstream, nilai terbesar adalah 18,405 dB. Nilai Prx terbesar dari perhitungan manual untuk Power Link Budget Upstream adalah -15,405 dBm, sedangkan hasil simulasi menunjukkan Prx terbesar adalah -15,206 dBm di Desa Petaonan, Kecamatan Socah.

Kata Kunci: FTTH, optisystem, GPON, power link budget, rise time budget.

PENDAHULUAN

Bangkalan adalah salah satu daerah di Provinsi Jawa Timur yang berada di bagian barat ekstrem Pulau Madura. Kabupaten ini memiliki posisi geografis yang strategis, Wilayah ini berbatasan langsung dengan Selat Madura di bagian barat dan utara, serta bertemu dengan Kabupaten Sampang di sebelah timur. Dengan luas sekitar 1.260,14 km², Kabupaten Bangkalan memiliki 18 kecamatan yang terletak di berbagai bagian wilayah daratan dan pantai (BPS, 2022). Kabupaten Bangkalan memiliki potensi besar dalam penerapan teknologi FTTH (Samudro, 2022), terutama di daerah-daerah yang mengalami pertumbuhan cepat. Kecamatan Socah, Tragah, Modung dan Kwanyar merupakan contoh wilayah yang belum memiliki jaringan serat optik namun menunjukkan kebutuhan yang tinggi akan koneksi internet berkualitas. Pengembangan FTTH di wilayah-wilayah ini diharapkan dapat mendukung berbagai aktivitas digital masyarakat, meningkatkan kualitas hidup, dan mendorong pertumbuhan ekonomi lokal (Astana, 2018).

*Corresponding Author:

Email : wmhadiansyah@telkomuniversity.ac.id
Alamat : Jl. Ketintang No.156, Ketintang, Kec.
Gayungan, Surabaya, Jawa Timur 60231



This article is published under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perancangan jaringan akses FTTH di Wilayah Bangkalan Selatan dengan menggunakan teknologi *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) (Dunggio, 2021). GPON merupakan salah satu teknologi FTTH yang dapat menyediakan layanan internet berkecepatan tinggi dengan efisiensi yang tinggi.

Perancangan ini dilakukan dengan bantuan perangkat lunak Optisystem serta perhitungan matematis menggunakan metode *Link Power Budget* dan *Rise Time Budget* (Rosanto, et al., 2017). Parameter-parameter yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada standar yang ditetapkan oleh *International Telecommunication Union* (ITU) dan PT. Telkom. Standar *Bit Error Rate* (BER) yang digunakan adalah 1×10^{-9} , dengan *bandwidth* standar 1550 nm dan 1310 nm. Nilai redaman maksimum untuk *Power Link Budget* ditetapkan sebesar 28 dB, sementara nilai *Rise Time Budget* adalah 11,11 ns. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai kebutuhan infrastruktur serta tantangan dan peluang dalam implementasi FTTH di Kabupaten Bangkalan (Alamsyah, 2022).

METODE PENELITIAN

Fiber To The Home

Fiber to the Home (FTTH) merupakan jaringan akses yang memanfaatkan kabel serat optik sebagai media transmisi untuk mengirimkan sinyal langsung ke rumah pelanggan. Dengan menerapkan Struktur jaringan komunikasi yang direncanakan *Local Access Fiber* (Jarlokaf), kabel serat optik dapat ditarik hingga mendekati rumah pelanggan dari pusat (OLT) (Alamsyah, 2022).

Gigabyte Passive Optical Network

GPON merupakan pengembangan terbaru dari teknologi PON (*Passive Optical Network*), yang mengirimkan data dari pusat ke pelanggan menggunakan perangkat splitter. Salah satu keunggulan utama GPON adalah kemampuannya untuk mendukung layanan *triple play* pada jaringan FTTH melalui satu serat optik inti, dengan kecepatan *upstream* mencapai 1,244 Gbit/s dan *downstream* mencapai 2,44 Gbit/s (Quzwini, 2014).

Komponen dalam FTTH (Utama, 2018):

1. *Optical Line Terminal*
2. *Optical Distribution Cabinet*
3. *Optical Distribution Point*
4. *Optical Network Terminal/Unit*
5. Kabel Distribusi
6. Kabel *Dropcore*

Parameter Power Link Budget

Power link budget mencakup total redaman optik yang diizinkan dari titik sumber optik hingga titik penerima, diperoleh dari redaman kabel. Perhitungan total redaman, daya terima, serta *margin* daya ini dikenal sebagai analisis *Power Link Budget*. Untuk mendapatkan jaringan optimal dalam perancangan ini, dilakukan perhitungan *link budget* dengan mengacu pada standar ITU-T G.984 dan peraturan dari PT. Telkom Akses, yang mengatur jarak maksimum 20 km dan total redaman tidak lebih dari 28 dB[9].

Persamaan Rumus (1) Perhitungan *Power Link Budget* (Talaohu, 2018):

$$P_{det} = P_{tx} - (\alpha_c \cdot N_c) + (\alpha_f \cdot L_{Link}) + (\alpha_s \cdot N_s) - \alpha_{sp}$$

Keterangan:

P_{det}	: Daya yang sampai pada detektor
P_{tx}	: Daya transmit laser dioda
α_c	: Redaman konektor
N_c	: Jumlah konektor
α_f	: Attenuasi kabel serat optik
L_{Link}	: Panjang total link
α_s	: Redaman splice
N_s	: Jumlah splice
α_{sp}	: Redaman Splitter

Rise Time Budget

Rise time budget (RTB) adalah metode yang digunakan untuk menetapkan batas dispersi dalam sebuah *link* serat optik. Tujuannya adalah untuk menilai apakah kinerja keseluruhan jaringan memenuhi kapasitas kanal yang diinginkan. Secara umum, total degradasi waktu transisi dari *link* digital tidak boleh melebihi 70 persen dari satu periode bit NRZ (*Non- return-to-zero*) atau 35 persen dari satu periode bit untuk data RZ (*return-to-zero*). Satu periode *bit* didefinisikan sebagai kebalikan dari data *rate*[11]. Metode ini digunakan untuk menganalisis apakah hasil perancangan memiliki kinerja yang baik. Adapun persamaan (2) untuk menghitung RTB adalah sebagai berikut (Samudro, 2020):

$$t_{material} = \Delta\sigma \times L \times Dm \quad (2)$$

Sehingga RTB dapat dihitung dengan persamaan (3) dibawah ini:

$$T_{sys} = \sqrt{T_{tx}^2 + T_{mat}^2 + T_{intermodal}^2 + T_{rx}^2} \quad (3)$$

Keterangan:

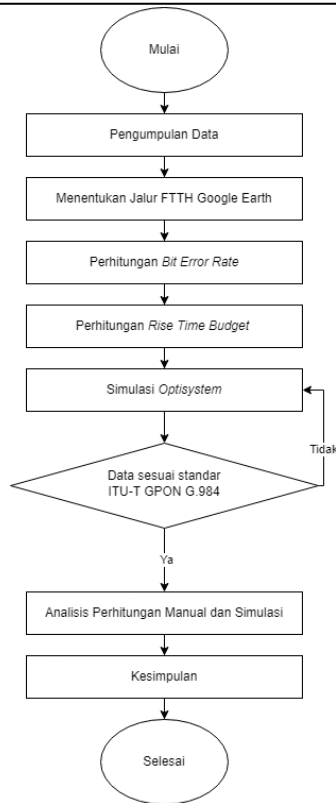
T_{sys}	: <i>rise time total (ns)</i>
T_{tx}	: <i>rise time transmitter (ns)</i>
$T_{intermodal}$: $T_{material} + T_{waveguide}$
T_{mat}	: $\Delta\sigma \times L \times Dm$
$\Delta\sigma$: <i>Lebar spectral (nm)</i>
L	: <i>Panjang serat optik (Km)</i>
Dm	: <i>Dispersi material (ps/nm.Km)</i>

Bit Error Rate

Bit Error Rate adalah laju kesalahan bit yang terjadi dalam mentransmisikan sinyal digital. BER merupakan rasio perbandingan bit error dengan jumlah keseluruhan bit yang dikirim dengan nilai maksimum BER sebesar 10^{-9} (Permana, et al., 2018).

Alur Penelitian

Perancangan jaringan FTTH adalah langkah penting yang didasarkan pada pondasi dasar, di mana jaringan akan dipasang dengan menggunakan peta sebagai panduan. Dalam proses perancangan ini, pemilihan lokasi yang tepat sangat penting agar jaringan dapat berfungsi secara optimal dan memberikan dampak positif. Berikut adalah *flowchart* dari proses perancangan penelitian ini.



Gambar 1. Alur Penelitian

Tabel 1
 Jumlah Penduduk di kecamatan Socah, Tragah, Modung, dan Kwanyar

Kecamatan	Desa/Kelurahan	Jumlah Penduduk
Socah	Sanggra Agung	6.416
	Petaonan	3.763
	Junganyar	3.355
Tragah	Tambin	2.151
	Pocong	925
	Pamorah	2.909
Modung	Glisgis	1.670
	Neroh	1.350
	Patenteng	6.414
Kwanyar	Pasanggrahan	5.748
	Gunung Sereng	5.395
	Morombuh	5.122
Jumlah		45.218

Sumber, (BPS, 2024)

Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data penelitian ini, akan dilakukan perancangan jaringan FTTH untuk wilayah kecamatan Socah, Tragah, dan Modung di Kabupaten Bangkalan. Untuk keperluan penelitian ini, peneliti perlu mengetahui jumlah penduduk desa serta jumlah pengguna listrik di setiap kecamatan Socah, Tragah, Modung, dan Kwanyar. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Penentuan Jalur FTTH

Perancangan jaringan FTTH akan dilaksanakan di Kecamatan Socah, Tragah, Modung, dan Kwanyar di Wilayah Bangkalan Selatan. Penentuan lokasi didasarkan pada kebutuhan pelanggan di area yang sulit mengakses internet untuk memastikan perangkat yang diinstal dapat digunakan secara optimal. Penggunaan Google Earth dalam perancangan bertujuan menempatkan komponen di lokasi yang tepat sesuai dengan pemetaan, mencakup distribusi rute dan peletakan ODP.

Kebutuhan Perangkat

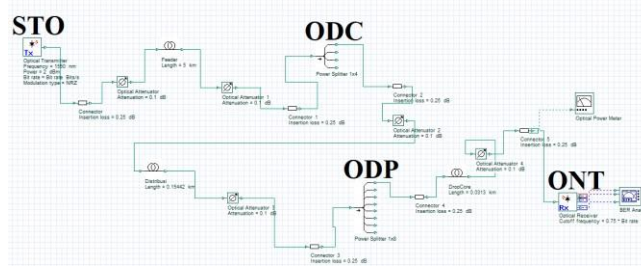
Data yang dikumpulkan meliputi OLT, ODC, ODP, dan ONT. Setelah data diolah, penulis bisa menerapkan metode *Power Link Budget* dan *Rise Time Budget* untuk perhitungan manual, memperkirakan jumlah dan jarak perangkat dengan menggunakan perangkat lunak Google Earth Pro, sertamelakukan simulasi dengan perangkat lunak OptiSystem.. Dapat dilihat pada Tabel II adalah komponen-komponen yang digunakan dalam proses perancangan jaringan FTTH di Wilayah Bangkalan Selatan.

Simulasi Menggunakan *Opticsystem*

OptiSystem merupakan perangkat lunak yang menawarkan desain menyeluruh dan dapat digunakan untuk mensimulasikan *link optic* pada lapisan transmisi serta merancang jaringan. Simulasi menggunakan OptiSystem dilakukan untuk mengukur asumsi *power link budget* dan BER berdasarkan desain jaringan yang direncanakan. Simulasi pada Gambar. 2 ini mencakup frekuensi *downstream* yaitu 1550 nm.

Tabel 2
Kebutuhan Perangkat

Parameter	Jumlah
OLT	12
ODC	410
ODP Pole	1.643
ONT Kec. Socah	3.848
ONT Kec. Tragah	2.140
ONT Kec. Modung	2.741
ONT Kec. Kwanyar	4.417
Connector	65
Splitter 1:4	410
Spiliter 1:8	1.643ss



Gambar. 2 Simulasi pada Aplikasi Optisystem

Rangkaian pada Gambar. 2 didesain untuk memenuhi standar ITU-T G.984 dan PT. Telkom untuk jaringan FTTH. Setiap komponen memiliki peran penting dalam memastikan kualitas sinyal yang baik dari STO ke ONT. Perhitungan redaman dan daya yang diterima (Prx) menunjukkan bahwa jaringan ini dirancang untuk memberikan kinerja yang optimal sesuai dengan standar yang ditetapkan, dengan nilai BER yang sangat rendah, memastikan kualitas koneksi yang baik untuk pengguna akhir. Perancangan desain jaringan FTTH pada software OptiSystem.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis perancangan FTTH

Dalam perancangan ini, peneliti merangkai komponen-komponen yang dibutuhkan dari sisi transceiver hingga receiver. Setelah merangkai dan memasukkan angka serta perhitungan yang tepat, rangkaian tersebut disimulasikan menggunakan OptiSystem. Hasil simulasi akan memberikan nilai parameter yang diamati, yaitu power link budget, rise time budget, dan bit error rate.

Power Link Budget

Power Link Budget digunakan untuk menentukan nilai total redaman antara OLT dan ONT (transmitter dan receiver). Perhitungan ini dilakukan dengan menggunakan segmentasi jarak terjauh. Berikut adalah perhitungan Power Link Budget untuk Kecamatan Socah, Tragah, Modung, dan Kwanyar yang terletak di Wilayah Bangkalan Selatan.

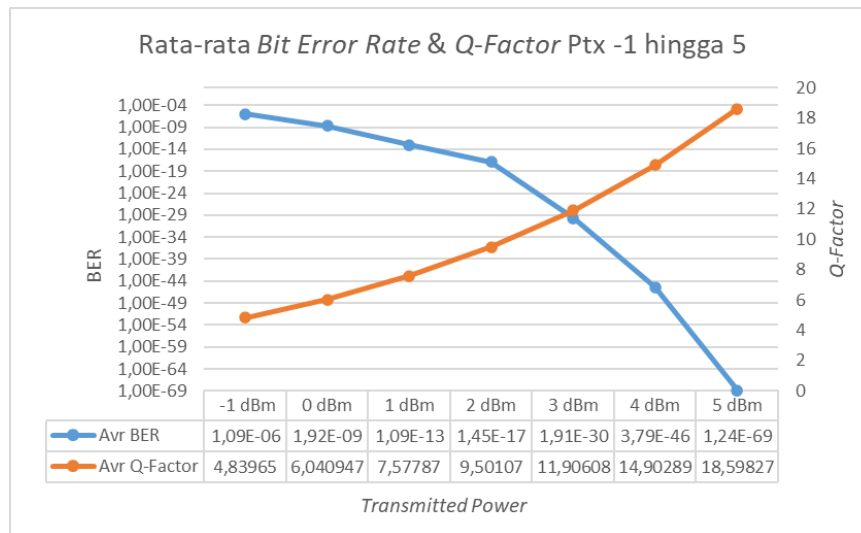
Tabel 3
Nilai Redaman Power Link Budget

No.	Kecamatan	Desa	Downstream
1.	Socah	Sanggra Agung	21,335 dB
		Petaonan	21,734 dB
		Junganyar	21,296 dB
2.	Tragah	Tambin	21,495 dB
		Pocong	21,4945 dB
		Pamorah	21,845 dB
3.	Modung	Glisgis	21,365 dB
		Neroh	22,329 dB
		Patenteng	21,792 dB
4.	Kwanyar	Pasanggrahan	21,586 dB
		Gunung Sereng	21,649 dB
		Morombuh	21,972 dB

Sumber: Data Diolah

Tabel 4
Hasil Perhitungan Rise Time Budget

No.	Kecamatan	RTB Downstream	RTB Upstream
1.	Socah	0,799 ns	0,228 ns
2.	Tragah	0,167 ns	0,318 ns
3.	Modung	0,166 ns	0,317 ns
4.	Kwanyar	0,032 ns	0,100 ns



Gambar. 3 Grafik Hasil Rata-rata BER & Q-Factor

Dari tabel III di atas dapat diketahui hasil dari *Power Link Budget Downstream* untuk hasil yang paling besar yaitu 22,3295 dB yang terletak pada desa Neroh, kecamatan Modung.

Hasil Perhitungan Rise Time Budget

Dari hasil pada Tabel IV perhitungan *rise time budget downstream* dan *upstream* di empat kecamatan dengan jarak ONT terjauh yang disebutkan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa nilai-nilai tersebut sesuai dengan standar kelayakan *risetime budget*, yaitu di bawah 11,11 ns.

Hasil Parameter Bit Error Rate dan Q-factor

Hasil simulasi jaringan yang dilakukan dengan *software* OptiSystem mengevaluasi kualitas nilai BER *analyzer* untuk menentukan apakah standar yang telah ditentukan terpenuhi. BER digunakan untuk mengukur kualitas sinyal yang ditransmisikan dalam sistem *link optic*. Gambar. 3 menunjukkan hasil rata-rata dari BER *analyzer* pada OptiSystem, yang mencerminkan kinerja jaringan dengan panjang gelombang 1550 nm dan variasi daya transmisi 0, 1, 2, 3, 4, dan 5 dBm.

Berdasarkan Gambar. 3, rata-rata hasil simulasi BER memenuhi standar ketika menggunakan daya transmisi sebesar 1 dBm ke atas. Sebaliknya, saat menggunakan daya transmisi 0dBm atau lebih rendah, hasil simulasi rata-rata tidak memenuhstandar nilai BER, yaitu $< 10^{-9}$.

SIMPULAN

Desain jaringan fiber optik untuk FTTH di Wilayah Bangkalan Selatan menggunakan kabel optik standar ITU-T G.984 sepanjang 1,27 km dengan teknologi GPON, menghasilkan daya terima *end-point* (ONU) sebesar -17,864 dBm dari simulasi OptiSystem dan -18,734 dBm dari perhitungan manual, sesuai dengan standar ITU-T G.984.2 yang menetapkan bahwa daya minimum untuk jalur GPON adalah -28 dBm. Analisis manual dan simulasi *power link budget downstream* menunjukkan redaman terbesar 21,734 dB di Desa Petaonan, Kecamatan Socah, dengan daya terima tertinggi -18,296 dBm di Desa Junganyar, Kecamatan Socah (manual) dan -17,864 dBm di Desa Glisgis, Kecamatan Modung (simulasi). Semua nilai memenuhi standar PT. Telkom dan ITU-T, yaitu redaman < 28 dB dan Prx < -28 dBm. Simulasi OptiSystem menunjukkan nilai BER maksimum $1,82352 \times 10^{-84}$, jauh di bawah batas 1×10^{-9} . *Rise time budget downstream* terjauh adalah 0,799 ns di Kecamatan Socah, 0,167 ns di Kecamatan Tragah, 0,166 ns di Kecamatan Modung, dan 0,032 ns di Kecamatan Kwanyar, sedangkan *upstream* adalah 0,228 ns di Kecamatan Socah, 0,318 ns di Kecamatan Tragah, 0,317 ns di Kecamatan Modung, dan 0,100 ns di Kecamatan Kwanyar, semuanya di bawah batas 11,11 ns.

DAFTAR PUSTAKA

- B. Kabupaten Bangkalan, "BADAN PUSAT STATISTIK," 2022. Accessed: Jun. 24, 2024. [Online]. Available: <https://bangkalankab.bps.go.id/>
- Aryo Wahyu Samudro, "Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi 10-GIGABIT-CAPABLE Passive Optical Network (X-GPON) Di Perumahan Griya Japan Raya Mojokerto," e-Proceeding of Engineering, vol. 8, 2022.
- Ketut Astana, Kualitas Layanan Fiber To The Home Berdasarkan Received Power Pada Optical Network Unit Di STO Sweta, Universitas Mataram. 2018.
- Dicky Dunggio, "Perancangan Jaringan Distribusi FTTH Menggunakan Teknologi GPON Di Perumahan Griya Dulomo Indah," Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering, vol. VOL 3, NO 2, pp. 28–30, 2021.
- F. Rosanto, D. Zulherman, and F. Khair, "Analisis Perancangan Jaringan Fiber To The Home Area Jakarta Garden City (Jakarta Timur) dengan Metode Link Power Budget dan Rise Time Budget," 2017. [Online]. Available: http://conference.poltektegal.ac.id/index.php/seni_t2017
- Defta Kinara Alamsyah, "Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Dengan Teknologi 10 Gigabit Capable Passive Optical Network (XG-PON) Di Perumahan Private Housing Cluster Plemburan Yogyakarta," vol. VOL. 8, NO. 6, pp. 3611–3616, 2022.
- M.Al-Quzwini, "Design and Implementation of a Fiber to the Home FTTH Access Network based on GPON," Int J Comput Appl, vol. 92, no. 6, pp. 30–42, Apr. 2014, doi: 10.5120/16015-5050.
- S. Afif Glenta Utama, "Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi 10-Gigabit-Passive Optical Network (XGPON) Untuk Perumahan Benda Baru Tangerang Selatan," vol. Vol.5 No.3, pp. 5374– 5381, 2018.
- D. Rahmayanti, Z. Azyati, and A. R. Utami, "Analisa Performansi Jaringan Telekomunikasi Fiber to the Home (FTTH) Menggunakan Metode Power Link Budget Pada Kluster Bhumi Nirwana Balikpapan Utara," Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik, vol. 6, no. 1, 2022, doi: 10.22373/crc.v6i1.11841.
- M. Lory Hersani Talaohu, "Perancangan Jaringan Fiber To The Tower Di Area Banjarbaru," pp. 1– 14, 2018.

- Joses Steven Tarigan, "Analisis Perancangan Jaringan Backhaul Serat Optik Untuk Layanan Komunikasi Lte Penumpang Kereta Cepat Jakarta-Surabaya Sub Pekalongan-Cepu," Bandung, 2022.
- M. A. Permana, I. A. Hambali, and B. Pamukti, "Pengaruh Non-Linier Terhadap Performansi Sistem Pada Next Generation Optical Network Non-Linier Effect On System Performance Of The Next Generation Optical Network," 2018.
- K. Bangkalan, "Kecamatan Socah Dalam Angka Badan Pusat Statistik," Bangkalan, 2023. Accessed: Jun. 20, 2024. [Online]. Available: <https://bangkalankab.bps.go.id/publication/2023/09/26/d5f44b836794ec2869c8eea0/kecamatan-socah-dalam-angka-2023.html>
- Bangkalan K, "Kecamatan Tragah Dalam Angka Badan Pusat Statistik," 2021, Accessed: Jun. 19, 2024.[Online].Available:<https://bangkalankab.bps.go.id/publication/2021/09/24/kecamatantragah-dalam-angka-2021.html>
- K. Bangkalan, "Kecamatan Modung Dalam Angka Badan Pusat Statistik," Bangkalan, 2023. Accessed: Jun. 22, 2024. [Online]. Available: <https://bangkalankab.bps.go.id/publication/2023/09/26/8dca4cdd4bf2ed31a5bcc21f/kecamatan-modung-dalam-angka-2023.html>
- K. Bangkalan, "Kecamatan Kwanyar Dalam Angka Badan Pusat Statistik," Bangkalan, 2023. Accessed: Jun. 22, 2024. [Online]. Available: <https://bangkalankab.bps.go.id/publication/2023/09/26/ca959bfc222ff525631d2ea/kecamatan-kwanyar-dalam-angka-2023.html>