



# KABEL BAWAH LAUT SINYAL PEREKAT NUSANTARA





# **KABEL BAWAH LAUT SINYAL PEREKAT NUSANTARA**

DEPUTI BIDANG KOORDINASI SUMBER DAYA MARITIM  
KEMENTERIAN KOORDINATOR BIDANG KEMARITIMAN  
DAN INVESTASI REPUBLIK INDONESIA

2023

## **TIM PENULIS**

### **Pengarah**

Mochammad Firman Hidayat (Deputi Bidang Koordinasi Sumber Daya Maritim)

### **Koordinator**

Dr. Muh. Rasman Manafi, S.P., M.Si (Asisten Deputi Pengelolaan Ruang Laut dan Pesisir)

### **Anggota**

Firman Ibnuusina, S.T., M.Sc

Yogi Yanuar, S.T., M.Si

Andreas A. Hutahaeen, S.Pi, M.Sc, Ph.D

Arnold Caniago, S.T

Suci Alisafira, S.Kel

Nitis Surti Rumingkang, S.T

Sarah Anindiya Sa'badini, S.Kel

R. Stevanus Bayu Mangkurat, S.Kel, M.K.P

Kholil, S.T

Taufik Prasetyo, S.Kom

ISBN

.....

Diterbitkan oleh

KEMENTERIAN KOORDINATOR BIDANG KEMARITIMANDAN INVESTASI

Gedung Kemenko Maritim Jl. MH. Thamrin No.8 Jakarta 10340

Telp. +62 21 2395 1100

Fax. +62 21 3912959

Hak Cipta dilindungi oleh Undang-Undang



## PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena hanya atas rahmat dan karunia-Nya-lah buku **“Kabel Bawah Laut Sinyal Perekat Nusantara”** ini dapat kami rampungkan dan kami hadirkan ke tengah-tengah masyarakat Indonesia, khususnya khalayak perindu kejayaan maritim Indonesia.

Sebagaimana kita ketahui bersama, arus transformasi digital kian tak terbendung dan membawa perubahan secara signifikan di berbagai aspek kehidupan, baik sosial, seni dan budaya, ekonomi, politik, hingga pertahanan dan keamanan. Dibalik transformasi digital yang berjalan masif tersebut, kabel bawah laut adalah faktor kunci. Begitu tingginya ketergantungan khalayak terhadap internet, namun banyak tak menyadari bahwa kabel bawah laut merupakan tulang punggung-nya.

Saatnya untuk memperluas kesadaran, bahwa kabel bawah laut akan semakin berperan penting di masa mendatang. Terlebih bagi Indonesia, tidak semata untuk kepentingan membangun masyarakat digital, lebih jauh dari itu, penggelaran kabel bawah laut adalah jalan menuju kejayaan dan kedaulatan digital, sebab Indonesia adalah jalur perlintasan strategis telekomunikasi dunia, memiliki populasi penduduk yang besar, serta wilayahnya bercorak negara kepulauan.

Berharap dengan hadirnya buku ini dapat membuka cakrawala pengetahuan, khasanah pemikiran, dan utamanya mendorong geliat pembangunan kemaritiman Indonesia. Penghargaan sebesarnya dan terima kasih tak lupa kami layangkan pada seluruh pihak yang telah terlibat dan berkontribusi dalam penyusunan buku ini. Salam Maritim

Jakarta, September 2023

Deputi Bidang Koordinasi Sumber Daya Maritim

**Mochammad Firman Hidayat**

## DAFTAR ISI

Tim Penulis \_\_\_\_\_ ii

Pengantar \_\_\_\_\_ iii

Daftar Isi \_\_\_\_\_ iv

**Bagian Satu      Kabel Bawah Laut dan Kedaulatan Digital Indonesia \_\_\_\_\_ 01**

Dunia Dalam Genggaman \_\_\_\_\_ 01

Kabel Bawah Laut, Dibenamkan untuk Diandalkan \_\_\_\_\_ 05

Antara Kedaulatan Digital, Ruang Siber, dan Kabel Bawah Laut \_\_\_\_\_ 14

**Bagian Dua      Menggelar Kabel di Dasar Laut, Menebar Sinyal di Udara \_\_\_\_\_ 21**

Sistem Komunikasi Kabel Laut \_\_\_\_\_ 21

Lika-liku Penyelenggaraan SKKL di Indonesia \_\_\_\_\_ 26

**Bagian Tiga      Setelah Kabel Bawah Laut Tergelar \_\_\_\_\_ 43**

Gelaran Kabel Bawah Laut yang Terlanjur Semrawut \_\_\_\_\_ 43

Mengamankan Ribuan Kilometer Kabel di Dasar Perairan \_\_\_\_\_ 46

Mewaspada Marabahaya Siber \_\_\_\_\_ 52

**Bagian Empat      Optimalisasi Manfaat Ekonomi dari Kabel Bawah Laut \_\_\_\_\_ 55**

BAGIAN SATU

# KABEL BAWAH LAUT DAN KEDAULATAN DIGITAL DI LAUT INDONESIA



## DUNIA DALAM GENGAMAN

Kapan terakhir kali kita bersama keluarga di depan televisi menantikan gerak jarum jam hingga tepat memasuki pukul 21.00 WIB? ya, saat itulah TVRI akan memulai siaran Dunia Dalam Berita, yang seakan-akan hanya di waktu itu dan melalui kanal itu pula kita baru dapat mengakses informasi seputar dinamika dan *update* perkembangan yang terjadi di berbagai belahan dunia. Secara lebih luas, kabar dunia hari ini baru dapat kita simak di esok hari, melalui surat kabaryang diantar para loper koran yang menyambangi rumah-rumah kita di setiap pagi, atau mungkin yang kita beli di perempatan jalan, di halte bus atau di dalam bus, hingga yang tersedia di kantor-kantor atau instansi-instansi.



Empat dekade setelahnya, tepatnya di hari ini, begitu banyak hal yang berubah atas sebab teknologi informasi, utamanya dialami dan dirasakan bagi Generasi X (lahir tahun 1965-1980) yang pernah menjadi pemirsa setia Dunia Dalam Berita. Generasi X merupakan saksi hidup utama disepanjang proses perubahan tersebut. Generasi X-lah yang sebelumnya mendatangi kantor pos untuk berkirim surat atau mengambil wesel, yang sebelumnya menggunakan jasa wartel untuk berkomunikasi dengan orang tua yang berada jauh di kampung halaman, yang sebelumnya menyimpan dan menyusun rapi lembaran-lembaran arsip tugas maupun karya tulis yang dikerjakan dengan mesin ketik dalam rak-rak buku atau laci meja, serta berbagai hal-hal lainnya yang dikerjakan secara manual atau konvensional.

**Hari ini, Generasi X mengerjakan seluruh hal-hal sebagaimana tersebut cukup dengan bantuan sebuah perangkat (gawai) dalam genggaman tangan.** Informasi apapun dan yang terjadi di belahan bumi manapun seketika dapat diketahui. Komunikasi dengan siapapun dan kapanpun dapat dilakukan secara praktis dengan teks, suara maupun gambar bergerak. Hasil karya dan kreativitas sebanyak apapun dapat didokumentasikan dan disimpan dalam ruang penyimpanan berkapasitas besar namun nyaris tak berwujud (*cloud*). Ragam transaksi maupun registrasi cukup dilakukan di rumah, bahkan tanpa perlu beranjak dari tempat tidur. Dan beragam bentuk aktivitas lainnya saat ini dapat dilakukan secara jauh lebih sederhana dan lebih mudah.

Tentu tak hanya Generasi X yang menikmati era dunia dalam genggaman sebagaimana yang terjadi saat ini, akan tetapi seluruh generasi, bahkan seluruh masyarakat dunia. Dari 8 miliar manusia yang mendiami bumi saat ini (Laporan PBB, 15 November 2022), 63% diantaranya atau 5,07 miliar jiwa adalah

pengguna internet (Laporan *We Are Social* dan *Hootsuite*, Oktober 2022). Sementara di Indonesia, pengguna internet hingga tahun 2022 telah mencapai 210 juta orang atau 76% (Profil Internet Indonesia 2022, APJII) dari populasi penduduk 275,77 juta jiwa (BPS, 2023).

**Internet telah menjadi generator perubahan besar dalam tatanan kehidupan manusia yang berjalan beriringan dengan inovasi dan kemajuan teknologi untuk menjadikan aktivitas dan urusan kehidupan menjadi lebih mudah, lebih praktis dan lebih efisien.** Peran penting internet tidak hanya menjamah kehidupan individu-individu, bahkan telah menjadi penopang dalam kehidupan bermasyarakat dan bernegara. Internet juga tidak hanya mengubah perilaku, gaya hidup, dan pola pergaulan masyarakat, akan tetapi juga merambah ke perubahan proses bisnis, manajemen perusahaan, pelayanan publik, hingga ke sistem perhitungan suara pemilu.

Lebih jauh lagi, perpaduan internet dengan *artificial intelligence* (AI) secara perlahan terus mengambil alih pekerjaan-pekerjaan yang sebelumnya mengandalkan tenaga manusia. Hal ini bisa kita lihat dari hilangnya ribuan penjaga gerbang tol, berkurangnya karyawan di bidang administrasi, termasuk digantikannya posisi awak *call center* oleh *chatbot*. Pergeseran peran manusia oleh teknologi yang berbasis internet tersebut akan terus terjadi dan terus meluas, dalam keadaan masyarakat dan negara siap atau tidak siap menerimanya.

Ringkasnya, saat ini kita berada di tengah derasnya arus transformasi digital yang oleh masyarakat awam awalnya dikenali sebagai 'disrupsi ekonomi', kemudian selang beberapa waktu menjelma sebagai Revolusi Industri 4.0, yang selanjutnya

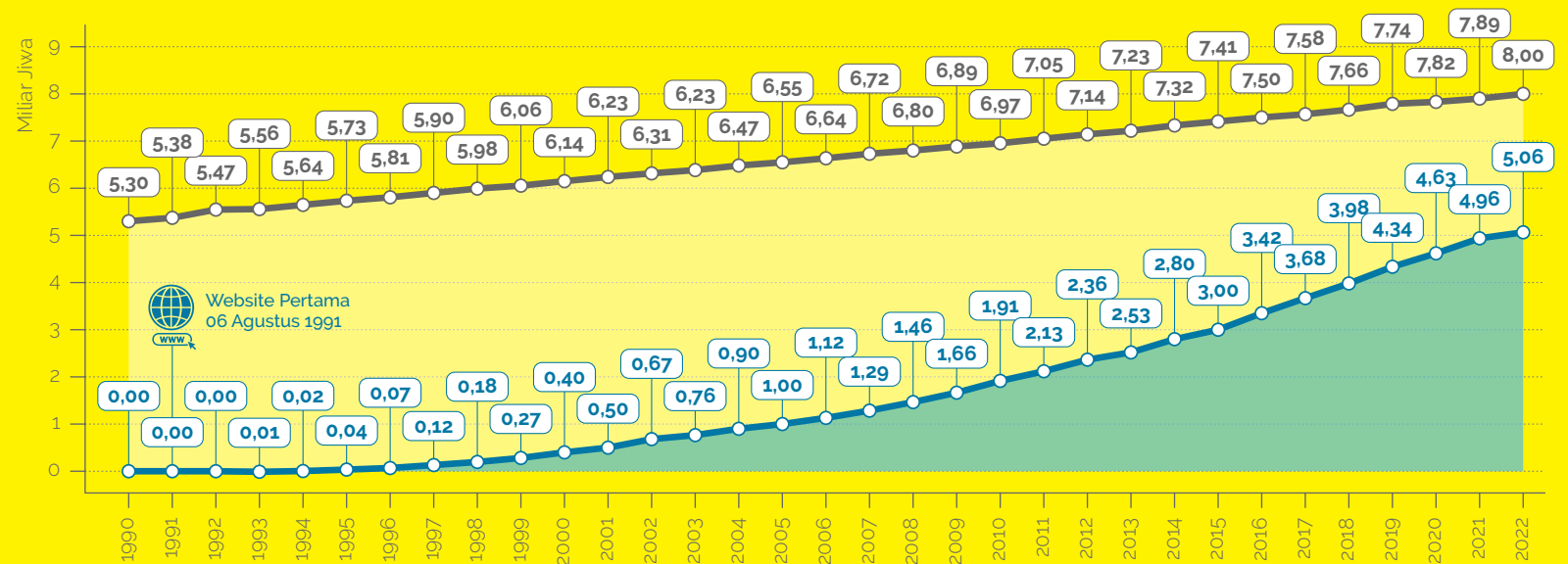


## PENGGUNA INTERNET DI DUNIA 1990-2022

Sumber :  
- meltwater.com  
- id.wikipedia.org

Keterangan :

- Populasi Penduduk
- Pengguna Internet

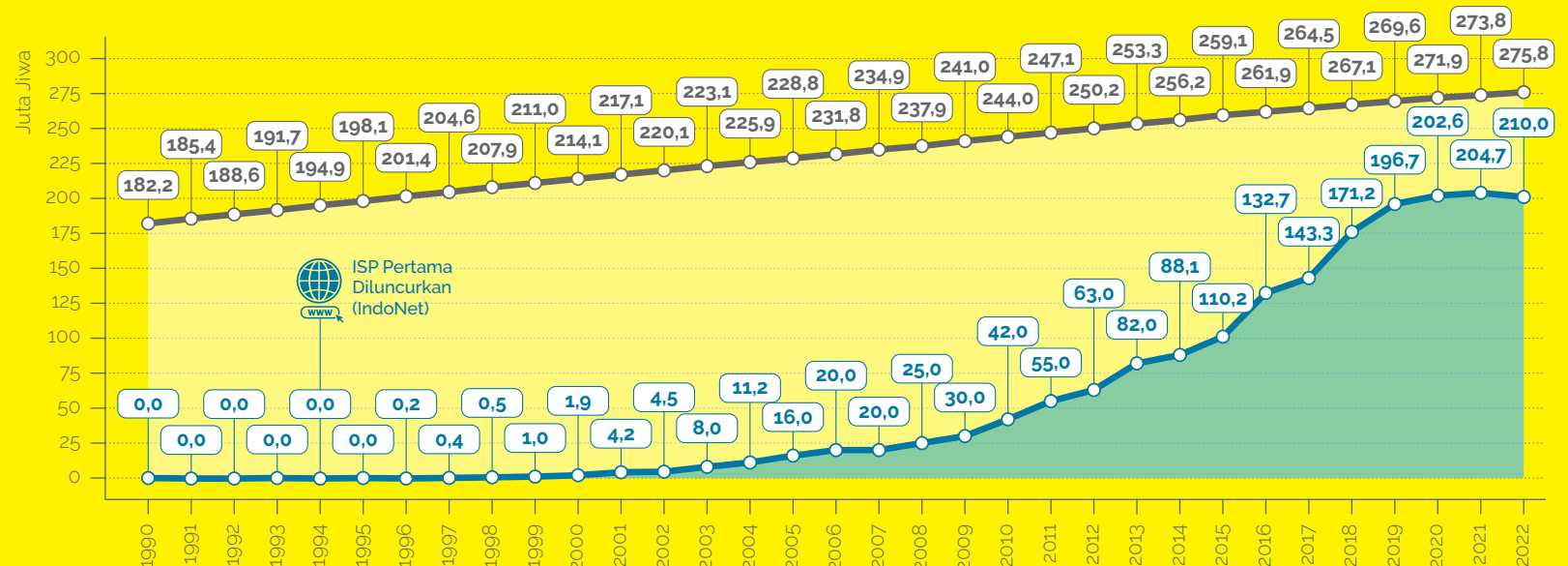


## PENGGUNA INTERNET DI INDONESIA 1990-2022

Sumber:  
- APJII (Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia)  
- Lokadata.beritagar.id  
- id.wikipedia.org  
- BPS

Keterangan :

- Populasi Penduduk
- Pengguna Internet



## SEJARAH DAN EVOLUSI INTERNET



prosesnya mengalami percepatan di saat Pandemi Covid-19. **Pengintegrasian teknologi digital atau digitalisasi yang merambah ke seluruh dimensi kehidupan dan juga ke seluruh level pelaku tak lagi dapat dipandang sekedar kebutuhan, akan tetapi telah menjadi tuntutan dan keharusan untuk dapat eksis serta meraih tujuan dan manfaat kehidupan bagi individu, kelompok, masyarakat, hingga negara, di saat ini dan terlebih di masa mendatang.**

Rasanya kita pun tak perlu menunggu lama untuk mengalami dan menyesuaikan diri atas terealisasinya satu per satu prediksi perkembangan internet di masa depan, antara lain: (1) internet akan berevolusi menjadi lebih cepat dan lebih aman; (2) kemampuan menyimpan data yang semakin besar; (3) internet akan sepenting listrik; (4) internet akan semakin melenyapkan batas geografis; (6) *Internet of Things* (IoT) yang akan semakin memanjakan aktivitas/pekerjaan manusia; dan prediksi-prediksi lainnya.

## KABEL BAWAH LAUT, DIBENAMKAN UNTUK DIANDALKAN

Disaat intensitas penggunaan internet kita kian meninggi (bahkan semakin mengarah ke ketergantungan), dan disaat kemudahan hingga kenyamanan dalam beraktivitas maupun bekerja semakin dalam kita rasakan dengan bantuan teknologi informasi, rupanya cukup banyak kalangan yang belum menyadari akan sesuatu yang bersemayam di dasar laut yang selama ini menjadi media penopang utama atas aliran dan sebaran jaringan internet hingga gawai maupun beragam perangkat elektronik yang digunakan bisa berfungsi sebagaimana mestinya. Bisa jadi, hal ini pun memang belum menjadi materi pengetahuan yang dihadirkan di

sekolah-sekolah, padahal eksistensi dan fungsinya tidak kalah penting dengan infrastruktur perhubungan lainnya seperti halnya jaringan listrik.

Dialah Kabel Bawah Laut (*Submarine Cable* atau *Undersea Cable*), yang diciptakan untuk dibenamkan di dasar lautan, akan tetapi dunia telah berketergantungan tinggi atas keberadaan dan keberfungsianannya, menjadi andalan dalam merajut dan merawat informasi dan komunikasi global, setiap saat, setiap hajat, dan di seluruh tempat. Dengan kesadaran akan keutamaan dan urgensi kabel bawah laut, maka niscaya tiada satu pihak pun yang berharap terhenti fungsinya meski hanya 1 menit, dan jua berharap agar tiada satu celah ruang pun di muka bumi tanpa hadirnya sinyal yang dipancarkannya.

Pada dasarnya, kabel bawah laut merujuk pada semua jenis kabel yang diletakkan atau digelar di permukaan dasar laut, termasuk dengan cara ditimbun (*burial*). Namun dalam bahasan ini, kabel bawah laut yang dimaksud adalah infrastruktur telekomunikasi dalam bentuk kabel serat optik.

Sebagian (besar) masyarakat masih memiliki persepsi bahwa koneksi internet di seluruh dunia bersandar pada Satelit. Maka saatnya untuk menguak fakta, bahwa **97% koneksi internet di seluruh dunia saat ini justru ditransmisikan melalui kabel bawah laut, dan hanya 3% yang menggunakan satelit.** Terdapat dua alasan yang menjadikan kabel bawah laut lebih diandalkan dalam transmisi internet ketimbang satelit, sebagaimana dirangkum dari ulasan Clinton (2021) antara lain: (1) lebih cepat dan lebih murah, dalam hal kapasitas *bandwidth*, kecepatan transmisi, tingkat latensi, hingga biaya pengelolaan dan perbaikannya; dan (2) Minim gangguan elektromagnetik, dimana tidak seperti satelit

yang dipandang rentan dikarenakan gelombang radio bisa bertabrakan dengan gelombang elektromagnetik di suatu titik, sehingga koneksi internet bisa saja terganggu.

Tak terpikirkan sebelumnya cara menjalin komunikasi antara satu daratan dengan daratan lainnya yang dipisahkan oleh perairan (laut), terlebih di era sebelum adanya satelit komunikasi (pertama diluncurkan 10 Juli 1962, yaitu Telstar 1 yang dikembangkan AT&T/*American Telephone and Telegraph Company*). **Hingga pada tahun 1850, John Watkins Brett menjadi sosok pionir yang berhasil menggelar kabel laut telegraf pertama melintasi Selat Inggris, dan tiga tahun kemudian melakukan penggelaran kembali kabel bawah laut dari daratan Inggris ke Irlandia (jaringan kabel laut terdalam yang pernah ada sampai saat itu).**



**John Watkins Brett**  
Sosok pionir yang berhasil menggelar kabel laut telegraf pertama melintasi Selat Inggris pada tahun 1850  
Foto : images.fineartamerica.com

Di belahan bumi lainnya, tepatnya di tahun 1854, Cyrus West Field pun mewujudkan ambisinya dengan membangun koneksi kabel telegraf bawah laut sepanjang 650 km, yaitu dari St. John (Newfoundland) menuju Tanjung Brenton (Nova Scotia), dua kota di Kanada yang dipisahkan oleh Selat St. Lawrence. Kelak, Brett dan Field berkongsi menggarap proyek kabel *Transatlantic* (kabel lintas benua, antara Amerika dengan Eropa), yaitu membangun

kabel bawah laut lintas Samudera Atlantik berjarak 2.500 mil laut, yang berhasil dirampungkan pada 4 Agustus 1858, dan momen resmi kesuksesan proyek ini ditandai dengan pengiriman pesan pertama telegram (dengan sinyal *morse*) dari Ratu Victoria di Inggris kepada Presiden AS James Buchanan, di Pennsylvania, AS, pada 16 Agustus 1858. Selanjutnya proyek-proyek penggelaran kabel bawah laut telegraf banyak dilangsungkan di berbagai tempat.



28 Agustus 1850, upaya pertama memasang kabel bawah laut antara Dover dan Calais oleh kapal uap Goliath, dikawal oleh kapal survei pemerintah HMS Widgeon

Sumber: Figuier, 1868: hlm. 189, dalam [researchgate.net](https://www.researchgate.net)

Selama lebih dari 1 abad lamanya, kabel bawah laut telegraf telah memegang peran vital dalam menunjang lalu lintas komunikasi antarpulau hingga antarbenua. Namun demikian, sejak berhasil diluncurkannya Telstar 1 sebagai satelit komunikasi pertama di dunia pada 10 Juli 1962, peran penting kabel bawah laut telegraf mulai tergeser. Telstar 1 dikembangkan oleh *American Telephone and Telegraph Company* (AT&T), merupakan satelit komunikasi aktif pertama di dunia yang digunakan untuk menguji fitur dasar komunikasi melalui ruang angkasa. Setelah diluncurkan, Telstar mengaktifkan transmisi televisi transatlantik pertama, yang menghubungkan Amerika Serikat dan Prancis, melalui stasiun *relay* di Inggris dan Prancis, sehingga hiduplah layar-layar televisi

di Eropa. Tak hanya itu, transmisi telepon, telegraf, data, telefoto, dan faksimili juga berhasil dilakukan.

Sejak saat itu, satelit menjadi andalan bagi dunia sebagai pilar komunikasi antarwilayah dan antarnegara, sehingga bergulirlah proyek-proyek pembaharuan dan peluncuran satelit komunikasi pasca keberhasilan Telstar. **Terdapat satu hal menarik, dimana setahun sebelum peluncuran Telstar (tahun 1961), Elias Snitzer dari American Optical berhasil mengembangkan fitur serat optik (*fiber optic*) baru sebagai terobosan penting setelah serangkaian rintisan penelitian serat optik yang dilakukan beberapa ilmuwan yang berlangsung sejak 1920 hingga 1950-an.** Temuan Snitzer tersebut digunakan dalam perangkat instrumentasi medis untuk melihat ke dalam organ tubuh, yang kemudian dikenal dengan endoskopi.

Tak lama berselang dari temuan Snitzer di tahun 1964, Dr. Charles Kao berhasil mengembangkan serat optik secara lebih lanjut, dimana ia berhasil menciptakan jenis serat optik yang mampu mentransmisikan gambar. **Hasil penemuan Dr. Kao ini menjadi tonggak lahirnya kabel serat optik sebagai perangkat untuk komunikasi jarak jauh.** Kemudian Dr. Kao mengembangkan kabel serat optik yang dapat mentransmisikan sinyal dengan kecepatan 1 Ghz atau 1.000 juta bit per-detik. Namun karena faktor atenuasi atau peredaman yang cukup besar yakni 1.000 db/km sehingga praktis belum dapat digunakan untuk kepentingan transmisi komunikasi.

**Terobosan teknologi kabel serat optik berikutnya dilakukan oleh pabrikan industri gelas ternama Corning yang berhasil membuat kabel serat optik yang pertama kalinya secara *feasible* dapat digunakan untuk kepentingan komunikasi data.**

Di tahun 1970, Corning melalui tim peneliti yang digawangi Robert Maurer, Donald Keck, dan Peter Schultz berhasil menemukan "*Optical Waveguide Fiber*" (paten # 3,711.262), yaitu kabel fiber optik yang mampu membawa informasi 65.000 kali lebih banyak daripada kabel tembaga. Kabel ini memungkinkan informasi yang dibawa oleh pola gelombang cahaya untuk diterjemahkan di tempat tujuan bahkan ribuan mil jauhnya. Mereka juga berhasil membuat kabel fiber optik dengan atenuasi yang rendah, yaitu 17 dB/km, terbuat dari *silica glass* yang di *doping* dengan menggunakan atom titanium dan penggunaan *cladding* (pelapis) yang terbuat dari *pure silica glass*. Dengan demikian pula, Tim Corning telah memecahkan masalah yang diajukan oleh Dr. Kao.

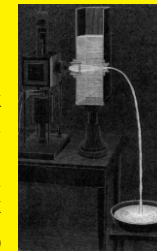
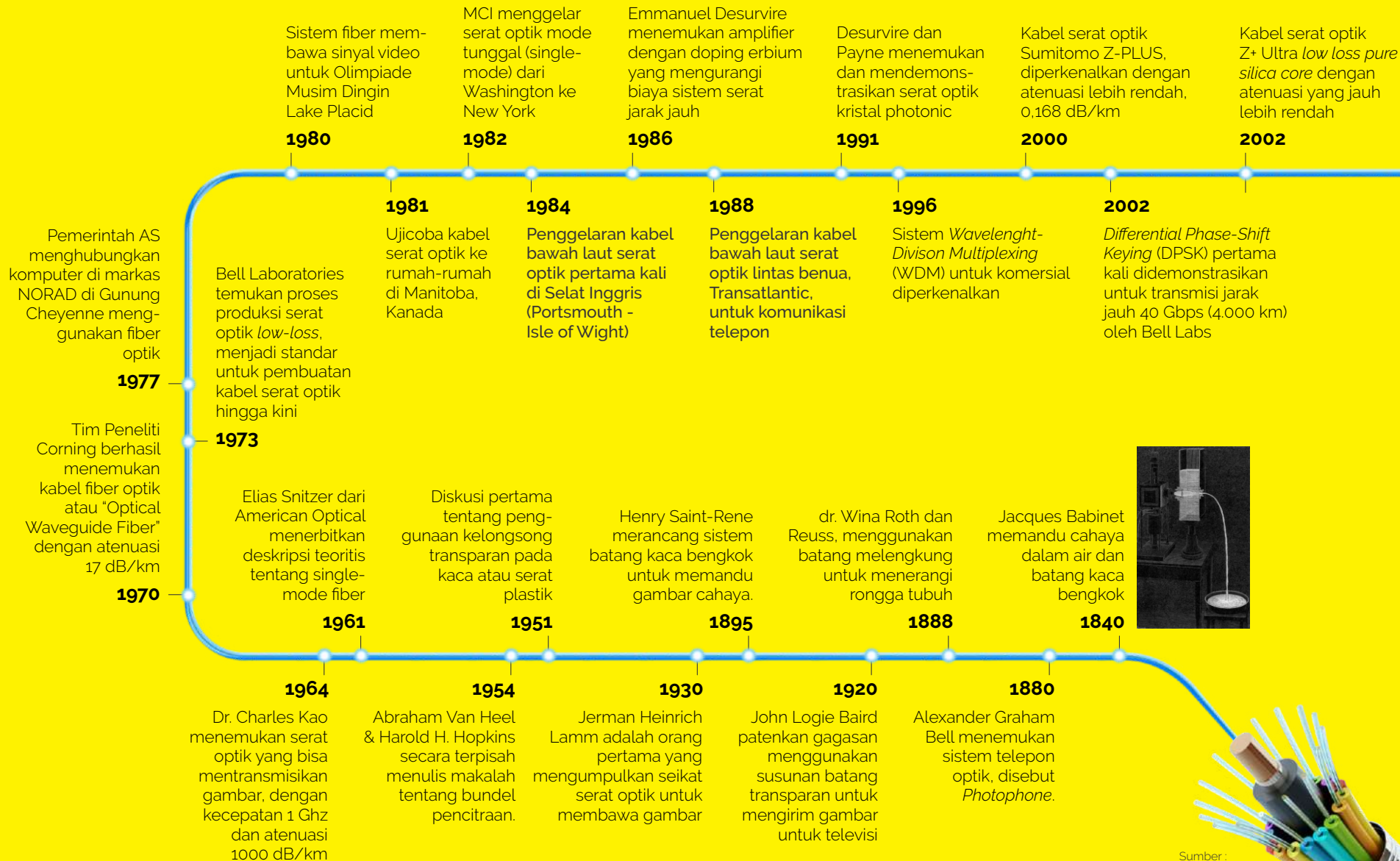


Charles Kao adalah peneliti dari Inggris yang dijuluki sebagai Bapak Kabel Serat Optik dan menerima nobel untuk penemuannya di bidang ini.

Sumber: netsolution.co.id

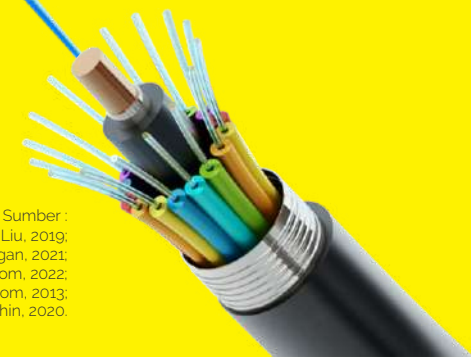
**Metode dan bahan kabel serat optik hasil temuan Tim Corning kiranya menjadi jalan pembuka komersialisasi serat optik dan sekaligus menjadi batu pijakan atas kemanfaatannya dalam kehidupan modern, baik manfaat untuk kepentingan lalu lintas komunikasi maupun perangkat medis (endoskop).** Rekam jejak awalan penggunaan kabel serat optik yaitu untuk menghubungkan komputer di markas NORAD di Gunung Cheyenne oleh Pemerintah Amerika Serikat pada tahun 1975. Kemudian pada tahun 1977, sistem komunikasi telepon optik pertama dipasang

## SEJARAH SERAT (FIBER) OPTIK



Sumber :

Evolution of Fiber-Optic Transmission and Networking toward the 5G Era, Xiang Liu, 2019;  
Fiber Optic Communication 11 - History and Evolution, Sumathi Murugan, 2021;  
Sejarah Dan Prinsip Kerja Kabel Fiber Optik (Optical Fiber), kelasplc.com, 2022;  
A brief history of Fibre Optics, megaport.com, 2013;  
Sejarah Kabel Fiber Optik, Abdullloh Solichin, 2020.







*Gigabit-capable Passive Optical Networks* (G-PON) distandarisasi oleh ITU-T (International Telecommunication Union)

**2003**

**2004**

Konsep deteksi optik koheren berbasis DSP diperkenalkan oleh Michael Taylor dari University College London

## EVOLUSI SERAT OPTIK

Year	Gen	Wavelength	Data Rate	Particulars
<b>1980</b>	I	850 nm	45 Mbps	GaAs Laser, MM Fiber, Repeater spacing 10 km
<b>1985</b>	II	1300 nm	1.7 Gbps	InGaAsP Laser, SM Fiber, Repeater spacing 50 km
<b>1990</b>	III	1550 nm	10 Gbps	SM Laser/DSF Fiber, Repeater spacing 100 km
<b>2002</b>	IV	1530-1570 nm	1 Tbps	WDM, EDFA Amplifier, Amplifier spacing 60-80 km
<b>2011</b>	V	1530-1625 nm	64 Tbps	DWDM QAM, Polarization Division Multiplexing
<b>2012</b>	VI	1530-1625 nm	1 Pbps	SDM (Space Division Multiplexing)

Konsep *Superchannel* diperkenalkan dan didemonstrasikan secara eksperimental pada 1.2 Tbps oleh Bell Labs

**2009**

**2010**

10-*Gigabit-capable Passive Optical Networks* (XG-PON) distandarisasi oleh ITU-T

Peter Winzer dkk. di Bell Labs meneliti *multiplexing* spasial untuk penskalaan kapasitas transportasi optik

**2011**

**2012**

*Flexible-grid* WDM distandarisasi oleh ITU-T

Spesifikasi serat optik *Low-Loss Low-Nonlinearity* ditentukan oleh ITU-T

**2016**

**2018**

*Low-loss MXN Colorless-Directionless-Contentionless* (CDC) *Wave Wave-Selective Switch* (WSS) dikembangkan oleh Lumentum

Transmisi Super-C-band dengan bandwidth optik 6-THz didemonstrasikan oleh Huawei Technologies

**2019**

## SEKILAS TENTANG SERAT OPTIK

Serat optik (*fiber optic*) adalah saluran transmisi terbuat dari kaca atau plastik yang digunakan untuk mentransmisikan data melalui media berupa cahaya dari suatu tempat ke tempat lain dengan waktu yang sangat cepat dan data yang sangat besar (Saydam, 1997).

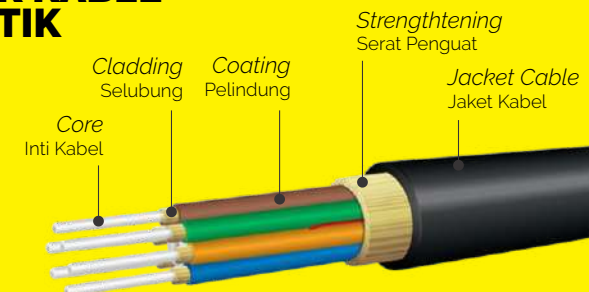
Kelebihan serat optik dibandingkan dengan media transmisi yang lain (Widodo, 1995):

1. Memiliki *bandwidth* yang sangat lebar. Dalam sistem digital dapat mencapai orde *gigahertz*, sehingga mampu membawa informasi yang sangat besar.
2. Ukuran sangat kecil dan murah, sehingga mudah dalam penanganan dan instalasi.
3. Isyarat cahaya tidak terpengaruh oleh derau elektrik maupun medan magnetis.
4. Isyarat dalam kabel serat terjamin keamanannya.
5. Karena dalam serat tidak terdapat tenaga listrik, maka tidak akan terjadi ledakan/percikan api, juga tahan terhadap gas beracun, bahan kimia, dan air, sehingga cocok bila ditanam di bawah tanah.
6. Susutan sangat rendah, sehingga memperkecil jumlah sambungan dan jumlah pengulang (*repeater*), yang pada gilirannya akan menurunkan biaya.

Terdapat dua jenis serat optik, yaitu (Sharma dkk, 2013):

1. *Singlemode Fiber* (SMF), memiliki *core* yang kecil dan memiliki hanya satu jalur cahaya.
2. *Multimode Fiber* (MMF), memiliki diameter *core* dan indeks bias relatif lebih besar dan memungkinkan sejumlah besar cahaya melewatinya.

## STRUKTUR KABEL SERAT OPTIK





sekitar 1,5 mil di bawah pusat kota Chicago, dimana setiap serat optik membawa setara dengan 672 saluran suara.

Tahun 1970, Robert Maurer, Donald Keck, dan Peter Schultz (Peneliti Corning) berhasil menemukan Optical Waveguide Fiber, yaitu kabel serat optik yang mampu membawa informasi 65.000 kali lebih banyak daripada kabel tembaga, serta memungkinkan informasi yang dibawa oleh pola gelombang cahaya untuk diterjemahkan di tempat tujuan bahkan ribuan mil jauhnya.

Foto : corning.com



Penggunaan kabel serat optik terus berkembang, dan di era 80-an telah menghubungkan kota-kota besar di pantai timur dan barat Amerika Serikat. Kehadiran kabel serat optik mulai menggeser penggunaan kabel tembaga, *microwave*, dan *link* satelit sebagai *backbone* telekomunikasi. **Seiring penggunaan kabel serat optik untuk jaringan TV kabel, ditemukan pula keunggulan kabel serat optik yang bisa dimanfaatkan secara sekaligus sebagai saluran telepon dan internet.** Karenanya, bersamaan dengan era awal pengembangan internet, maka kabel serat optik pun telah mengambil peran saat internet mulai dipakai oleh kalangan terbatas dengan tujuan untuk menghubungkan berbagai kampus atau universitas populer di Amerika Serikat.

Jaringan internet semakin berkembang pesat terlebih setelah diluncurkannya standar protokol TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) di tahun 1982. Menyikapi hal tersebut, Amerika Serikat membentuk sebuah badan riset yang dikenal dengan *National Science Foundation Network* (NSFNET) di tahun 1986 sebagai pengganti peran ARPA (*Advanced Research Projects*

*Agency*) dengan jaringan ARPANET-nya sejak 1969. NSFNET menghubungkan sejumlah jaringan yang tersebar di beberapa negara. Selanjutnya di tahun 1993, setiap sistem komputer yang terhubung ke internet harus memiliki alamat IP atau nama domain yang mendorong pemanfaatan internet secara lebih luas dalam skala global. Secara langsung, pertumbuhkembangan jaringan internet ini semakin mendorong eksistensi dan fungsi kabel fiber optik sebagai sarana yang bernilai vital dan strategis.

**Setelah 134 tahun lamanya, sejak kabel bawah laut telegraf digelar untuk pertama kalinya, penggelaran perdana kabel serat optik bawah laut baru teraktualisasi pada tahun 1984, sepanjang 5 mil (tanpa *repeater*) di Selat Inggris, yaitu antara Portsmouth dan Isle of Wight.** Selang dua tahun kemudian, penggelarannya berlanjut hingga ke Belgia dengan panjang lebih dari 70 mil dengan tiga *repeater* ([https:// ethw.org/Underwater\\_Cables](https://ethw.org/Underwater_Cables)).

Adapun penggelaran kabel serat optik bawah laut lintas benua baru dilangsungkan pada tahun 1988. AT&T (perusahaan yang sama yang pertama kali mengembangkan satelit komunikasi Telstar) berhasil menggelar kabel serat optik Trans Atlantic untuk kepentingan penyambungan komunikasi telepon antara benua Amerika dan benua Eropa. Dalam proyek *Trans Atlantic* tersebut total panjang kabel serat optik yang digelar mencapai 3.148 mil dengan pemasangan *repeater* di setiap jarak 40 km, dan dengan volume *bandwidth* yang dapat dihantarkan adalah sebesar 565 Mbps.

Pasca penggelaran kabel serat optik bawah laut oleh AT&T pada tahun 1988 tersebut, maka di tahun-tahun setelahnya dan bahkan tanpa jeda, terus bergulir proyek-proyek pembangunan SKKL

(Sistem Komunikasi Kabel Laut) baru di berbagai wilayah perairan dunia. **Panjang kabel laut dunia terus mengalami peningkatan dari 127 km di tahun 1984 (1 SKKL), menjadi 28.000 km (75 SKKL) di tahun 1997, kemudian secara dramatis melesat menjadi 997.336 km (236 SKKL) di tahun 2010, hingga menjadi 1,2 juta km (380 SKKL) di tahun 2022.** Progresifitas perkembangan alur kabel bawah laut tersebut tak hanya didasari oleh peningkatan kebutuhan ataupun permintaan, akan tetapi juga dirangsang oleh evolusi teknologi internet dan serat optik yang terus terjadi yang semakin efektif dan efisien.

**Di Indonesia, penggelaran kabel bawah laut (serat optik) untuk pertama kalinya disinyalir adalah SKKL internasional, yaitu FEA (FLAG Europe-Asia) oleh perusahaan Global Cloud Exchange yang melintasi wilayah yurisdiksi (perairan di sebelah utara Provinsi NAD), mulai beroperasi pada November 1997** (hasil penelusuran informasi pada *submarinecablemap.com*, 2023). Sepanjang era 1990-an, tidak teridentifikasi adanya SKKL domestik yang digelar. Penggelaran perdana SKKL domestik adalah *Link 1 Phase-1* dan *Link 3 Phase-1* yang dibangun oleh XL Axiata dan keduanya mulai beroperasi pada Desember 2003.

Pada tahun 1998, Pemerintah menggagas Nusantara 21, yaitu proyek pembangunan infrastruktur jaringan tulang punggung telekomunikasi nasional. Namun, bersamaan waktu dengan krisis ekonomi yang melanda Indonesia membuat proyek tersebut tidak berjalan. Gagasan cincin *backbone* nasional diwacanakan kembali saat *Indonesia Infrastructure Summit* pada 17-18 Januari 2005 dan kemudian PT. Tiara Titian Telekomunikasi (TT-Tel) menawarkan ide Cincin Serat Optik Nasional (CSO-N). Pada akhirnya, Pemerintah menindaklanjuti dan mempopulerkan ide tersebut dengan nama Palapa Ring.

**Palapa Ring adalah suatu proyek pembangunan jaringan serat optik nasional yang akan menjangkau sebanyak 34 provinsi, 440 kota/kabupaten di seluruh Indonesia dengan total panjang kabel laut mencapai 35.280 kilometer, dan kabel di daratan adalah sejauh 21.807 kilometer.** Palapa Ring merupakan jaringan serat optik pita lebar yang berbentuk cincin yang mengitari tujuh pulau, yakni Sumatera, Jawa, Kalimantan, Nusa Tenggara, Sulawesi, Maluku, dan Papua, serta delapan jaringan penghubung dan satu cincin besar yang mengelilingi Indonesia baik lewat dasar laut ataupun lewat daratan.

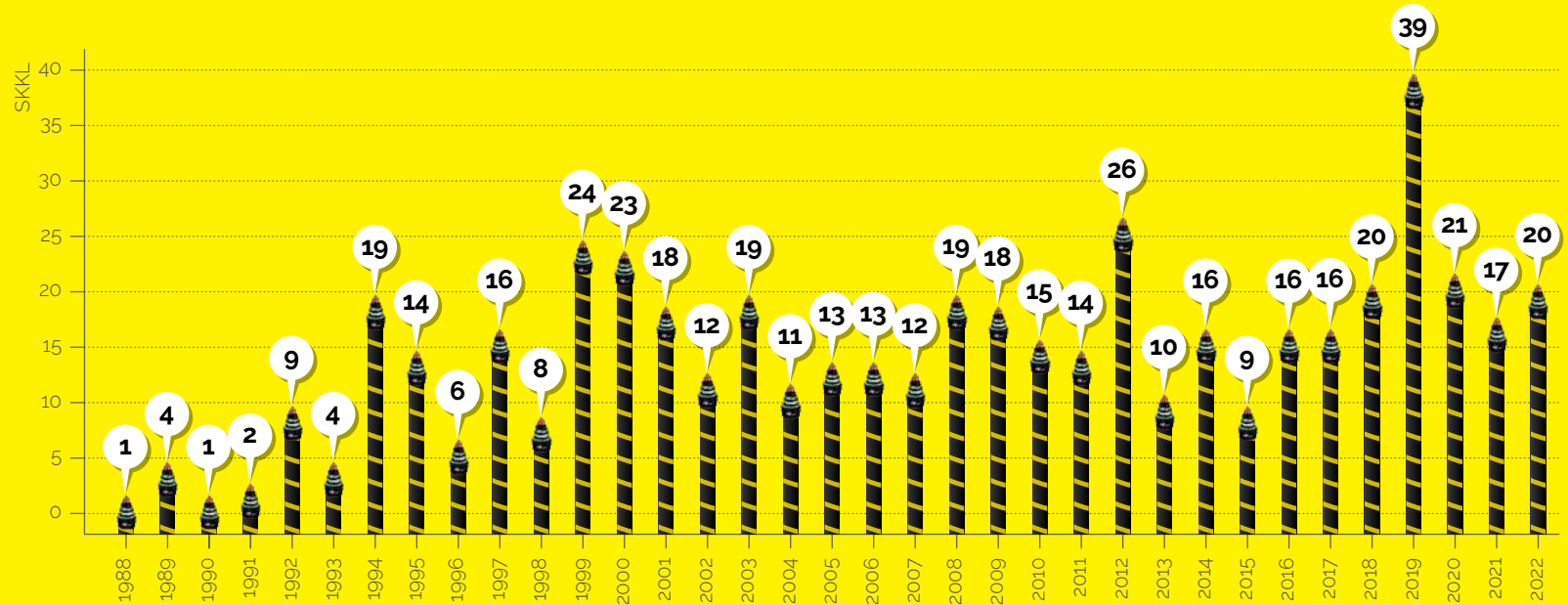
Proyek Palapa ring sendiri dibagi menjadi tiga paket, yakni paket Barat, Tengah serta Timur. Sebagai wujud komitmen Pemerintah, maka proyek Palapa Ring selanjutnya dicantumkan dalam Peraturan Presiden Nomor 3 Tahun 2016 tentang Percepatan Proyek Strategis Nasional. Sampai saat ini tengah berlangsung fase pembangunan Palapa Ring Integrasi sebagai kelanjutan proyek Palapa Ring yang telah beroperasi sejak 2019. Proyek Palapa Ring Integrasi ditargetkan beroperasi pada tahun 2025 (Kemenkominfo, 2022).

**Alhasil, hingga tahun 2022 ini telah terpasang 56 SKKL dengan panjang keseluruhan 115.104 km di wilayah perairan Indonesia, dimana 55.069 km diantaranya berada di ZEE** (Kemenkominfo, 2022). Terkhusus bagi Indonesia sebagai negara kepulauan, keberadaan dan peran kabel bawah laut secara signifikan telah membaurkan dan memperlancar cengkerama komunikasi dan informasi antar segenap elemen bangsa di berbagai tempat dan di berbagai bidang kehidupan. Sebaliknya pula, telah mereduksi faktor jarak, batas ruang, biaya dan juga waktu yang selama ini menjadi faktor penghambat pemerataan pembangunan dan akses informasi yang layak bagi seluruh masyarakat Indonesia.



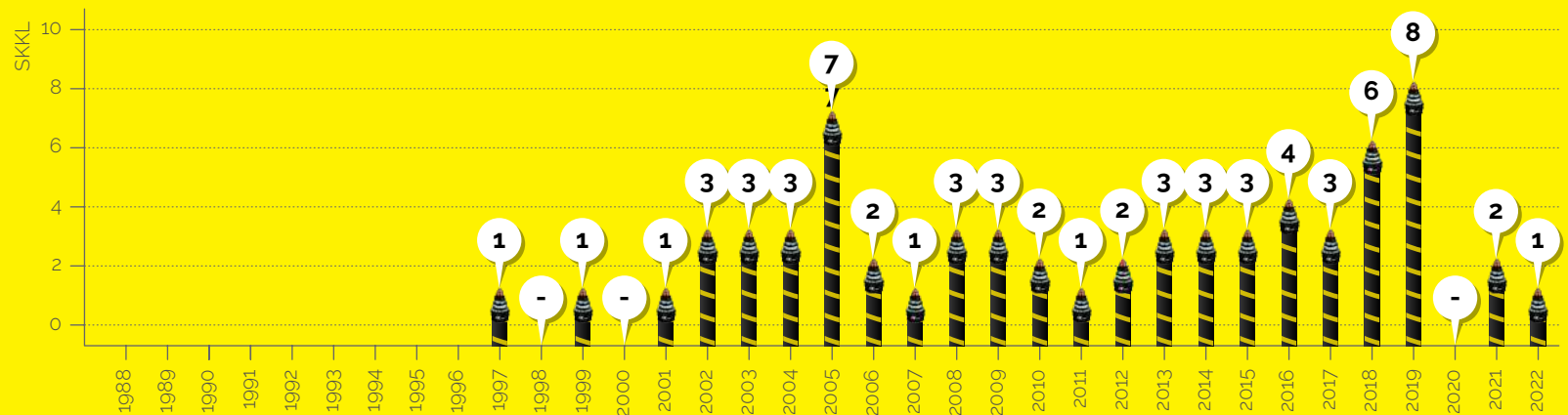
## PENGGELARAN SKKL DI DUNIA, 1988-2022

Sumber : Diolah dari  
The Global Fiber Optic  
Network Explained,  
Nick Routley, 2019,  
visualcapitalist.com  
submarinecablemap.com,  
Last Update Agustus  
2023



## PENGGELARAN SKKL DI INDONESIA, 1997-2022

Sumber : Diolah dari  
submarinecablemap.com,  
Last Update Agustus  
2023



## ANTARA KEDAULATAN DIGITAL, RUANG SIBER, DAN KABEL BAWAH LAUT

Adalah situasi yang tak dapat ditampik dan tak dapat dicegah, bahwa ketergantungan terhadap internet akan terus meningkat dan perkembangan berbagai hal yang terkait dengan internet akan terus melaju. **Pada situasi tersebut, kita baru menyadari bahwa bangsa ini dalam posisi terlambat untuk mensikapi dan menata pondasi dan tatanan telekomunikasi berbasis internet, yaitu disaat ribuan kilometer kabel bawah laut telah menjuntai di dasar perairan kita (juga di daratan) dan disaat invasi internet telah menjalar ke berbagai bidang kehidupan.**

Sejak kehadiran internet dan hingga perkembangannya sampai saat ini, Indonesia lebih terlihat memposisikan dirinya sebagai 'pengguna dan penyokong'. Memang kita melihat infrastruktur dan sinyal internet terus digelar, dibangun dan diperluas, *platform* dan aplikasi terus bertambah dan semakin memudahkan urusan di berbagai bidang kehidupan, perangkat dan gawai terbaru pun cukup mudah untuk diperoleh, bahkan kita bisa mengetahui dan beradaptasi terhadap sejumlah inovasi-inovasi terbaru teknologi informasi. Namun hal-hal yang tersebut di atas lebih berorientasi pada kepentingan untuk mengejar layanan dan kemajuan dalam pendayagunaan internet.

Memang kita dapati pula, sejumlah peraturan dan kebijakan terus diterbitkan dalam merespon dinamika dan perkembangan yang terjadi di bidang siber. Akan tetapi, bila ditelaah secara seksama terlihat bahwa aturan maupun kebijakan yang ada, belum mampu memayungi secara utuh dan memadai. Sebagai gambaran, pada tataran dasar yang direpresentasikan oleh keberadaan undang-undang, ditunjukkan dengan Undang-Undang Nomor 36 Tahun

1999 tentang Telekomunikasi yang dapat dipandang 'kurang *up to date*' dengan situasi dan kemajuan dunia siber saat ini. Demikian halnya dengan Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2008 tentang Informasi dan Transaksi Elektronik (yang kemudian mengalami perubahan melalui UU No. 19 Tahun 2016) yang muatannya lebih mengarah pada ranah implementatif, yakni merespon dinamika aktivitas yang terjadi dan berkembang di dunia maya.

Sementara itu, ditataran yang lebih teknis, penerbitan peraturan pemerintah, peraturan presiden, hingga peraturan menteri yang ada dan berlaku saat ini cenderung bernuansa sebagai aturan dan kebijakan yang dihadirkan untuk menjawab kebutuhan yang dihadapi dan/atau persoalan yang terjadi saat itu (berorientasi jangka pendek). **Sehingga secara umum dapat disimpulkan bahwa peraturan dan kebijakan terkait siber sejauh ini belum dibangun melalui kerangka pemikiran yang sistematis dan komprehensif.** Inilah yang menguatkan persepsi pengguna dan penyokong dunia siber yang kita perankan saat ini.

**Bangsa ini terbilang terlambat untuk memposisikan dirinya sebagai 'pemain dan pengendali' sistem telekomunikasi berbasis internet (siber), meski sejak awal faktor dan modal strategis telah ada dalam genggaman, yakni postur negara kepulauan dengan wilayah yang luas, posisi strategis sebagai perlintasan jalur telekomunikasi internasional, serta populasi penduduk yang besar.** Belum diambilnya peran sebagai pemain dan pengendali tersebut ditandai dengan 2 hal berikut:

1. Masih adanya celah yang belum terisi oleh peraturan atau kebijakan yang bersifat mendasar (setingkat undang-undang) yang mengatur tentang kedaulatan dan ketahanan siber (digital) sebagai asas, sikap, dan arah yang dikehendaki secara nasional seiring eksistensi dan prospek dunia siber



(digital), termasuk ancaman dan gangguan yang telah terjadi dan/atau akan terjadi di masa mendatang.

2. Belum adanya sikap dan pandangan yang jelas dan tegas atas ruang siber (*cyber space*) atau ruang digital sebagai matra ruang dalam peraturan perundangan maupun dalam dokumen perencanaan tata ruang wilayah nasional untuk memandu perwujudan kondisi yang diharapkan dalam perspektif jangka panjang, baik yang berbasis kepentingan nasional maupun kepentingan internasional.

Berkenaan dengan urgensi dan kemendesakan atas kehadiran aturan dasar terkait dunia siber yang berlandaskan cara pandang kedaulatan dan ketahanan digital nasional, maka para pemerhati sejauh ini telah memberikan pandangan yang memiliki nilai esensial dan fundamental sebagai berikut:

*"Kedaulatan digital merupakan isu kunci yang jarang dibahas dalam diskursus transformasi digital yang umumnya diramalkan dengan wacana pemanfaatan kecanggihan teknologi informasi dan komunikasi dalam meningkatkan taraf kehidupan masyarakat. Justru ia berkaitan dengan problematika yang seringkali luput dari bahasan arus utama, seperti ketimpangan ekonomi dan pendapatan pascadigitalisasi, ketimpangan kuasa antarnegara, hingga ancaman keamanan data pribadi. Konsep tersebut tidak muncul dari ruang hampa. Ia hadir di tengah kekhawatiran akan semakin unilateral-nya tata kelola internet global yang makin lama—sebagaimana dikutip dari Jagat Digital (Agus Sudibyo, 2019)—cenderung dikontrol oleh keinginan, kepentingan, ambisi dan rencana Amerika Serikat (US-centric extraterritorial internet)".*  
Nugraha, A.R., 2022

*"Dari perspektif geopolitik, hari ini — kedaulatan digital menjadi aspek sangat vital disebabkan data dan digital —dalam konteks tertentu— ia lebih berharga dibanding minyak, emas dan gas bumi, meski hal itu tidak bersifat hitam putih atau tidak serta merta. Artinya, jika perilaku geopolitik para adidaya tempo doeloe selalu menysasar target minyak dan gas sebagai tujuan (geoekonomi) melalui perang (militer) konvensional ataupun perang nirmiliter, misalnya, atau kerap terjadi peperangan terbuka antarnegara-negara akibat isu (rebutan) sumber-sumber minyak. Agaknya di era revolusi industri 4.0, "ruh"-nya geopolitik berubah menjadi pencaplokan data dan pengendalian digital melalui cyber warfare (peperangan siber). Kenapa? Betapa hampir semua aspek kehidupan seperti ideologi, politik, ekonomi, sosial budaya, pertahanan dan keamanan (pancagatra) dan trigatra yang meliputi geografi, demografi dan sumber daya alam (SDA) — selain semua hampir berbasis internet, juga bisa dikendalikan lewat IT."*  
Pranoto, 2020

Sejak 2019, Rancangan Undang-Undang tentang Keamanan dan Ketahanan Siber (RUU KKS) telah digulirkan, namun hingga saat ini (2023) tak kunjung terdengar kabar atas penetapannya. RUU KKS tersebut dapat dipandang sebagai aturan mendasar sebagaimana yang dimaksud dan diharapkan, meskipun pada satu sisi terlihat penekanan muatannya lebih mengarah pada aspek perlindungan dan pemberian rasa aman pada ekosistem digital di Indonesia. **Penetapan atas RUU ini perlu untuk terus didorong dan diakselerasi, sembari berharap dibukanya ruang bahasan yang lebih lebar pada aspek kedaulatan digital, yang kelak akan dijadikan sebagai payung hukum penting dalam**

## **membangun pondasi dan tatanan siber Indonesia disamping aspek ketahanan (dan keamanan) siber.**

Selanjutnya, terkait dengan tuntutan untuk menghadirkan ruang siber untuk melengkapi cakupan matra ruang yang diacu saat ini (ruang darat, ruang laut, dan ruang udara), maka beberapa hal penting dan fundamental yang juga telah dikemukakan sejumlah pemerhati dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan, antara lain:

*"Dalam dimensi keamanan negara dan bangsa pun, ruang dapat diartikan secara riil, fisik geografi contohnya, namun ruang dapat juga diartikan secara semu atau nonfisik seperti dunia maya, cyber space dan/atau kedaulatan digital. Inilah "ruang baru" di era 4.0 yang mutlak harus dikelola oleh negara. Kenapa? Bahwa di era 5.0 nantinya, dominasi dan peran IT serta dunia siber bakal semakin vital lagi urgen. Jika tidak, maka dunia digital Indonesia bakal menjadi lahan empuk bagi aplikasi dan media sosial asing punya yang beroperasi di ruang siber kita. Alipay, misalnya, atau WeChat, Facebook, IG dan lain-lain adalah contoh masuknya unsur asing dan "pendudukan" terhadap wilayah siber kita, sedang rakyat hanya menonton atas larinya dana rakyat keluar tanpa bisa berbuat apa-apa karena ketiadaan kedaulatan digital. Inilah yang kini terjadi di depan mata".*

*Pranoto, 2020*

*"Ruang sebagai inti geopolitik di era 4.0 adalah cyber space, dunia maya dan/atau dunia digital. Artinya, perlu disegerakan proses UU Siber yang merupakan induk regulator dalam hal kedaulatan siber di Indonesia.*

*Mengapa? Karena berkurang atau bertambahnya ruang siber oleh berbagai sebab selalu dikaitkan dengan kehormatan dan kedaulatan negara".*

*Pranoto, 2020*

*"Kini awal abad 21, persatuan rakyat pada tiap negara bergantung pada jaringan-kerja digital, sistem, dan sumber daya, dan konvergensi antara infrastruktur fisik dan teknologi digital. Maka tata-kelola kekuatan suatu negara terpateri dengan jaringan teknologi digital dan data digital dalam ruang siber. Suatu negara tidak lagi semata-mata menyatukan dan mengawal ruang darat, laut, udara, tetapi juga ruang siber dan antariksa. Peluang dan tantangan tiap negara bangsa kini dan ke depan ialah mengawal kedaulatan data digital. Sebab arus barang, jasa, uang, informasi, dan sejenisnya dalam negara dan lintas-negara berbasis data digital. Di sisi lain, infrastruktur digital adalah tulang-punggung dan nadi fungsi ruang siber. Misalnya, unsur fisik ruang siber seperti jaringan kabel, komputer, jalur radio, dan lain-lain terletak di ruang fisik suatu negara dan harus patuh pada yurisdiksi hukum fisik dan geografi kedaulatan suatu negara".*

*Watubun, 2022*

Hal-hal yang telah dikemukakan oleh para pemerhati tersebut memberikan kejelasan sekaligus penegasan bahwasannya **penetapan ruang siber sebagai bagian dari matra ruang adalah agenda yang perlu disegerakan, bahkan teramat penting untuk diadopsi dalam khasanah penataan ruang, baik dalam regulasi maupun produk perencanaannya, dan terlebih lagi di tengah momentum pengintegrasian rencana tata ruang darat dan laut yang tengah berlangsung saat ini, dan juga akan dimasukinya**



**periode jangka panjang berikutnya (2025-2045) yang berujung pada Indonesia Emas 2045.** Karena itu berharap, RPJPN maupun RTRWN yang akan ditetapkan nanti mengakomodir matra siber dan mewujudkan dalam arahan dan kebijakan pembangunan dan tata ruang wilayah nasional.

Disamping itu, **realitas yang terjadi juga menunjukkan betapa internet telah menjadi solusi efektif atas sejumlah persoalan kronis yang berlarut-larut mendera bangsa ini, utamanya problem ketimpangan dan keterisoliran.** Termasuk pula dalam membuka ruang ekspresi, kreativitas, dan produktivitas yang begitu lebar dan terbuka bagi semua pihak, baik individu maupun kelompok. Berikut gambaran atas solusi-solusi melalui peran internet yang hadir dan tampak dalam kehidupan, meliputi:

1. Internet telah menjadi solusi bagi daerah-daerah berupa kesempatan dan peluang yang sama unjuk diri, publikasi, hingga mempromosikan berbagai potensi yang dimiliki bagi berbagai tujuan dan kepentingan pembangunan daerah;
2. Internet telah mengangkat kesetaraan bagi setiap orang untuk bisa tampil, populer, dan menawarkan kelebihan dan keunggulan yang dimiliki yang berimbas pada raihan pendapatan ataupun penghargaan;
3. Internet telah memangkas jarak antara produsen dan konsumen, sehingga penjual produk di daerah terpencil sekalipun dapat bertransaksi dengan pembeli di luar negeri;
4. Internet telah memperlebar peluang untuk siapapun dan dimanapun dalam menuntut ilmu, memperkaya wawasan, dan menimba keahlian;
5. Internet telah memangkas dan sekaligus memudahkan prosedur administrasi dan layanan bagi publik; dan

6. Internet telah mengefisiensi manajemen dan operasional perusahaan dan lembaga melalui *remote office*, *work from home*, *virtual meeting*, dan lain-lain.

**Realitas-realitas tersebut mendorong untuk digunakannya paradigma baru dalam perumusan kebijakan dalam rencana pembangunan maupun rencana tata ruang wilayah. Selain itu, juga menuntut untuk dihasilkannya kebijakan-kebijakan yang lebih adaptif terhadap perkembangan zaman serta antisipatif terhadap kecenderungan perkembangan dunia siber di masa mendatang.** Rasanya tidak ada lagi toleransi atas keterlambatan dan ketertinggalan untuk menjadi pemain dan pengendali atas sistem telekomunikasi berbasis internet, sebaliknya akselerasi adalah sebuah keharusan.

Secara lebih terfokus, kemendesakan yang harus dijawab saat ini adalah untuk melakukan penataan kembali aturan dan kebijakan yang berkenaan dengan infrastruktur digital, yang dalam hal ini kami arahkan pada Sistem Komunikasi Kabel Laut (SKKL) sebagai tulang punggung (*backbone*) telekomunikasi berbasis internet. Secara keseluruhan, terdapat 4 (empat) hal prioritas yang perlu dijadikan diskursus dalam penataan SKKL, meliputi:

#### **1. Pemilahan atau Reklasifikasi SKKL**

Penyelenggaraan SKKL menurut kepentingannya selama ini dibedakan antara kepentingan domestik dan internasional. Akan tetapi secara definisi belum didapati kejelasan dan ketegasan perbedaan antara keduanya, kecuali keterangan terbatas dari sisi penyelenggaraan atau pengusahannya. Dari penyisiran atas gelaran SKKL eksisting saat ini didapati fenomena yang dirasa menyulitkan dalam mendudukan status SKKL. Beberapa SKKL yang digelar di wilayah perairan

Indonesia seperti EWSCS (*East-West Submarine Cable System*), DMCS (*Dumai-Melaka Cable System*), BRCS (*Batam-Rengit Cable System*), SKR1M (*Sistem Kabel Rakyat 1Malaysia*), BaSICS (*Batam Sarawak Internet Cable System*), dan KDSCS (*Kumul Domestic Submarine Cable System*), dimana seluruh SKKL tersebut mengkoneksikan 2 negara (Indonesia dengan Malaysia atau Indonesia dengan Papua Nugini) dan/atau SKKL yang menjadi *domain* kepentingan negara tetangga namun satu atau beberapa *landing point*-nya bertempat di wilayah nasional. Maka, dalam kasus semacam ini diperlukan kejelasan apakah SKKL sebagaimana tersebut masuk dalam kategori domestik atau internasional? dan apakah perlakuan terhadap SKKL negara tetangga tersebut sama dengan SKKL internasional yang mengkoneksikan antarbenua atau banyak negara yang melintasi perairan nasional?

Reklasifikasi SKKL bisa jadi dibutuhkan dan menjadi penting agar dapat memilah antara kepentingan nasional, regional, dan internasional beserta bentuk perlakuannya, sehingga tidak hanya dimaknai dari sudut pengusahaan, namun juga dimaknai dari perspektif yang lebih luas, termasuk geopolitik. Terlebih untuk SKKL bagi kepentingan nasional, merupakan segmen yang harus dibahas dan diatur secara tuntas dan tersendiri, guna memastikan:

- Terpenuhinya akses dan kualitas layanan internet yang mudah dan baik bagi seluruh rakyat Indonesia;
- Skema distribusi jaringan digital yang memastikan tidak ada satu ruang pun di wilayah NKRI tanpa akses internet;
- Terjaminnya keamanan data dan perlindungan terhadap bahaya di dunia siber yang mengancam negara maupun masyarakat;

- Terwujudnya kemandirian siber yang lebih baik, melalui peran dan andil yang representatif atas pelaku maupun sumber daya dalam negeri dalam pengembangan SKKL;
- Negara dan masyarakat siap dan antisipatif terhadap kemajuan teknologi informasi dan dunia maya yang akan kian masif di masa mendatang.

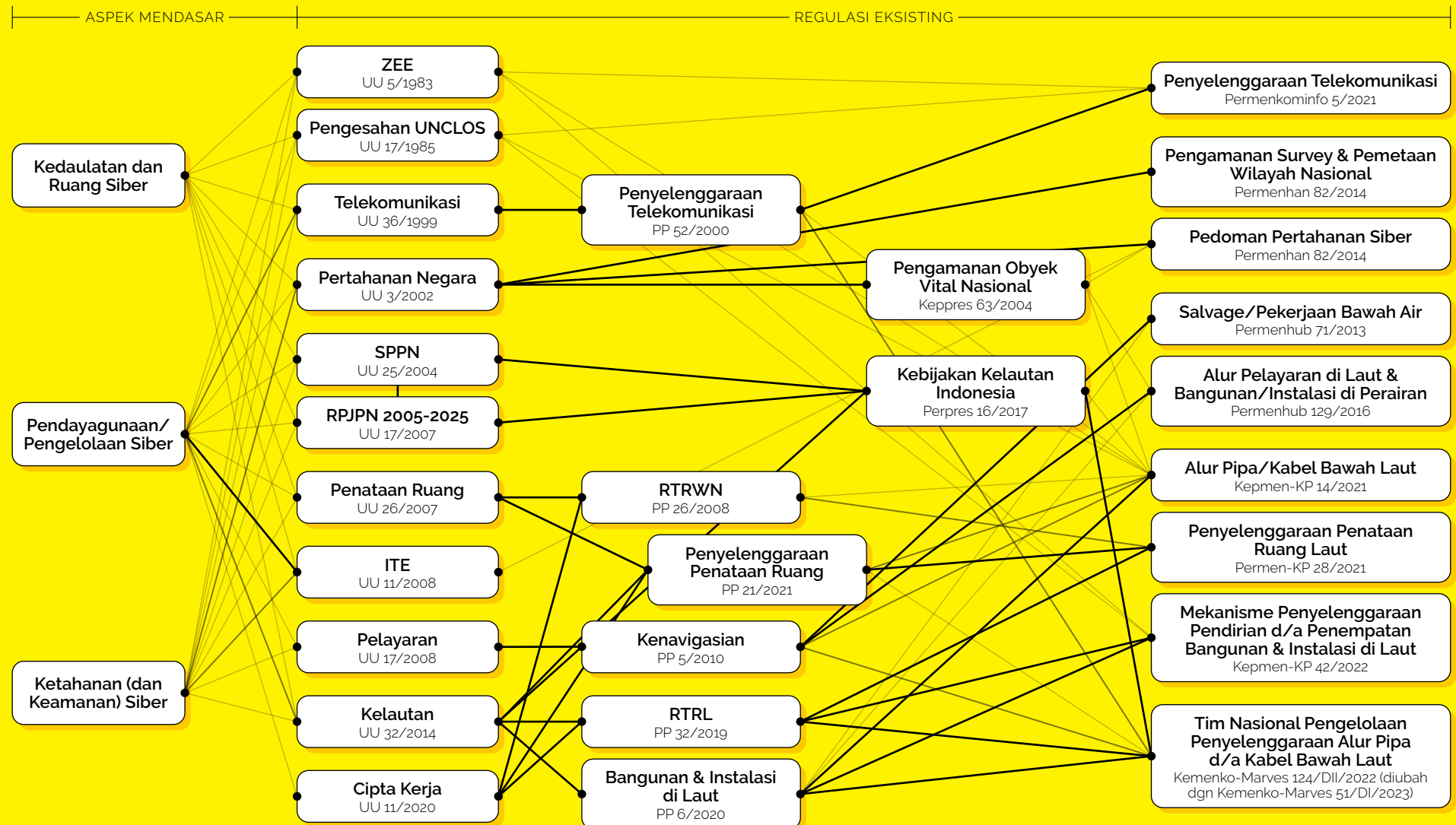
## 2. Pemutakhiran Rencana Pengembangan SKKL

Langkah Pemerintah melalui proyek Palapa Ring dan Palapa Ring Integrasi patut diapresiasi sebagai wujud nyata dalam pengembangan SKKL yang berkepentingan nasional. Juga termasuk pengeluaran SKKL yang dilakukan oleh sejumlah operator dalam memenuhi hajat internet nasional selama ini merupakan rangkaian cicilan yang berarti. Akan tetapi, dalam perspektif saat ini maupun jangka panjang ke depan, terdapat hal urgen yang sudah semestinya disikapi. Dalam perspektif kekinian, nyatanya 23% masyarakat Indonesia (63,5 juta jiwa) masih belum terakses internet hingga awal 2023 (*We Are Social dan Hootsuite*, 2023). Selain itu, kecepatan rata-rata internet Indonesia baru menyentuh 20,17 Mbps menempati posisi 103 dari 137 negara di dunia, atau berada di peringkat terakhir di wilayah Asia Tenggara (*Speedtest Global Index*, Edisi Febuari 2023, Ookla).

Dalam perspektif mendatang, semestinya sudah terumuskan berapa capaian masyarakat terakses internet dan kecepatan rata-rata internet pada saat Indonesia Emas 2045?. Menuju momentum istimewa tersebut, berapa panjang gelaran SKKL nasional yang dibutuhkan? bagaimana penyebarannya dan kapasitas transmisi sinyal yang dapat dialirkan? termasuk seberapa layak dan adaptif dengan tren kemajuan teknologi SKKL saat itu? Oleh karena itu, skema pengembangan SKKL

## REGULASI EKSISTING TERKAIT SIBER & PENYELENGGARAAN SKKL

"Kedaulatan Siber, Ruang Siber, dan Ketahanan Siber belum terwadahi dan terepresentasi dalam regulasi dasar (UU) sesuai situasi, perkembangan, dan urgensi siber dan penyelenggaraan SKKL saat ini"



Keterangan : — Kurang Menjawab — Cukup Menjawab — Sangat Menjawab

Nasional perlu dimutakhirkan (direncanakan kembali) secara komprehensif dan sistematis untuk 20 tahun kedepan, agar dapat tertuang secara representatif dalam RTRWN maupun RPJPN. Selain itu diharapkan kemantapan atas rencana pengembangan alur/koridor SKKL dapat menjadi pedoman dalam penataan dan penyelenggaraan SKKL secara efektif dan tepat sasaran.

### 3. Penguatan Tata Kelola Penyelenggaraan SKKL

Berdasarkan kepentingannya, penyelenggaraan SKKL terdiri dari SKKL domestik dan SKKL internasional. Berdasarkan implementasinya, penyelenggaraan SKKL meliputi tahapan perencanaan, pembangunan, pengawasan, pemantauan hingga penanggulangan gangguan/kerusakan. Berdasarkan kewenangan yang terkait, penyelenggaraan SKKL mencakup urusan komunikasi dan informasi, kelautan dan perikanan, perhubungan, energi dan sumberdaya mineral, perencanaan pembangunan, penataan ruang, hingga pertahanan dan keamanan. Adapun berdasarkan nilai dan peran strategisnya penyelenggaraan SKKL bermuara pada aspek kedaulatan, ketahanan, dan kemakmuran siber.

Dengan luas dan beragamnya cakupan atas hal-hal yang perlu dijadikan perhatian dan tindak lanjut, maka dibutuhkan beragam aturan, pedoman, hingga instrumen sebagai pengejawantahan NSPK (norma, standar, prosedur, dan kriteria) dalam penyelenggaraan SKKL. Selain itu, tantangan besar dalam menatakelola penyelenggaraan SKKL adalah dalam merampingkan dan mengintegrasikan berbagai aturan, ketentuan, layanan, hingga pengendalian, sehingga penyelenggaraan SKKL dapat berjalan secara efektif, efisien, dan sejalan dengan kemajuan teknologi.

### 4. Pemberdayaan Potensi dan Peran Sumber Daya Nasional dalam Penyelenggaraan SKKL

Menurut hasil studi Google Temasek, Bain & Company, nilai ekonomi digital Indonesia pada tahun 2022 sebesar US\$ 77 miliar atau sekitar 4% dari PDB Nasional. Meskipun terus meningkat, namun sumbangsih terhadap PDB masih relatif kecil, terlebih bila dibandingkan dengan negara tetangga seperti Malaysia yang sekitar 19% dari PDB atau bahkan China yang mencapai 36% dari PDB. Hal tersebut menunjukkan bahwa kita masih cukup jauh dari harapan optimalisasi atas manfaat ekonomi digital, dan diantaranya juga dalam hal mengelola potensi ekonomi di bidang infrastruktur digital.

Prospek ekonomi yang dibangkitkan dari penyelenggaraan SKKL teramat besar dan luas, yaitu dari potensi nilai yang dapat dihasilkan, dari jenis usaha yang dapat dikembangkan, termasuk dari ketersediaan bahan baku (material) yang dapat didayagunakan. Sementara hingga saat ini, berbagai bisnis yang terkait dengan penggelaran kabel bawah laut di Indonesia masih ditunjukkan dengan ketergantungan tinggi terhadap produsen, operator, hingga jasa layanan yang berasal dari luar negeri, dan seluruhnya telah menghabiskan biaya bernilai jutaan dollar. Maka ini menjadi daftar tantangan lainnya dalam penyelenggaraan SKKL yang diharapkan bisa ditemukan langkah strategis dan/atau terobosannya.

BAGIAN DUA

# MENGGELAR KABEL DI DASAR LAUT, MENEBAR SINYAL DI UDARA

## SISTEM KOMUNIKASI KABEL LAUT

Alur atau jaringan kabel bawah laut menurut jenisnya terdiri dari kabel listrik (*power cable*) dan kabel serat optik (*fiber optic cable*). Kedua jenis tersebut merupakan sarana transmisi, dimana kabel listrik mentransmisikan energi listrik, sedangkan kabel serat optik mentransmisikan sinyal telekomunikasi. Adapun serat optik adalah saluran transmisi yang terbuat dari kaca atau plastik yang digunakan untuk mentransmisikan data melalui media berupa cahaya dari suatu tempat ke tempat lain dengan waktu yang sangat cepat dan data yang sangat besar (Saydam, 1997). Serat optik berukuran sangat kecil dan memiliki tekstur yang sangat halus dan lebih kecil dari sehelai rambut.

Dari segi kecepatan, transmisi optik ini memiliki serat yang sangat tinggi sehingga baik dan efektif jika diaplikasikan sebagai saluran komunikasi. Serat optik tersebut dibungkus menggunakan bahan tertentu sehingga berwujud sebagai kabel. Secara umum, kabel bawah laut terdiri dari sebuah *optical core* yang melindungi *optical fibers*, dikelilingi oleh konduktor tembaga untuk mencatu *submerged equipment* dari darat (*station*) dan sebuah insulator untuk mengisolasinya dari air laut. Kabel laut memiliki struktur yang kuat yang didapat dari kawat baja, hal ini bertujuan untuk melindungi fiber core dari bahaya yang mengancam seperti jangkar kapal dan kegiatan memancing pada perairan dangkal (ASKALSI, 2023). Selanjutnya, berbagai tipe fisik kabel bawah laut yang telah dikembangkan dan digelar di dasar perairan di seluruh dunia hingga saat ini.

Seiring dengan perjalanan pengembangannya di Indonesia, gelaran kabel serat optik bawah laut tersebut diistilahkan dengan **Sistem Komunikasi Kabel Laut**, yang selanjutnya disebut **SKKL**. Dalam Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 16/PER/M.KOMINFO/9/2005 tentang Penyediaan Sarana Transmisi Telekomunikasi Internasional Melalui Sistem Komunikasi Kabel Laut, menguraikan definisi SKKL sebagai **“suatu sistem transmisi telekomunikasi menggunakan media kabel yang dibentangkan di dalam lautan dan/atau samudera untuk menghubungkan beberapa stasiun kabel di setiap negara yang dilaluinya”**. Lebih mudahnya, SKKL dapat diartikan dengan jaringan kabel serat optik yang dipasang di dasar laut untuk menghantarkan data/koneksi internet yang menghubungkan antarpulau, antarnegara, maupun antarbenua.

Berbagai predikat yang disandangkan atas SKKL seiring dengan keberadaan dan perannya yang semakin bernilai penting dalam

kehidupan. SKKL kerap disebut sebagai *backbone* atau tulang punggung telekomunikasi, disebabkan karena SKKL merupakan pondasi yang menyangga tatanan dunia maya yang sampai saat ini menjadi tempat bercokol 63% populasi penduduk dunia. SKKL juga dikiaskan sebagai 'Tol Langit' (ada pula yang menyebut 'Jalan Tol Internet'), dikarenakan kemampuannya dalam menghubungkan dan menyebarluaskan data dan informasi dari satu tempat ke tempat lain secara seketika dan terbebas dari hambatan jarak dan waktu. **Terlebih bagi Indonesia, mungkin SKKL sepantasnya pula digelar 'Pemersatu Bangsa', karena akhirnya begitu mudah kita menjalin silaturahmi, komunikasi hingga transaksi meski secara jasmani kita saling terpisah di ribuan pulau yang berbeda-beda.**

Penggelaran SKKL dilakukan di wilayah perairan (laut) yang dapat dibagi dalam 3 klasifikasi area, yaitu *offshore* (area dari kedalaman laut 20 meter s.d. kedalaman maksimal), *shore end* (area dari kedalaman laut 0 s.d. 20 meter), dan *dry part/on shore* (area di atas permukaan laut) (ASKALSI, 2023). Sementara itu, disarikan dari kis-orca.org (2023), bahwasannya prosedur dan metode instalasi kabel bawah laut diawali dengan pemilihan rute sementara, dimana setelah persyaratan untuk sistem kabel diidentifikasi dan sumber pendanaan telah dikumpulkan untuk membangunnya, hal pertama yang terjadi adalah produsen dan pemasang kabel (*technology owner and marine installer*) dikontrak oleh pihak sistem kabel (operator).

Selanjutnya, tim *desk study* ditugaskan mengidentifikasi rute dan risiko atas rute sementara tersebut. Hal-hal yang dijadikan bahan pertimbangan meliputi:

1. Titik pendaratan dan batas-batas maritim (Perairan Teritorial, Zona Tambahan, dan Zona Ekonomi Eksklusif/ZEE);

2. Pemilihan tipe/jenis kabel;
3. Penyebaran unit percabangan;
4. Geopolitik atau area yang diperebutkan;
5. Persyaratan penanaman/pemasangan;
6. Situasi pemasangan kabel (dapat dilakukan secara langsung atau harus dikondisikan terlebih dahulu);
7. Perizinan dan negosiasi nelayan; dan
8. Rintangan/bahaya alam dan buatan manusia seperti kondisi cuaca setempat, arus, kondisi dasar laut, eksplorasi migas dan/atau minerba, pipa dan kabel bawah laut lainnya, area perlindungan/konservasi, dan lain-lain.

Ketika rute telah dipilih dan dirancang, maka dilakukan inisiasi izin untuk sistem kabel untuk memperoleh izin dari otoritas terkait. Ini akan melibatkan keterlibatan dengan Administrasi Pemerintah (regulator), pengguna dan juga para pemangku kepentingan di wilayah laut lainnya, yaitu pelaku usaha perikanan, pemilik kabel, pemilik pipa, dan lainnya. Berikutnya, akan dilakukan survey rute secara lebih detail dan lengkap untuk menentukan pilihan atau rute akhir. Tujuan dari survei rute adalah untuk mengidentifikasi rute yang aman untuk kabel. Meskipun tim *desk study* telah mengidentifikasi rute potensial, akan tetapi survey rute kali ini akan mengkonfirmasi asumsi yang dibuat. Survei rute terdiri dari:

1. Pengumpulan data *bathymetry*, *geotechnical*, *sub-bottom* dan *side scan* untuk mendukung rekayasa rute, pemilihan kabel, instalasi dan penanaman.
2. Data tersedia untuk ditinjau secara *real-time* dan dengan demikian pemilihan akhir rute dapat dilakukan, dimana pemilihan rute akhir akan mempertimbangkan untuk mengidentifikasi rute yang paling aman dan paling ekonomis,

akan mengoptimalkan pemilihan kabel dan panjang rute, penghindaran bahaya yang teridentifikasi selama proses survei dapat dilakukan dan jenis kabel yang akan digunakan akan dikonfirmasi, kemudian penilaian kondisi dasar laut juga dilakukan pada titik ini untuk bagian kabel yang tertanam.

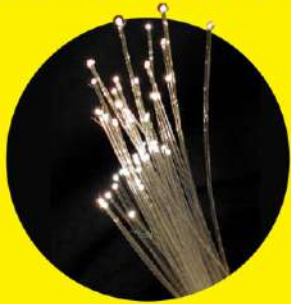
Selanjutnya, operasi pemasangan kabel dilakukan setelah survei rute dan desain sistem kabel diselesaikan, setelah itu pembuatan kabel dilakukan. Ketika pembuatan kabel selesai, lalu dimuat ke kapal khusus (*cables ship*) untuk penggelarannya. Di lokasi sekitar pantai tempat kabel didaratkan (ujung pantai) dilakukan langkah penimbunan oleh penyelam (di perairan dangkal). Jika perairan terlalu dangkal untuk didekati kapal utama dengan aman, maka akan digunakan jenis kapal berukuran lebih kecil yang sesuai dengan perairan dangkal untuk meletakkan ujung pantai. Pada area dan kedalaman dimana terdapat risiko akibat penangkapan ikan dan aktivitas buatan manusia lainnya, seperti labuh jangkar, dan lain-lain, kabel biasanya dikubur hingga kedalaman sekitar 1 meter. Kabel diletakkan agar sesuai dengan kontur dasar laut untuk menghindari kabel tergeletak di suspensi. Selama proses peletakan kabel, kabel terus diuji untuk memastikan tidak ada kerusakan yang terjadi.

Pada ujung gelaran kabel, sambungan terakhir dibuat untuk menyatukan ujung kabel bersama-sama agar tersambung antara stasiun kabel. Tes akhir kemudian dilakukan untuk memastikan kabel berfungsi dengan benar. Setelah keseluruhan tahap telah dipenuhi maka kabel bawah laut dapat difungsikan oleh operator. Namun penting pula dilakukan pemberitahuan posisi kabel ke pengguna laut lainnya setelah operasi penggelaran kabel ke berbagai instansi/lembaga terkait, termasuk ke pihak pengguna dasar laut lainnya.



## SISTEM KOMUNIKASI KABEL LAUT (SKKL)

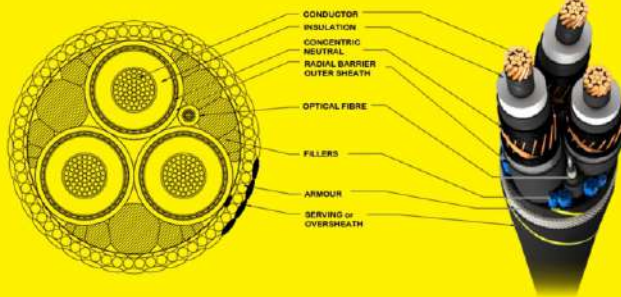
### SERAT OPTIK (FIBER OPTIC)



Serat Optik adalah saluran transmisi yang terbuat dari kaca atau plastik yang digunakan untuk mentransmisikan data melalui media berupa cahaya dari suatu tempat ke tempat lain dengan waktu yang sangat cepat dan data yang sangat besar. Serat optik berukuran sangat kecil dan memiliki tekstur yang sangat halus dan lebih kecil dari sehelai rambut.

### ANATOMI KABEL BAWAH LAUT

Sumber : Leszek Resner & Sandra Paszkiewicz, 2021



### KABEL BAWAH LAUT

#### Light Weight Protected (LWP)

kabel yang digunakan untuk kedalaman diatas 200 m dimana kabel biasanya hanya digelar begitu saja tanpa penanaman.

#### Single Armour (SA)

kabel yang digunakan untuk kedalaman dasar laut mulai dari 20 m s.d. 200 m dimana kabel bisa di-lay saja atau ditanam (*burial*) pada kedalaman 1,5 m s.d. 2 m tergantung kondisi dasar laut berdasarkan hasil survey laut (*marine survey*) dan persyaratan proteksi kabel laut.

#### Double Armour (DA)

Kabel yang dipakai pada kondisi dasar laut yang memerlukan proteksi yang lebih baik seperti di shore end hingga kedalaman laut sedalam 20 m. Pada kondisi dasar laut di daerah shore end dan area dasar laut hingga kedalaman 20 M.

#### Network Operation Centre

Tempat terpusat yang difungsikan untuk menjaga dan mengontrol seluruh kondisi jaringan

#### Cable Landing Station

Tempat di mana kabel laut masuk ke daratan untuk kemudian didistribusikan ke NOC

#### Beach Manhole (BMH)

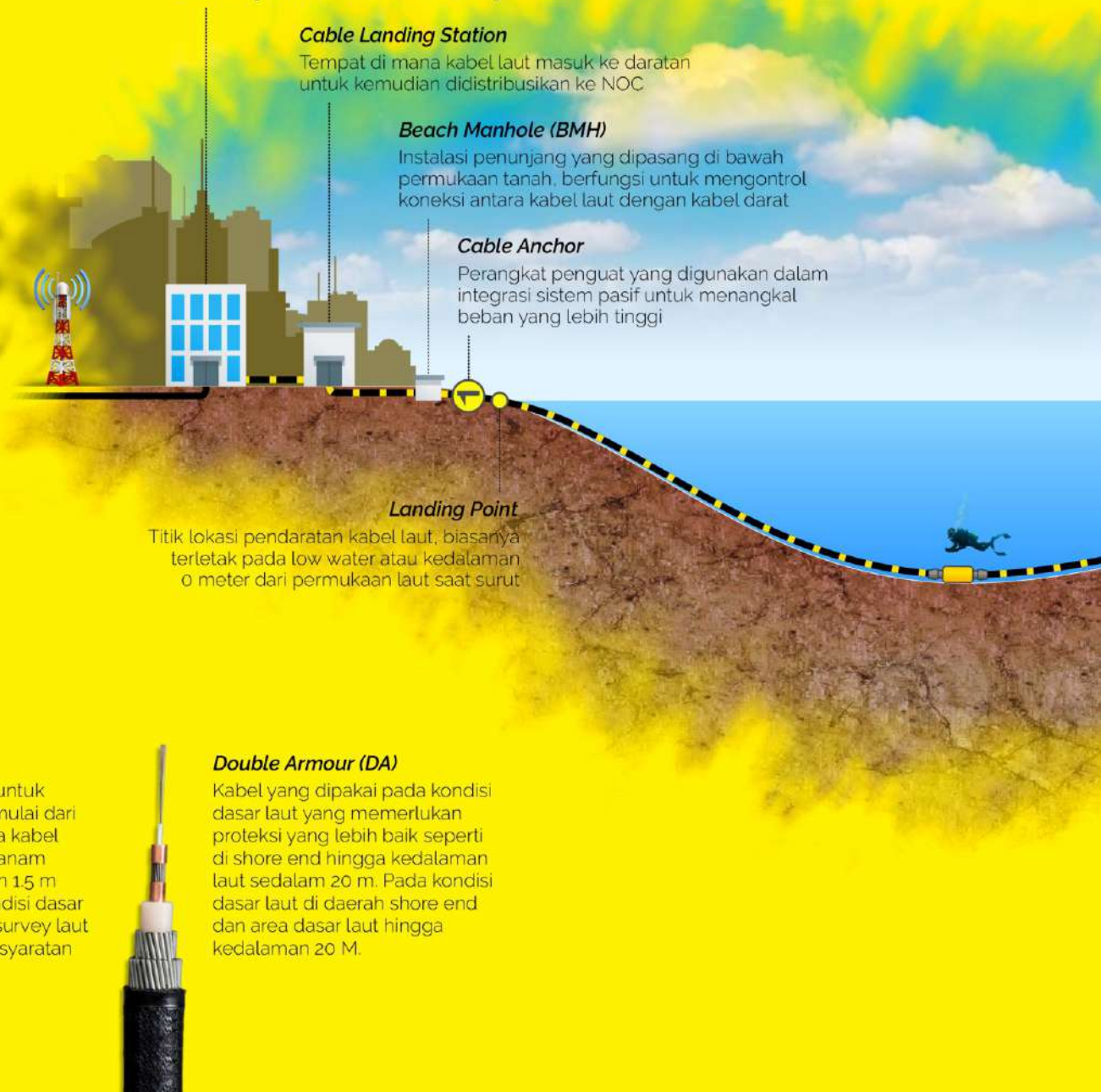
Instalasi penunjang yang dipasang di bawah permukaan tanah, berfungsi untuk mengontrol koneksi antara kabel laut dengan kabel darat

#### Cable Anchor

Perangkat penguat yang digunakan dalam integrasi sistem pasif untuk menangkal beban yang lebih tinggi

#### Landing Point

Titik lokasi pendaratan kabel laut, biasanya terletak pada low water atau kedalaman 0 meter dari permukaan laut saat surut







### Cable Laying Ship

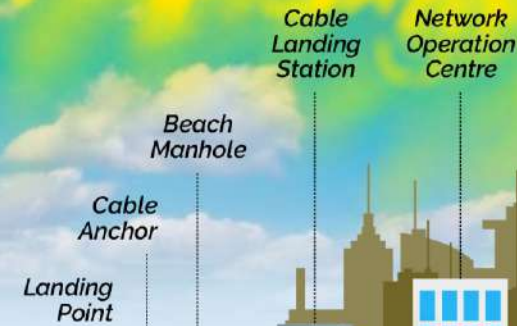
Kapal Pemasangan Kabel adalah jenis kapal yang digunakan untuk memasang dan memelihara kabel bawah laut, seperti kabel komunikasi dan kabel listrik. Kapal ini memiliki peralatan dan teknologi khusus untuk mengatasi tantangan yang ada dalam memasang kabel bawah laut seperti kedalaman air, coralan dan arus

Foto : quintillionglobal.com

### Survey, Monitor, and Maintenance



### Laying Cable



### Branching Unit (BU)

Perangkat bawah air yang memungkinkan terjadinya koneksi lebih dari 2 titik. BU adalah perangkat yang kompleks, tidak hanya pada level elektris karena BU merupakan elemen kunci untuk rekonfigurasi daya



### Repeater

Unit yang berfungsi untuk meregenerasi sinyal optis yang melemah akibat redaman yang terjadi di sepanjang kabel, dipasang tiap 50-120 km, dimana *span* antar *repeater* ditentukan berdasarkan hasil desain *technology owner* SKKL



## LIKA-LIKU PENYELENGGARAAN SKKL DI INDONESIA

Perjalanan penggelaran kabel bawah laut serat optik di Indonesia telah berlangsung lebih dari 25 tahun. Dari hasil penelusuran pada situs *submarinecablemap.com*, didapati FEA (FLAG Europe-Asia) sebagai SKKL pertama yang dibenamkan di dasar laut Indonesia. SKKL FEA merupakan SKKL internasional yang mulai beroperasi tahun 1997, membentang dari Irlandia (Eropa) hingga Jepang (Asia) dengan panjang 28.000 km, dimana ±265 km diantaranya memiliki rute gelaran yang melintasi wilayah yurisdiksi Indonesia, yakni area perairan di sebelah utara Provinsi NAD (Nangroe Aceh Darussalam) atau di sekitar Laut Andaman.

**Perjalanan penyelenggaraan SKKL di Indonesia pada periode 1990-2000 belum diiringi riuhnya atensi khalayak dan belum pula diimbangi dengan kelengkapan peraturan dan kebijakan yang memayungi proyek-proyek SKKL yang bergulir.** Meskipun dalam Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1983 tentang Zona Ekonomi Eksklusif dan Undang-Undang Nomor 17 Tahun 1985 tentang Pengesahan *United Nations Convention on The Law of The Sea* (Konvensi Perserikatan Bangsa-Bangsa tentang Hukum Laut) istilah dan ketentuan terkait kabel dan pipa bawah laut telah tercantum, akan tetapi hingga Undang-Undang Nomor 36 Tahun 1999 tentang Telekomunikasi diterbitkan istilah kabel bawah laut dan/atau kabel laut belum muncul secara khusus, terlebih aturan khusus tentangnya.

Uniknya, pada tahun 1998 Pemerintah menggagas **Nusantara 21**, yaitu proyek pembangunan infrastruktur jaringan tulang punggung telekomunikasi nasional. Dapat dikatakan bahwa hal tersebut merupakan ide revolusioner dan wujud ketanggapan

atas diskursus globalisasi yang mulai berkembang saat itu, meski regulasi yang ada belum memadai dan belum merespon situasi dan arah perkembangan siber yang akan terjadi. Namun begitu, dikarenakan bertepatan dengan terjadinya krisis ekonomi 1998 yang melanda Indonesia, bersamaan pula dengan peristiwa gejolak reformasi, menyebabkan gagasan Nusantara 21 terhenti.

Dalam pandangan lainnya, masih lemahnya perhatian terhadap SKKL pada periode tersebut turut dipengaruhi oleh keberadaan institusi/lembaga beserta kewenangannya yang belum adaptif terhadap perkembangan internet dan IT (*Information Technology*) yang mulai menggeliat saat itu. Hingga akhir periode tersebut pun penggelaran SKKL memang belum marak, dimana terdeteksi hanya 2 SKKL internasional yang digelar melintasi wilayah perairan Indonesia, yaitu FEA dan SeaMeWe-3 (beroperasi tahun 1999). Melalui penggelaran SeaMeWe-3 tersebut, maka Medan dan Ancol menjadi lokasi *landing point* (titik pendaratan) pertama di wilayah nasional.

**Memasuki periode 2001-2010, merupakan fase permulaan dan penting dalam perjalanan penggelaran SKKL di Indonesia, baik dari sisi kelembagaan, regulasi, hingga implementasi SKKL, utamanya dalam sudut pandang nasional.** Pembentukan Departemen Kelautan dan Perikanan pada tahun 2000 serta Kementerian Negara Komunikasi dan Informatika di tahun 2001 (sebelumnya Departemen Penerangan) merupakan titik awal dalam pembangkitan atensi terhadap jaringan telekomunikasi serat optik bawah laut. Lingkup tugas dan wewenang dari kedua lembaga tersebut telah mendorong untuk beradaptasi dan lebih intens menyikapi perkembangan dunia telekomunikasi (internet) dan sekaligus secara berangsur-angsur menggiring langkah dalam mengukir eksistensi dan fenomena kabel bawah laut.

Tahun 2003 merupakan momentum istimewa dalam perjalanan penyelenggaraan SKKL di Indonesia, dimana *Link 1 Phase 1* dan *Link 3 Phase 1* menjadi SKKL domestik pertama yang beroperasi, tepatnya Desember 2003. Kedua SKKL tersebut di bangun dan dioperasikan oleh XL Axiata, dimana *Link 1 Phase 1* sepanjang 368 km digelar dari Bulobulo (Sulawesi Selatan) hingga Kawinda Nae (Sumbawa), sedangkan *Link 3 Phase 1* sepanjang 275 km digelar dari Senggigi (Lombok) hingga Kawinda Nae (Sumbawa). Selama tahun 2003-2005, XL Axiata gencar melakukan penggelaran dan pengoperasian SKKL, dimana tercatat sebanyak 8 SKKL.

**Barulah pada tahun 2005, terbit Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 16/PER/M.KOMINFO/9/2005 tentang Penyediaan Sarana Transmisi Telekomunikasi Internasional Melalui Sistem Komunikasi Kabel Laut, dimana darisinitilah istilah SKKL pertama kali muncul dalam sebuah produk hukum.** Melalui Permenkominfo ini pula SKKL didefinisikan sebagai *"suatu sistem transmisi telekomunikasi menggunakan media kabel yang dibentangkan di dalam lautan dan atau samudera untuk menghubungkan beberapa stasiun kabel di setiap negara yang dilaluinya"*. Permenkominfo tersebut hadir dan langsung masuk pada ranah teknis, diduga atas sebab desakan penggelaran SKKL yang kian intensif saat itu, utamanya SKKL internasional, dimana hingga tahun 2005 tercatat 11 SKKL internasional (dan regional) yang melintasi perairan Indonesia.

Kiranya, Nusantara 21 sebagai gagasan cincin *backbone* nasional diwacanakan kembali saat *Indonesia Infrastructure Summit* pada 17-18 Januari 2005. **Tak lama berselang dari agenda tersebut, gagasan Cincin Serat Optik Nasional (CSO-N) digulirkan oleh PT. Tiara Titian Telekomunikasi (TT-Tel), kemudian Pemerintah menindaklanjuti dan mempopulerkan ide tersebut dengan**

**nama 'Palapa Ring' pada tahun 2007.** Proyek Palapa Ring dimulai dengan penandatanganan konsorsium untuk pembangunan jaringan serat optik di Kawasan Indonesia Timur (KIT) pada Jumat 5 Juli 2007 oleh tujuh operator telekomunikasi, yaitu PT. Bakrie Telecom Tbk, PT. Excelcomindo Pratama Tbk, PT. Indosat Tbk, PT. Infokom Elektrindo, PT. Macca System Infocom, PT. Powertek Utama Internusa, dan PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk (Telkom).

Pembangunan serat optik di KIT saat itu direncanakan sepanjang 10.000 kilometer yang dimulai pada 2008 dan memakan biaya Rp 4 triliun. Setelah itu, tender Palapa Ring skala nasional dibuka kembali oleh pemerintah pada Oktober 2007 yang sebelumnya di dahului oleh penyelesaian dokumen tender pada September 2007. Setelah penandatanganan kontrak dengan para pemenang tender pada November 2007, pembangunan dilakukan pada pertengahan 2008 dan saat itu diprediksikan selesai pada tahun 2013.

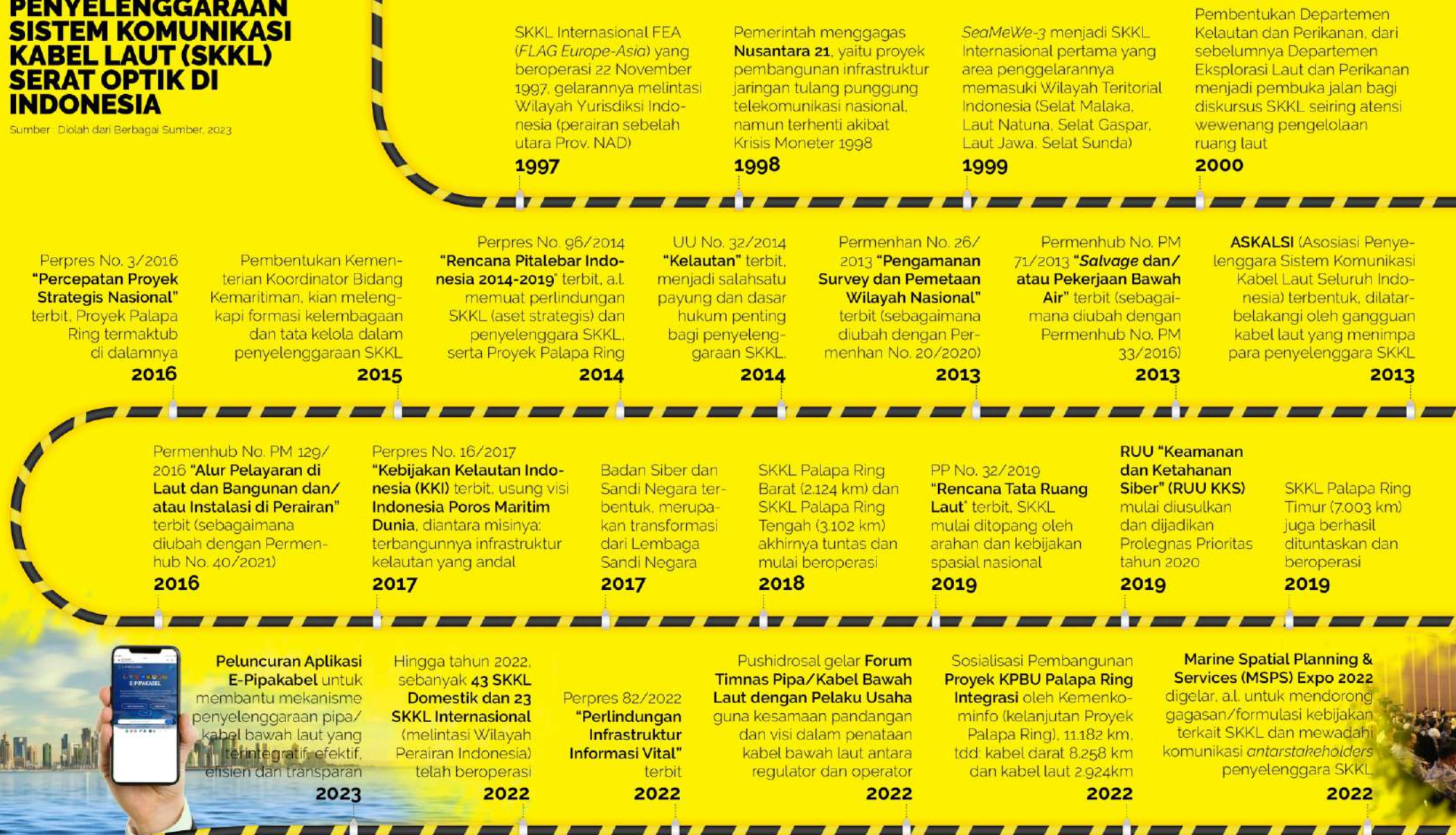
Investasi pembangunan Palapa Ring sepenuhnya berasal dari operator telekomunikasi anggota konsorsium, tidak ada dana yang berasal dari APBN. Dalam proyek pembangunan Palapa Ring tersebut porsi investasi Telkom sebesar 40%, sedangkan anggota konsorsium lainnya sebesar 13,3%, kecuali satu anggota konsorsium sekitar 6,4%. Dengan penyertaan dana 40%, Telkom mendapatkan kuota kapasitas terbesar, yakni setara 40 Gbps dari total kapasitas Palapa Ring sekitar 85 Gbps (id.wikipedia.org, 2023). Namun, proyek Palapa Ring tersebut akhirnya terbengkalai dan terhenti, dan diantara penyebabnya dikarenakan belum adanya struktur yang tepat untuk pelaksanaannya.

**Jatuh bangunnya peng gagasan dan pembangunan *backbone* nasional tersebut dalam sudut pandang kelembagaan turut**



## RIWAYAT PERJALANAN PENYELENGGARAAN SISTEM KOMUNIKASI KABEL LAUT (SKKL) SERAT OPTIK DI INDONESIA

Sumber: Diolah dari Berbagai Sumber, 2023





Hingga tahun 2000 hanya ada **2 SKKL Internasional** yang melintasi Wilayah Perairan Indonesia, belumlah SKKL Domestik

**2000**

Departemen Penerangan berubah jadi Kementerian Negara Komunikasi dan Informatika, menjadi pembuka jalan berikutnya bagi diskursus SKKL seiring atensi wewenang dalam pengembangan TIK

**2001**

*Link 1 Phase 1* (Sulawesi-Sumbawa, 368 km) dan *Link 3 Phase 1* (Lombok-Sumbawa, 275 km) menjadi **SKKL Domestik pertama** milik XL Axiata, mulai beroperasi

**2003**

Keppres No. 63/2004 "**Pengamanan Obyek Vital Nasional**" terbit, mengisyaratkan SKKL sebagai bagian dari obyek dimaksud

**2004**

Permenkominfo No. 16/PER/M.KOMINFO/9/2005 "**Penyediaan Sarana Transmisi Telekomunikasi Internasional melalui Sistem Komunikasi Kabel Laut**" terbit, istilah SKKL pertama kali dalam produk hukum

**2005**

Nusantara 21 sebagai gagasan cincin *backbone* nasional diwacanakan kembali saat *Indonesia Infrastructure Summit*, 17-18 Januari 2005

**2005**

SKKL DMCS (*Dumai-Melaka Cable System*, 159 km) beroperasi, merupakan **kerjasama pertama 2 operator SKKL antarnegara**, yaitu Telkom Indonesia dan Telecom Malaysia

**2005**

Hingga tahun 2010, sebanyak **19 SKKL Domestik dan 11 SKKL Internasional** (melintasi Wilayah Perairan Indonesia) telah beroperasi

**2010**

PP No. 5/2010 "**Kenavigasian**" terbit, turut menyinggung persyaratan dan izin pemasangan kabel bawah air

**2010**

PP No. 26/2008 "**Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional**" terbit, Peta Struktur Ruang mengindikasikan jaringan serat optik dan kabel laut

**2008**

UU No. 17/2008 "**Pelayaran**" terbit, turut menyinggung tentang alur pipa/kabel laut serta bangunan/instalasi bawah laut

**2008**

Penandatanganan Hasil Konsorsium Proyek Palapa Ring di Kawasan Indonesia Timur (KIT), 5 Juli 2007 oleh 7 Operator Telekomunikasi, namun proyek ini terbengkalai dan terhenti

**2007**

Palapa Ring digaungkan Pemerintah, pasca ide **Cincin Serat Optik Nasional (CSO-N)** yang digulirkan PT. Tiara Titian Telekomunikasi (TT-Tel)

**2007**

JaSuKa beroperasi, **SKKL Domestik terpanjang pertama**, 10.860 km, dengan 17 titik pendaratan (*landing point*), milik PT. Telkom Indonesia

**2005**

UU No. 11/2020 "**Cipta Kerja**" terbit, berpengaruh besar dalam menstimulasi peningkatan tata kelola penyelenggaraan SKKL

**2020**

PP No. 6/2020 "**Bangunan dan Instalasi di Laut**" terbit

**2020**

Hingga tahun 2020, sebanyak **41 SKKL Domestik dan 22 SKKL Internasional** (melintasi Wilayah Perairan Indonesia) telah beroperasi

**2020**

Permenkominfo No. 5/2021 "**Penyelenggaraan Telekomunikasi**" terbit, telah memuat aturan yang lebih spesifik terkait penyelenggaraan SKKL

**2021**

Kepmen-KP No. 14/2021 "**Alur Pipa dan/atau Kabel Bawah Laut**" terbit, menjadi instrumen penting dalam menata dan menertibkan alokasi ruang dalam penyelenggaraan SKKL

**2021**

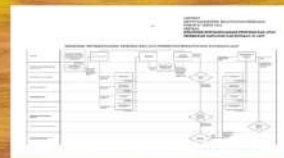


**Tim Nasional Penataan Alur Pipa dan/atau Kabel Bawah Laut** terbentuk melalui Kepmenko-Marves No. 46/2021, formasi dan sinergi kelembagaan SKKL mulai diperkuat

**2021**

Kepmenko-Marves No. 124/DII/2022 "**Tim Nasional Pengelolaan Penyelenggaraan Alur Pipa dan/atau Kabel Bawah Laut**" terbit mengganti Kepmenko-Marves 46/2021 (sebagaimana diubah Kepmenko-Marves 51/DI/2023)

**2022**



Kepmen-KP No. 42/2022 "**Mekanisme Penyelenggaraan Pendirian dan/atau Penempatan Bangunan dan Instalasi di Laut**" terbit, memuat proses bisnis (tahapan) dalam penyelenggaraan SKKL

**2021**

Problem layanan internet Indihome-Telkomsel akibat SKKL JaSuKa ruas Batam-Pontianak alami gangguan, marak dalam pemberitaan berbagai media nasional

**2021**

**Meta (Facebook) dan Google**, bekerja sama membangun proyek SKKL Internasional (Apricot, Bifrost, Echo), melintasi Wilayah Perairan Indonesia

**2021**

**dipengaruhi pula oleh lemahnya dukungan (kesiapan) regulasi dan kurangnya sinergi institusi terkait.** Apabila kita mencermati perkembangan hingga akhir periode 2001-2010, regulasi yang menjadi payung dan acuan dalam penyelenggaraan SKKL terbilang belum memadai, baik menurut cakupan maupun kedalaman muatannya. Sebagai gambaran, UU No. 26 Tahun 2007 (Penataan Ruang) belum mengadopsi dan mengatur tentang jaringan telekomunikasi (kabel) bawah laut. Demikian pula PP No. 26 Tahun 2008 (RTRWN), memuat arahan terkait kabel laut untuk energi (listrik), akan tetapi terbatas saat mengurai jaringan terestrial, terlebih kabel laut serat optik.

**Rupanya pula, Permenkominfo No. 16/2005 yang bertendensi pada SKKL tersebut tidak serta merta mendorong hal-hal yang berkenaan dengan SKKL ditindaklanjuti dalam aturan-aturan lain yang dibutuhkan kehadirannya di saat proyek-proyek SKKL untuk kepentingan internasional maupun nasional terus hadir dan bergulir.** Hal tersebut sebagaimana diindikasikan dengan penerbitan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 01/PER/M.KOMINFO/01/2010 tentang Penyelenggaraan Jaringan Telekomunikasi, yang didalamnya belum menyinggung secara eksplisit atas SKKL dan/atau menambah kejelasan dan kedalaman atas tipologi jaringan telekomunikasi berdasarkan perkembangan yang terjadi saat itu.

**Sementara itu, dari sisi institusi/lembaga yang berperan saat itu seakan-akan menunjukkan Kemenkominfo menjadi *single player* atas proyek-proyek SKKL yang digagas dan dijalankan.** Betapa tidak, mungkin saat itu telah ada dukungan dari lembaga lainnya seperti Kementerian Perhubungan dan TNI-AL, akan tetapi hingga akhir periode tersebut Kementerian Kelautan dan Perikanan masih berkuat untuk membangun perspektif dan

aturan dasar terkait kelautan (kelak menjadi UU No. 32 Tahun 2014 tentang Kelautan), sementara itu lembaga terkait dan penting lainnya seperti Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Badan Siber dan Sandi Negara belum terbentuk.

Di lapangan, sepanjang periode 2001-2010 telah beroperasi 9 SKKL internasional dan 5 SKKL regional (yang terhubung dengan negara-negara tetangga) yang rute penggelarannya melintasi wilayah perairan Indonesia, dan sebagian diantaranya memiliki *landing point* di wilayah nasional. Pada periode yang sama, geliat pembangunan SKKL domestik (berkepentingan nasional) begitu masif, dimana sebanyak 16 SKKL berhasil digelar dan beroperasi, dengan total bentangan mencapai 21.107 km.

**Menginjak ke periode 2011-2020, ekosistem yang menaungi penyelenggaraan SKKL kian bertumbuhkembang secara signifikan dan implementasinya pun lebih menggeliat.** Pada tahun 2013 terbentuk ASKALSI (Asosiasi Penyelenggara Sistem Komunikasi Kabel Laut Seluruh Indonesia) yang dilatarbelakangi adanya gangguan kabel laut yang menimpa para penyelenggara SKKL, dimana salah satu faktor dominannya adalah vandalisme terhadap infrastruktur kabel laut yang mengakibatkan kerugian sangat besar bagi masyarakat pengguna telekomunikasi pada umumnya dan juga kerugian bagi penyelenggara SKKL khususnya. ASKALSI menjadi mitra penting bagi Pemerintah dalam mendorong peningkatan iklim dan tatakelola penyelenggaraan SKKL di Indonesia.

Tahun 2014, diterbitkan UU No. 32 Tahun 2014 tentang Kelautan yang kian melengkapi payung hukum penyelenggaraan SKKL. Pada tahun yang sama ditetapkan pula Peraturan Presiden RI Nomor 96 Tahun 2014 tentang Rencana Pitalebar Indonesia 2014-



2019, dimana Perpres ini ditujukan untuk memberikan arah dan panduan bagi percepatan perluasan pembangunan pitalebar di Indonesia yang komprehensif dan terintegrasi dengan menggunakan sumber daya secara efisien.

Adapun pitalebar atau *broadband* didefinisikan sebagai “*akses internet dengan jaminan konektivitas yang selalu tersambung, terjamin ketahanan dan keamanan informasinya, serta memiliki kemampuan triple-play dengan kecepatan minimal 2 Mbps untuk akses tetap dan 1 Mbps untuk akses bergerak*”. Disebutkan pula dalam Perpres tersebut, bahwa prioritas pembangunan pitalebar Indonesia difokuskan untuk mendukung 5 (lima) sektor (program digitalisasi), meliputi: *e-Pemerintahan, e-Kesehatan, e-Pendidikan, e-Logistik, dan e-Pengadaan*.

**Perpres tersebut juga menegaskan kebijakan memberikan perlindungan keamanan kepada penyelenggara, serta kualitas dan keamanan informasi kepada pengguna layanan, dengan strategi yaitu:**

1. Memastikan pemenuhan komitmen pembangunan penyelenggara;
2. Memastikan pemenuhan tingkat layanan penyelenggara (*Service Level Agreement*); dan
3. Memastikan terlindunginya aset strategis, seperti Sistem Komunikasi Kabel Laut, prasarana serat optik, dan menara *Base Transceiver Station* (BTS) dari segala bentuk gangguan serta penyalahgunaan data pengguna.

Melalui Perpres tersebut pula status kelanjutan pembangunan atau proyek Palapa Ring untuk menyediakan jaringan serat optik nasional ke seluruh kabupaten/kota kembali ditegaskan. Palapa

Ring ditetapkan sebagai salahsatu program unggulan dalam Kelompok Konektivitas Ekonomi, dengan rencana anggaran sebesar Rp. 14,56 triliun selama 2014-2019. Bersamaan dengan Palapa Ring dicanangkan pula Pembangunan Pipa Bersama yang bertujuan untuk mengakomodasi jaringan serat optik dari berbagai penyelenggara telekomunikasi dalam satu pipa, dengan rencana anggaran Rp. 80,70 miliar selama 2014-2019.

Tahun 2015, Presiden Joko Widodo membentuk Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman (tahun 2019 berubah menjadi Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi) yang berdampak penting dalam mengokohkan kelembagaan yang terlibat dalam penyelenggaraan SKKL. **Dengan kedudukannya sebagai kementerian koordinator, maka situasi kelembagaan dalam pengelolaan dan penyelenggaraan SKKL menjadi lebih baik dan kondusif, dikarenakan hadirnya unsur kepemimpinan yang dapat memotori dan sekaligus memediasi kementerian/ lembaga yang terlibat di dalamnya.**

Berselang satu tahun kemudian, diterbitkan Peraturan Presiden Nomor 3 Tahun 2016 tentang Percepatan Proyek Strategis Nasional, dimana kelanjutan proyek Palapa Ring kian terjamin, karena termaktub di dalamnya. Secara implementasi, proyek Palapa Ring Paket Barat (2.124 km) dan Paket Tengah (3.102 km) berhasil dituntaskan pada tahun 2018, sementara Paket Timur (7.003 km) rampung pada tahun 2019. Dari keseluruhan panjang jaringan Palapa Ring tersebut 4.156 km kabel darat dan 8.073 km SKKL. Proyek Palapa Ring berskema kerja sama pemerintah dan badan usaha (KPBU) atau *public private partnership* (PPP). Pembiayaan yang diterapkan dengan skema *availability payment*, memungkinkan pemerintah memulai pembayaran penggantian modal yang ditanamkan investor setelah proyek beroperasi.

Beranjak ke tahun 2017, Kebijakan Kelautan Indonesia (KKI) dicanangkan melalui Peraturan Presiden RI Nomor 16 Tahun 2017. **KKI merupakan wujud regulasi lainnya yang kian menambah kondusivitas penyelenggaraan SKKL, terlebih dengan muatan Visi Kelautan Indonesia yaitu “mewujudkan Indonesia menjadi Poros Maritim Dunia”, yang diantara misi perwujudannya adalah terbangunnya infrastruktur kelautan yang andal.** Lalu, di tahun yang sama, Badan Siber dan Sandi Negara pun dibentuk, dimana institusi ini merupakan transformasi dari Lembaga Sandi Negara dengan perluasan fungsi di bidang siber, sehingga makin mengutuhkan formasi dan peran kelembagaan dalam penyelenggaraan SKKL.

**Tahun 2019, terbit Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2019 tentang Rencana Tata Ruang Laut, ini merupakan momen penting dimana penyelenggaraan SKKL mulai ditopang oleh kebijakan spasial yang lebih jelas dan teknis dalam menuntun arahan pengembangannya.** Diantara poin penting dari PP RTRL ini terkait kriteria penentuan lokasi alur pipa/kabel bawah Laut, paling sedikit memenuhi persyaratan (Pasal 37 ayat 5):

1. Penempatan, pemendaman, dan penandaan;
2. Tidak menimbulkan kerusakan terhadap bangunan atau instalasi sarana bantu navigasi pelayaran dan fasilitas telekomunikasi pelayaran;
3. Berada di luar perairan wajib pandu;
4. Memperhatikan wilayah perikanan masyarakat;
5. Memperhatikan ruang penghidupan dan akses nelayan kecil, nelayan tradisional, dan pembudi daya ikan kecil;
6. Memperhatikan ekosistem mangrove, lamun, dan terumbu karang;

7. Memperhatikan lokasi pemijahan ikan dan pembesaran ikan;
8. Memperhatikan keberadaan BMKT, situs cagar budaya dan/atau kawasan cagar budaya di air;
9. Memperhatikan wilayah pertahanan dan daerah ranjau; dan/atau
10. Menghormati keberadaan kabel bawah Laut yang telah dipasang oleh negara lain di wilayah perairan dan yang melintasi wilayah perairan.

Ditahun 2019 pula, RUU tentang Keamanan dan Ketahanan Siber (KKS) mulai diusulkan dalam Program Legislasi Nasional DPR-RI, bahkan dikabarkan menjadi prolegnas prioritas pada tahun 2020. **Namun, hingga saat ini RUU KKS belum kunjung ditetapkan, padahal kehadirannya bernilai penting dalam melengkapi kerangka regulasi di bidang siber, termasuk dalam menaungi kepentingan penyelenggaraan SKKL.** Hariyadi (2020) memberi pandangan atas penyebab kemandekan progres RUU KKS, ia mengungkapkan *“Polemik tentang RUU KKS telah muncul sejak awal pembahasan. Hal ini wajar sebagai konsekuensi keterbukaan politik dan antusiasme publik terhadap persoalan siber di Indonesia. Sejumlah aturan dalam RUU KKS dinilai akan membatasi HAM dan menimbulkan tumpang tindih aturan, serta menghambat perkembangan siber di Indonesia”*.

Berlanjut ke tahun 2020, dengan hadirnya UU No. 11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja kiranya memiliki dampak khusus/tersendiri bagi penyelenggaraan SKKL. **UU Ciptaker yang didalamnya mengamankan pengintegrasian tata ruang darat dan laut diantaranya telah mendorong perhatian dan pembahasan alur kabel bawah laut menjadi lebih intensif.** Kolaborasi antarinstansi terkait semakin mewujudkan dan menguat, bersamaan dengan

semakin merapatnya para operator SKKL, untuk mendudukkan permasalahan yang ada sambil menemukan formulasi kerangka kebijakan spasial maupun teknis lainnya bagi kondusivitas dan keberlanjutan penyelenggaraan SKKL. Bersamaan dengan itu, hadir pula Peraturan Pemerintah Nomor 6 Tahun 2020 tentang Bangunan dan Instalasi di Laut yang menambah daya cengkram regulasi dalam penyelenggaraan SKKL.

Tak kalah dengan gencarnya upaya membangun tatanan regulasi penyelenggaraan SKKL, selama periode 2011-2020, dasar laut pun turut bergejolak seiring geliat penggelaran SKKL yang makin meningkat. Selama periode ini, 9 SKKL internasional baru hadir dan beroperasi, sehingga seluruhnya menjadi 18 SKKL per tahun 2020. Sebanyak 3 SKKL bersegmen regional turut digelar dan beroperasi, sehingga menjadi 8 SKKL hingga tahun 2029. Adapun, 21 SKKL domestik atau yang berorientasi nasional juga digelar dan beroperasi selama periode ini, sehingga keseluruhannya menjadi 37 SKKL dengan total panjang 50.440 km per tahun 2020.

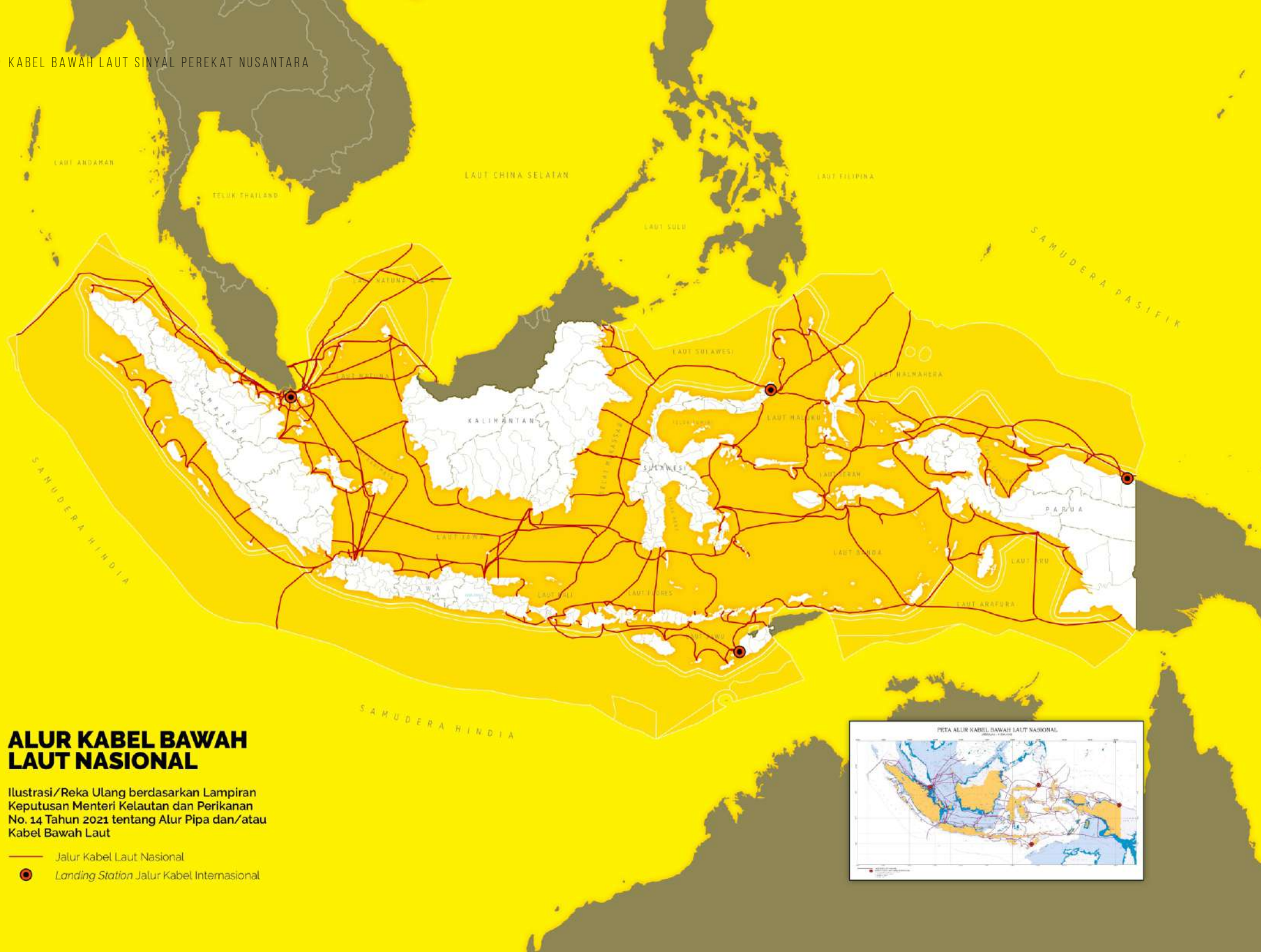
Saat ini, perjalanan penyelenggaraan SKKL berada di masa awal periode baru, yaitu 2021-2030. Permulaannya ditandai dengan diterbitkan Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Penataan Ruang dan sekaligus Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 28 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Penataan Ruang Laut yang dipandang lebih akomodatif terhadap penyelenggaraan SKKL. **Pengistimewaan SKKL semakin tampak di sepanjang tahun 2021, yaitu dengan penetapan aturan-aturan yang lebih teknis dan implementatif berupa Peraturan Menteri Komunikasi dan Informasi Nomor 5 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Telekomunikasi, Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 14 Tahun 2021 tentang Alur Pipa dan/atau Kabel Bawah Laut, serta**

**terbentuknya Tim Nasional Penataan Alur Pipa dan/ atau Kabel Bawah Laut melalui Keputusan Menteri Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi Nomor 46 Tahun 2021.**

Di penghujung tahun 2021, mencuat pemberitaan tentang dua perusahaan teknologi raksasa, Facebook dan Google, bekerja sama untuk membangun proyek baru pembangunan SKKL yang diberi nama Apricot. Kabel sepanjang 12.000 kilometer ini akan menghubungkan Jepang, Taiwan, Guam, Filipina, Indonesia, dan Singapura, dengan harapan bisa meningkatkan kapasitas serta kecepatan internet di wilayah Asia Pasifik. dimana SKKL Apricot ditargetkan rampung pada tahun 2024 (tekno.kompas.com, 2021). Tak hanya Apricot, Meta (Facebook) dan Google menggandeng operator lain juga mengembangkan SKKL Bifrost dan Echo yang juga melintasi wilayah perairan nasional, dan direncanakan mulai beroperasi di tahun 2024.

Masih di tahun 2021, sorotan berbagai media nasional sempat marak seiring dengan peristiwa gangguan yang menimpa SKKL Jasuka ruas Batam-Pontianak. Gangguan tersebut menjadi viral dikarenakan implikasinya terhadap gangguan layanan atau jaringan internet Indihome-Telkomsel yang mendorong keluhan banyak pelanggannya. Namun, disebalik peristiwa gangguan SKKL tersebut rupanya turut memberikan hikmah dengan kian dikenalnya eksistensi kabel bawah laut oleh kalangan luas, serta semakin besarnya bobot perhatian dan upaya yang menjurus pada pengawasan SKKL.

Memasuki tahun 2022, **diterbitkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 42 Tahun 2022 Tentang Mekanisme Penyelenggaraan Pendirian dan/atau Penempatan Bangunan dan Instalasi di Laut, dimana secara umum aturan ini memuat**



Ilustrasi/Reka Ulang berdasarkan Lampiran  
Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan  
No. 14 Tahun 2021 tentang Alur Pipa dan/atau  
Kabel Bawah Laut

- Jalur Kabel Laut Nasional  
 ● Landing Station Jalur Kabel Internasional





## Palapa Ring



## Palapa Ring Integrasi



## PALAPA RING DAN PALAPA RING INTEGRASI

### Palapa Ring

- Submarine Cable Communication System (SCCS)
- Fiber Optic Communication System (FOCS)

### Palapa Ring Integrasi

- Submarine Cable Communication System (SCCS)
- Fiber Optic Communication System (FOCS)
- Radio Microwave Communication System (RMCS)

### Lainnya

- Jaringan Operator
- Landing Point
- Internet Exchange



## PENGKELARAN SKKL (SERAT OPTIK) DI WILAYAH INDONESIA DAN SEKITARNYA 1997-2026

### SKKL Domestik/Nasional

- Beroperasi 2001-2010
- Beroperasi 2011-2020
- Beroperasi 2021-2022
- Rencana Beroperasi 2023 >

### SKKL Regional

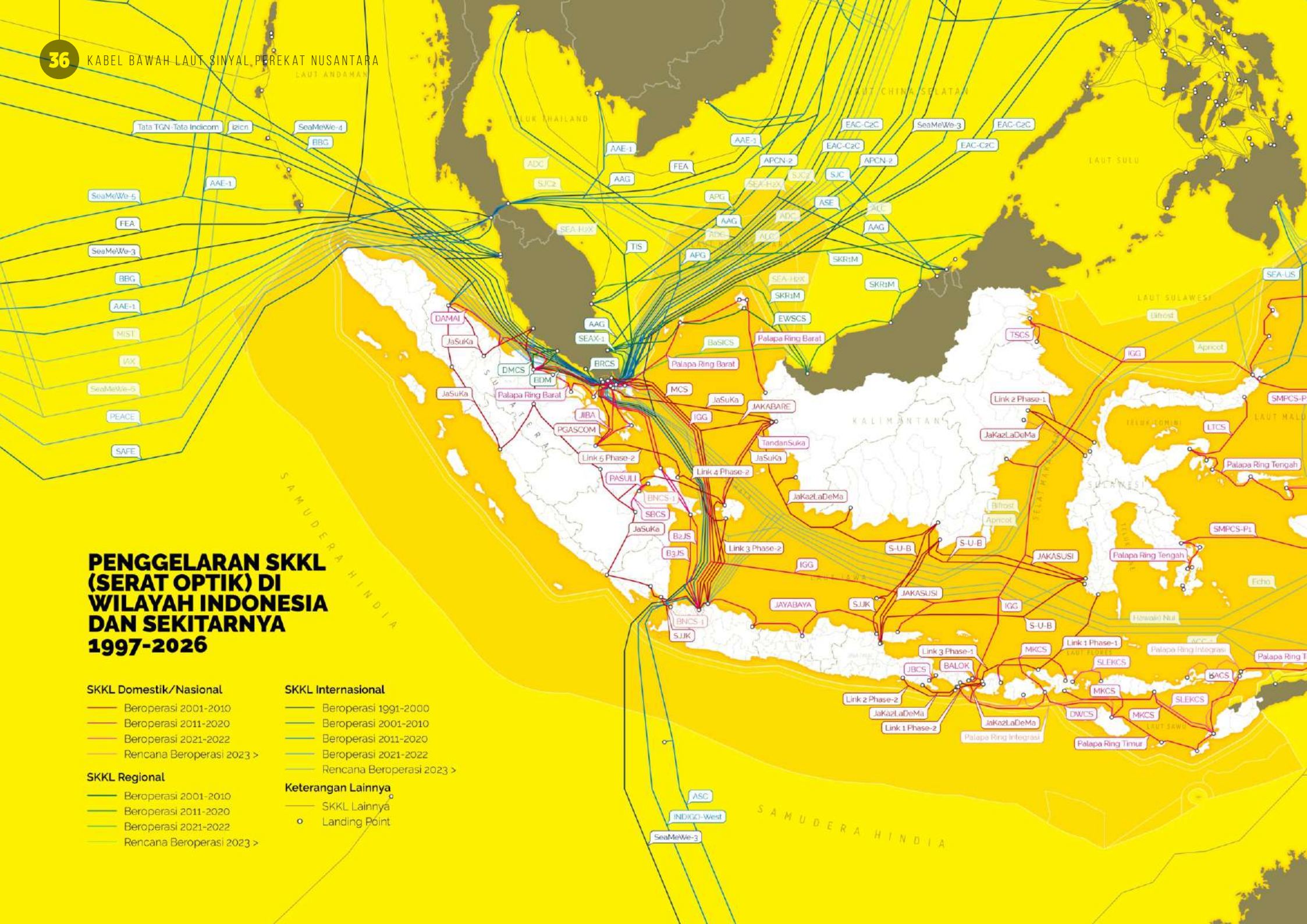
- Beroperasi 2001-2010
- Beroperasi 2011-2020
- Beroperasi 2021-2022
- Rencana Beroperasi 2023 >

### SKKL Internasional

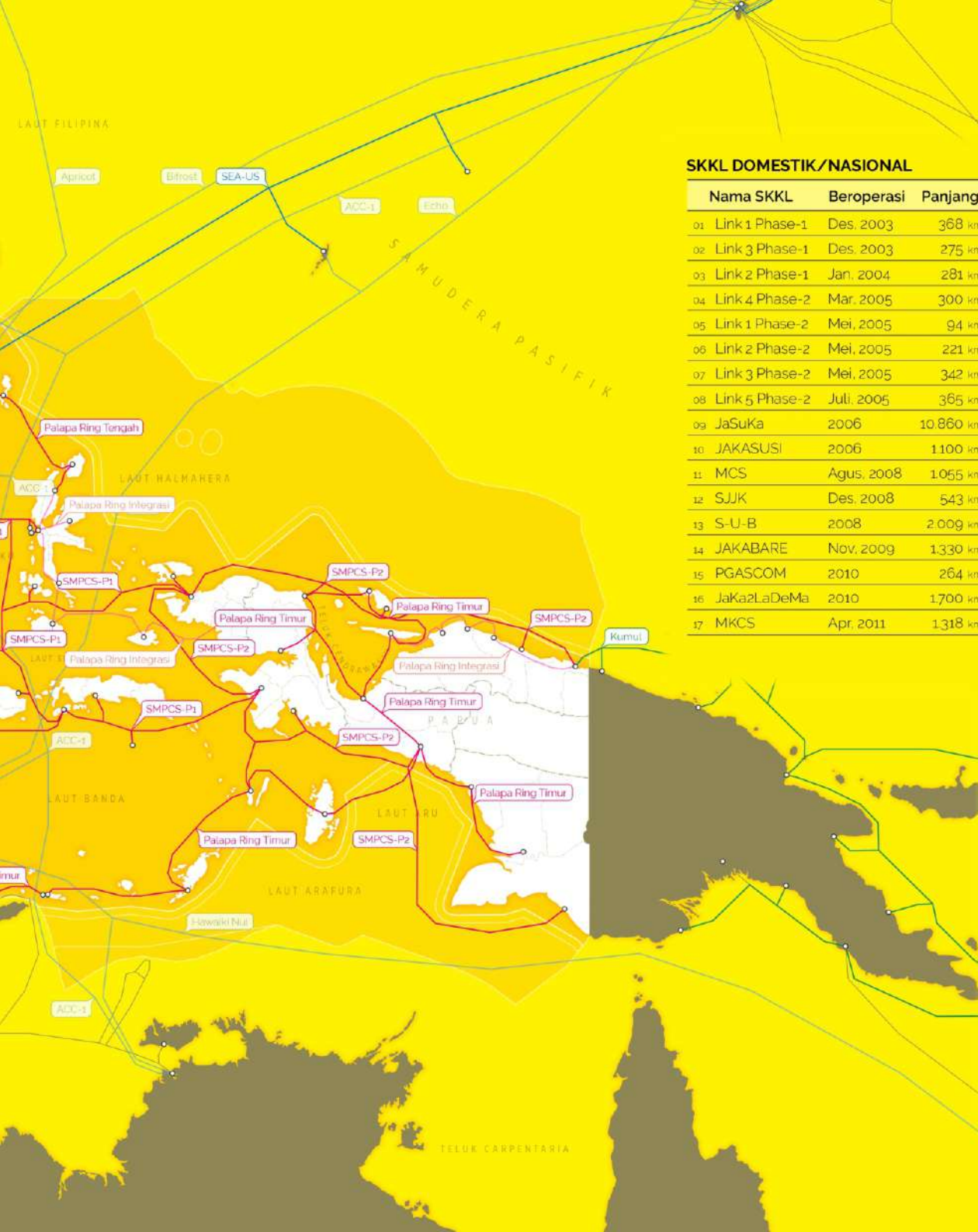
- Beroperasi 1991-2000
- Beroperasi 2001-2010
- Beroperasi 2011-2020
- Beroperasi 2021-2022
- Rencana Beroperasi 2023 >

### Keterangan Lainnya

- SKKL Lainnya
- Landing Point







## SKKL DOMESTIK/NASIONAL

Nama SKKL	Beroperasi	Panjang
01 Link 1 Phase-1	Des. 2003	368 km
02 Link 3 Phase-1	Des. 2003	275 km
03 Link 2 Phase-1	Jan. 2004	281 km
04 Link 4 Phase-2	Mar. 2005	300 km
05 Link 1 Phase-2	Mei, 2005	94 km
06 Link 2 Phase-2	Mei, 2005	221 km
07 Link 3 Phase-2	Mei, 2005	342 km
08 Link 5 Phase-2	Juli, 2005	365 km
09 JaSuKa	2006	10.860 km
10 JAKASUSI	2006	1.100 km
11 MCS	Agus, 2008	1.065 km
12 SJK	Des. 2008	543 km
13 S-U-B	2008	2.009 km
14 JAKABARE	Nov. 2009	1.330 km
15 PGASCOM	2010	264 km
16 JaKa2LaDeMa	2010	1.700 km
17 MKCS	Apr. 2011	1.318 km

Nama SKKL	Beroperasi	Panjang
18 B3JS	Nov. 2012	1.031 km
19 B2JS	Q2, 2013	759 km
20 JBSCS	2013	40 km
21 JIBA	2014	267 km
22 SBSCS	2014	57 km
23 TSCS	2014	83 km
24 LTCS	2015	446 km
25 SMPCS-P1	2015	3.156 km
26 SMPCS-P2	2015	3.498 km
27 BALOK	Feb. 2016	60 km
28 Palapa Ring Barat	Feb. 2018	1.980 km
29 IGG	Mei, 2018	5.300 km
30 JAYABAYA	Des. 2018	888 km
31 Palapa Ring Tengah	Des. 2018	2.100 km
32 DAMAI	Juli, 2019	575 km
33 DWCS	2019	814 km
34 KACS	2019	273 km
35 PASULI	Agus, 2019	40 km
36 Palapa Ring Timur	Okt. 2019	6.300 km
37 TandanSuka	Q4, 2019	348 km
38 SLEKCS	Q1, 2021	474 km
39 BaSICS	Q1, 2021	762 km
40 Palapa Ring Integrasi	2024	2.924 km

## SKKL REGIONAL

Nama SKKL	Beroperasi	Panjang
01 TIS	Des. 2003	968 km
02 EWSCS	2004	950 km
03 DMCS	Feb. 2005	159 km
04 BRCS	Okt. 2007	1.100 km
05 BDM	Nov. 2009	353 km
06 SKR1M	Sept. 2017	3.800 km
07 SEAX-1	Mei, 2018	250 km
08 Kumul DSCS	Feb. 2019	5.457 km
09 BNCS-1	Juli, 2023	818 km

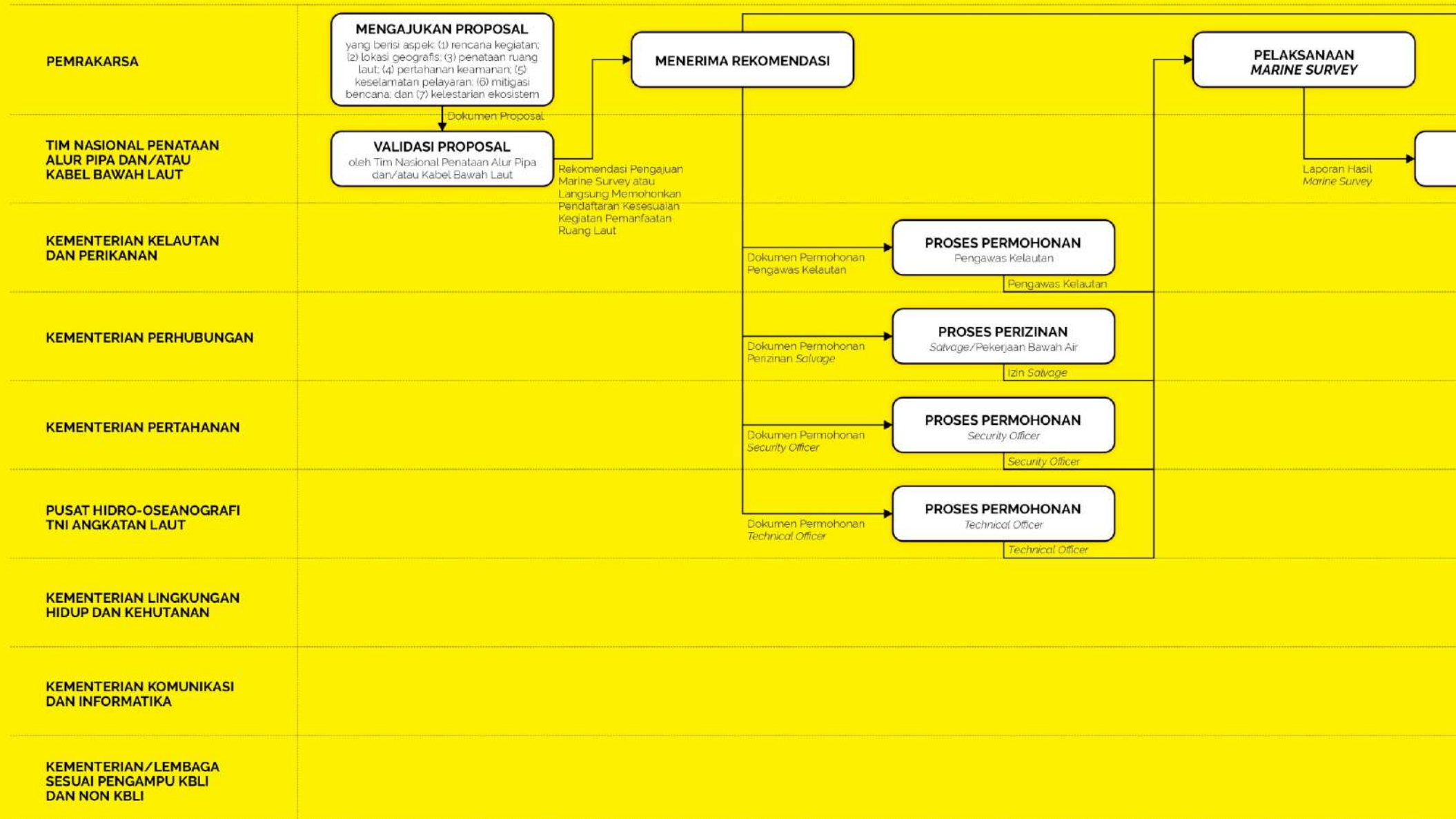
## SKKL INTERNASIONAL

Nama SKKL	Beroperasi	Panjang
01 FEA	Nov. 1997	28.000 km
02 SeaMeWe-3	Sept. 1999	39.000 km
03 APCN 2	Des. 2001	19.000 km
04 SAFE	Apr. 2002	13.500 km
05 i2icn	Apr. 2002	3.200 km
06 EAC-C2C	Nov. 2002	36.500 km
07 Tata TGN-Tata Indicom	Nov. 2004	3.175 km
08 SeaMeWe-4	Des. 2005	20.000 km
09 AAG	Nov. 2009	20.000 km
10 ASE	Agus. 2012	8.148 km
11 SJC	Juni, 2013	8.900 km
12 BBG	Q1, 2016	8.100 km
13 APG	Nov. 2016	10.400 km
14 SeaMeWe-5	Des. 2016	20.000 km
15 AAE-1	Juni, 2017	25.000 km
16 SEA-US	Agus. 2017	14.500 km
17 ASC	Sept. 2018	4.600 km
18 INDIGO-West	Mei, 2019	4.600 km
19 PEACE Cable	Mar. 2022	21.500 km
20 IAX	Q3, 2023	5.791 km
21 ADC	Q4, 2023	9.800 km
22 MIST	2023	8.100 km
23 Bifrost	Q2, 2024	19.888 km
24 Apricot	Q4, 2024	11.972 km
25 Echo	2024	17.184 km
26 SEA-H2X	2024	5.000 km
27 SJC2	2024	10.500 km
28 SeaMeWe-6	Q2, 2025	21.700 km
29 ALC	Q3, 2025	6.000 km
30 Hawaiki Nui	2025	25.000 km
31 ACC-1	2026	19.000 km

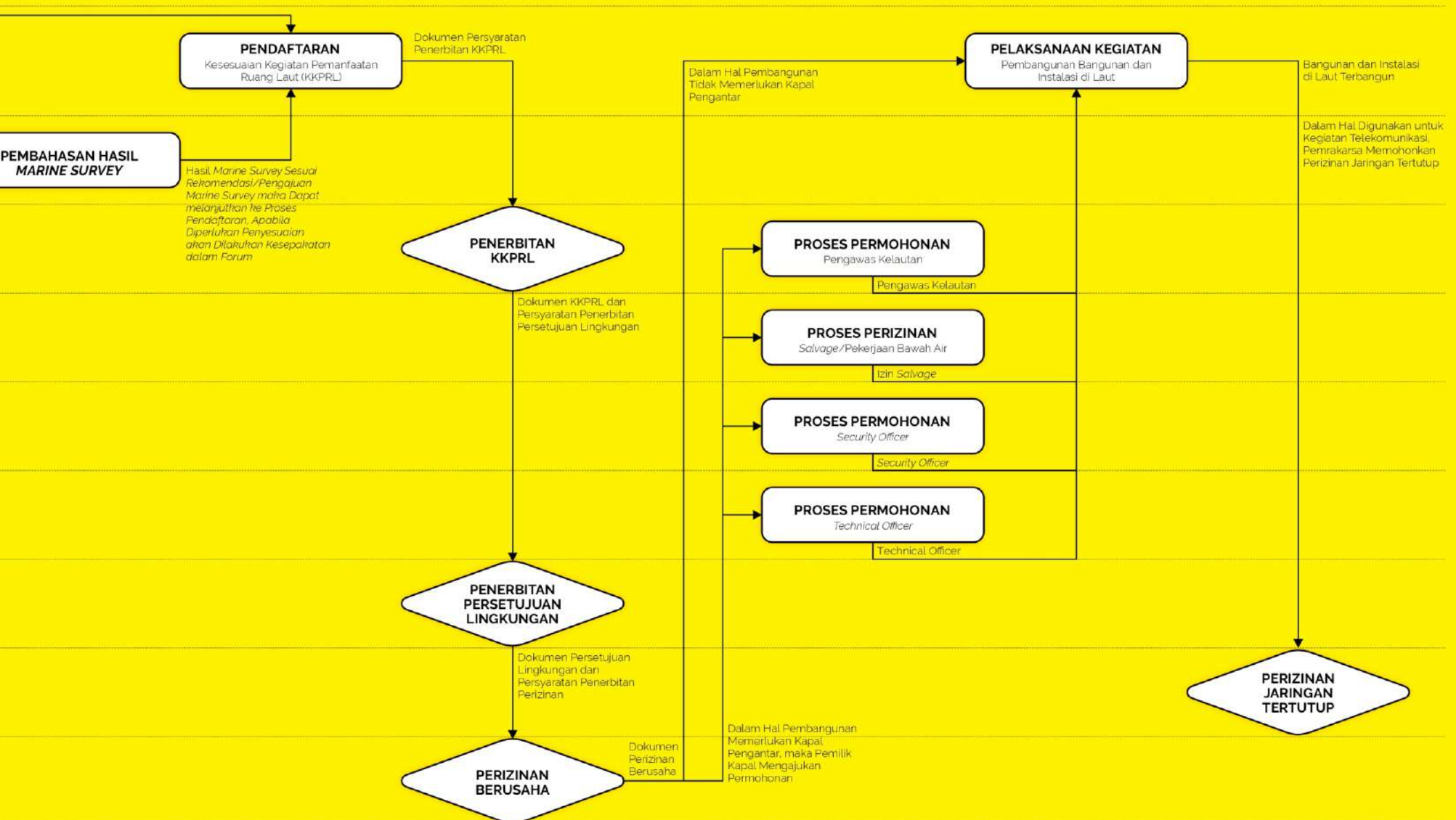
Sumber : Diolah dari [submarinecablemap.com](http://submarinecablemap.com), last update Agustus 2023, TeleGeography



## MEKANISME PENYELENGGARAAN PENDIRIAN DAN/ATAU PENEMPATAN BANGUNAN DAN INSTALASI DI LAUT

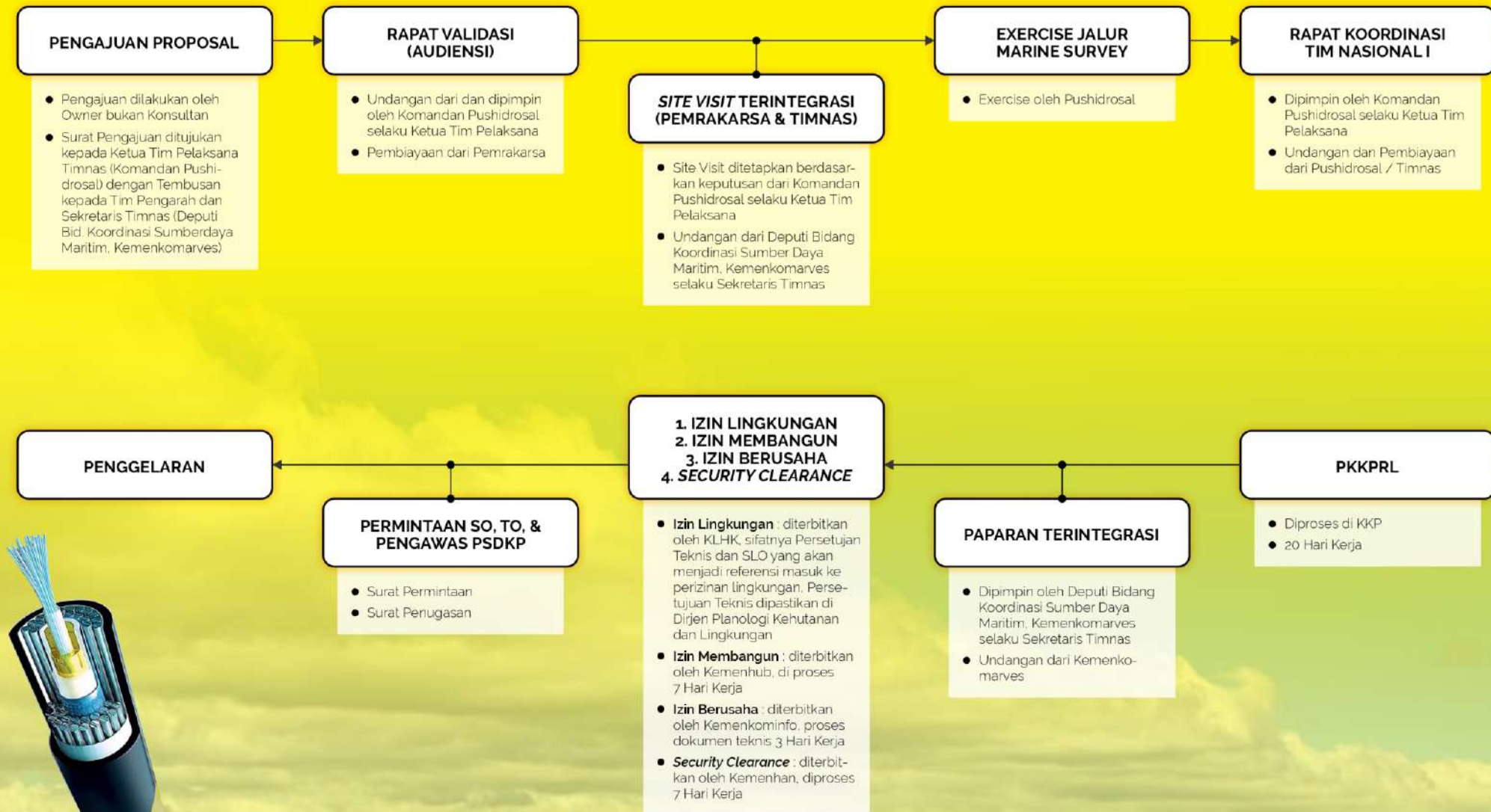


Sumber: Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 42 Tahun 2022 tentang Mekanisme Penyelenggaraan Pendirian dan/atau Penempatan Bangunan dan Instalasi di Laut.

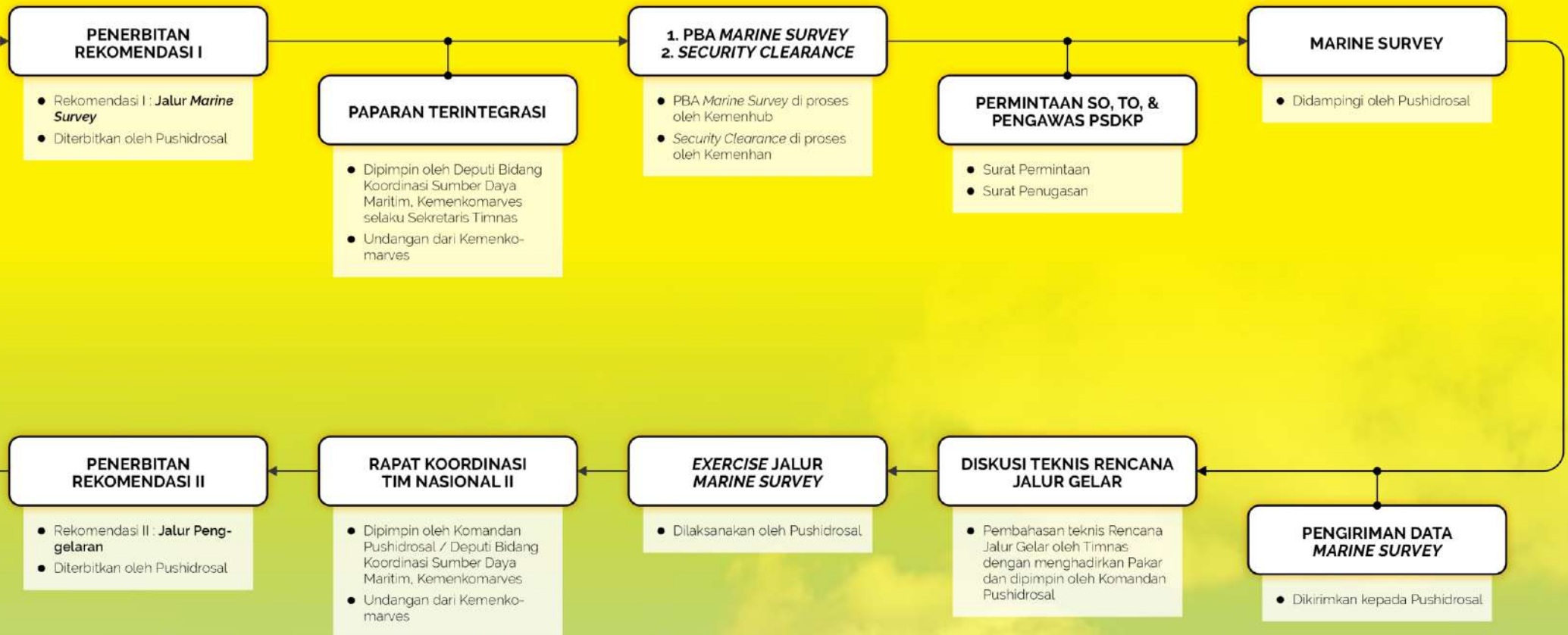


## PROSES BISNIS PENGELARAN PIPA DAN/ATAU KABEL BAWAH LAUT

PENGEJAWANTAHAN KEPMEN-KP NO. 42 TAHUN 2022, SEBAGAIMAN TERMAKTUB DALAM E-PIPAKABEL







**proses bisnis atau tahapan yang harus dilalui pelaku usaha jika ingin membangun bangunan dan/atau instalasi di laut, dalam hal ini tentunya termasuk para operator SKKL.** Lalu diterbitkan pula Keputusan Menteri Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi Nomor 124/DII Tahun 2022 tentang Tim Nasional Pengelolaan Penyelenggaraan Alur Pipa dan/atau Kabel Bawah Laut yang menggantikan Kepmen Marves No. 46 Tahun 2021.

Hal penting lainnya di tahun 2022 adalah dengan diterbitkannya Peraturan Presiden RI Nomor 82 Tahun 2022 tentang Perlindungan Infrastruktur Informasi Vital. Perpres tersebut hadir sebagai wujud perhatian Pemerintah untuk memberikan arah, landasan, dan kepastian hukum dalam melindungi infrastruktur informasi vital dari segala jenis gangguan sebagai akibat penyalahgunaan informasi elektronik dan transaksi elektronik, yang dapat menimbulkan kerugian dan dampak yang serius terhadap kepentingan umum, pelayanan publik, pertahanan dan keamanan, serta perekonomian nasional.

Belum beranjak dari tahun 2022, sosialisasi Pembangunan Proyek KPBU Palapa Ring Integrasi digaungkan oleh Kemenkominfo, yang merupakan kelanjutan dari Proyek Palapa Ring (Eksisting) yang telah beroperasi sejak 2019. Palapa Ring Integrasi akan menghubungkan ketiga jaringan tulang punggung Palapa Ring Barat, Tengah dan Timur, juga disiapkan untuk mendukung keberadaan Ibu Kota Nusantara dengan akses data berkecepatan tinggi serta berkonsep teknologi hijau. Jaringan Palapa Ring Integrasi ini, secara langsung akan mencakup wilayah layanan 78 kabupaten/kota di 14 Provinsi, melayani sekitar 16,4 juta penduduk, dimana 11,3 juta penduduk diantaranya adalah yang belum terlayani. Palapa Ring Integrasi ditargetkan sudah beroperasi pada tahun 2025 (Kemenkominfo, 2022).

Menginjak tahun 2023, pengembangan sistem digitalisasi untuk pengelolaan pipa dan/atau kabel bawah laut diwujudkan melalui peluncuran aplikasi E-Pipakabel sebagai aktualisasi Kepmen-KP No. 42 Tahun 2022. **Aplikasi E-Pipakabel membantu mekanisme penyelenggaraan pipa dan/atau kabel bawah laut yang terintegratif, efektif dan efisien, serta transparan, sekaligus memudahkan mekanisme penggelarannya.** Di tahun 2023 pula diterbitkan Keputusan Menteri Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi Nomor 51/DI Tahun 2023 tentang Perubahan Atas Keputusan Menteri Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi Nomor 124/DII Tahun 2022 tentang Tim Nasional Pengelolaan Penyelenggaraan Alur Pipa dan/atau Kabel Bawah Laut.

Akhir cerita dari lika-liku perjalanan penyelenggaraan SKKL di Indonesia hingga tahun 2022 ditandai dengan sebanyak 65 SKKL yang telah dibangun dan beroperasi, serta tergelar di wilayah perairan nasional, dengan total panjang ±68.501 km. Distribusi SKKL tersebut terdiri dari 38 SKKL domestik (orientasi nasional) sepanjang ±42.554 km, 9 SKKL regional sepanjang ±3.262 km, dan 19 SKKL internasional sepanjang ±22.685 km. Untuk SKKL domestik terdapat 13 operator yang telah berkecimpung dalam penyelenggaraan SKKL.

Secara berangsur-angsur pula, rata-rata kecepatan internet yang semula hanya 14,4 Kbps di awal 1990-an menjadi 28,8Kbps, 33,6Kbps, 56,6Kbps. hingga awal 2023 menjadi 20,17 Mbps (Speedtest Global Index edisi Februari 2023, Ookla). Meski dengan catatan yang masih perlu digarisbawahi, bahwa menurut laporan tersebut Indonesia masih menempati posisi 103 dari 137 negara di dunia, bahkan terendah di kawasan Asia Tenggara.

BAGIAN TIGA

## SETELAH KABEL BAWAH LAUT TERGELAR

### GELARAN KABEL BAWAH LAUT YANG TERLANJUR SEMRAWUT

Setelah berlangsung lebih dari 20 tahun, baru disadari bahwa kabel-kabel bawah laut yang telah tergelar dan tergeletak di dasar perairan kita rupanya tersebar tidak beraturan dan tidak tertata secara baik. Sepanjang tahun 2021, ramai pemberitaan dan pembahasan di media elektronik, media cetak, dan terlebih di media sosial terkait kesemrawutan kabel bawah laut yang mengiringi penerbitan dan sosialisasi Permen-KP No. 14 Tahun 2021 tentang Alur Pipa dan/ atau Kabel Bawah Laut. Bahkan sorotan kesemrawutan tersebut tak hanya mengarah pada kabel bawah laut serat optik, akan tetapi juga kabel bawah laut listrik dan termasuk pipa bawah laut, beserta ragam fenomena gangguan yang terjadi selama ini.



Kesemrawutan gelaran kabel bawah laut tersebut merupakan persoalan yang terkuak setelah identifikasi dan telaahan terhadap dinamika pemanfaatan ruang laut dilakukan semakin intensif dan mendalam dalam beberapa tahun terakhir (seiring mandat penyusunan Rencana Tata Ruang Laut dan termasuk amanat pengintegrasian dengan RTRWN), setelah pembauran antara instansi terkait semakin menguat, dan juga setelah permohonan pembangunan SKKL baru semakin masif. Secara umum, hal ini menegaskan kembali bahwa konsekuensi ini terjadi atas sebab keterlambatan dalam membangun aturan yang komprehensif dan sistematis terkait siber sebagaimana yang telah diutarakan dalam bahasan sebelumnya.

Adapun fenomena kesemrawutan kabel bawah laut sebetulnya lebih mengarah pada area atau wilayah tertentu, tidak merata terjadi di seluruh wilayah perairan nasional. **Selat Malaka hingga Laut Natuna merupakan area atau jalur perlintasan SKKL terpadat, sehingga dapat dikatakan area ini merupakan jalur strategis dan vital bagi jaringan telekomunikasi dunia saat ini maupun di masa mendatang, dimana Batam (dan Singapura) sebagai poros atau simpul utamanya.** Persoalan kesemrawutan di wilayah perairan ini merupakan yang paling kompleks (rumit), mengingat tak hanya karena banyaknya SKKL yang telah tergelar, akan tetapi juga karena ragam alur dan jenis pemanfaatan ruang yang ada.

Sementara itu, Selat Gaspar juga menjadi jalur strategis yang banyak diminati oleh para penyelenggara SKKL, khususnya yang mengarahkan koneksinya ke Jakarta dsk, dan ke Australia. Upaya penanganan kesemrawutan kabel bawah laut yang terjadi di wilayah perairan ini cenderung lebih rendah, dan kedepannya masih memungkinkan melalui solusi pengalihan jalur SKKL baru

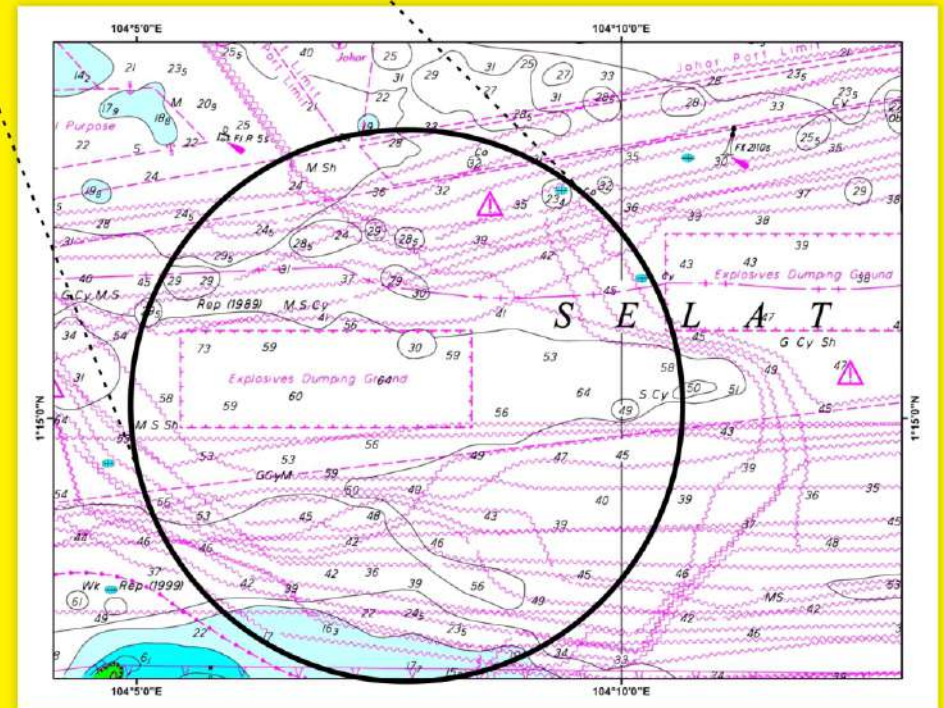
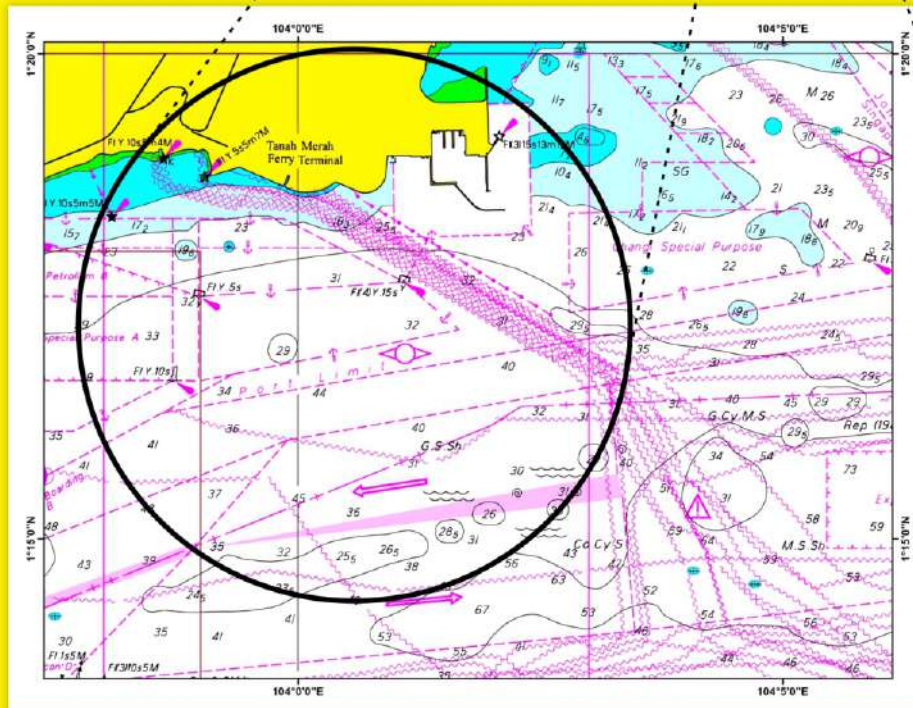
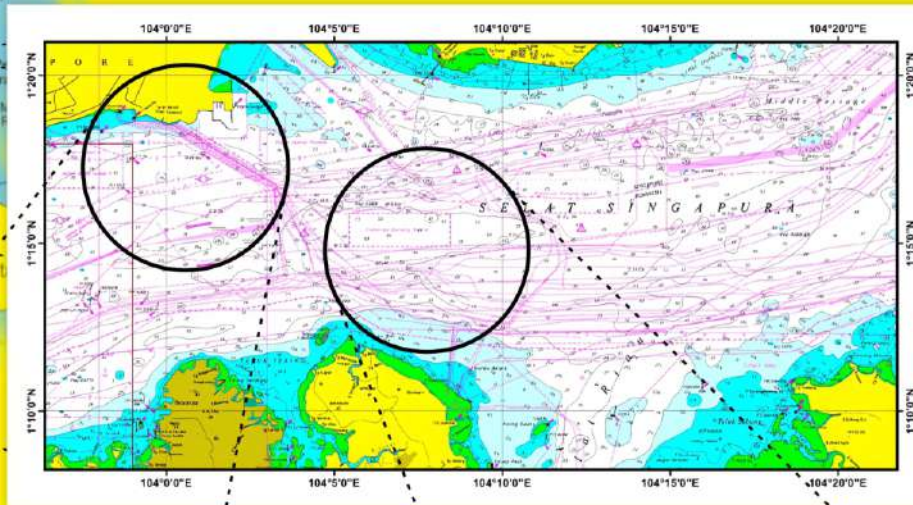
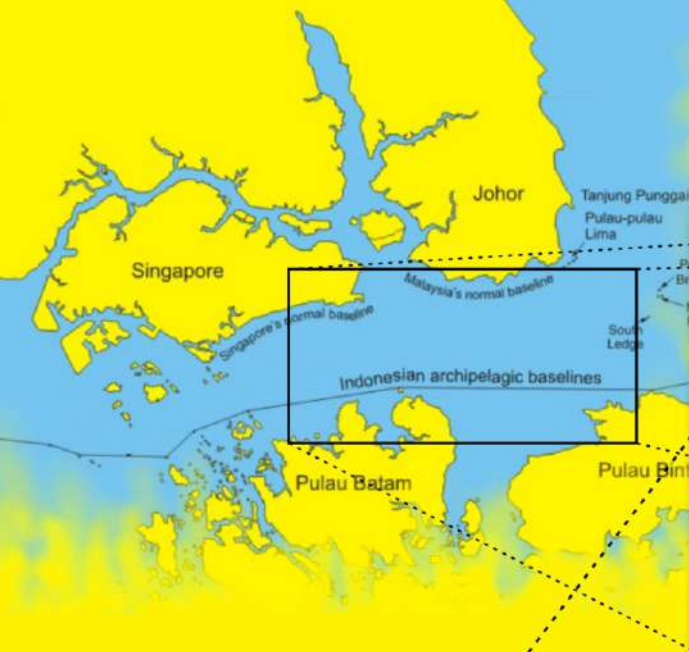
ke Selat Karimata, sebagaimana beberapa SKKL baru yang akan (mulai) dibangun seperti Apricot, Bifrost, Echo, Hawaiki Nui, dan ACC-1.

Perairan nasional lainnya secara umum masih memiliki tingkat kepadatan gelaran SKKL yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan Selat Malaka, Laut Natuna, dan Selat Gaspar. Akan tetapi seiring dengan rencana maupun proses pembangunan SKKL (domestik dan internasional) yang tengah dan akan bergulir menunjukkan beberapa wilayah perairan nasional lainnya akan menjadi area perlintasan yang semakin bernilai penting, seperti Laut Jawa, Selat Makassar, dan Laut Flores. **Perkembangan yang terjadi sejauh ini merupakan sinyalemen bahwasannya wilayah perairan nasional ke depan akan semakin dilirik dan diminati oleh operator SKKL domestik maupun internasional, sehingga tingkat kesemrawutan yang terjadi saat ini dan potensinya di masa mendatang sudah harus diperhitungkan secara baik dan diantisipasi sejak saat ini.**

Upaya Pemerintah melalui penerbitan Permen-KP 14 Tahun 2021 serta pembentukan dan pengintensifan peran Tim Nasional Pengelolaan Penyelenggaraan Alur Pipa/Kabel Bawah Laut telah menunjukkan adanya langkah nyata dan signifikan dalam menyikapi dan menangani persoalan kabel bawah laut yang semrawut. Penertiban jalur dan koridor pipa dan/atau kabel bawah laut pun secara bertahap mulai dilaksanakan, sejalan dengan upaya mengoptimalkan pembangunan SKKL pada jalur-jalur lainnya yang belum dimanfaatkan. Pushidrosal (2021) mengungkapkan bahwa *“untuk kabel bawah laut, dari 217 alur yang ada (ditetapkan), 55 alur belum dimanfaatkan. Sementara dari 327 kabel yang tergelar, 145 di antaranya ada di luar alur, dengan rincian 134 kabel aktif, sisanya tidak aktif”*.

## PERBANDINGAN KONDISI GELARAN (ALUR) KABEL BAWAH LAUT EKSISTING ANTARA INDONESIA DENGAN SINGAPURA

Sumber : Diolah dari Pushidrosal, 2023



## MENGAMANKAN RIBUAN KILOMETER KABEL DI DASAR PERAIRAN

Sejatinya, beban tugas berat yang menanti setelah penggelaran dan operasionalisasi kabel bawah laut adalah pengamanannya, yakni dalam konteks perlindungan fisik jaringan (*physical security*). Betapa tidak, dengan nilai investasinya yang tak bisa dibilang murah, dengan harapan durasi keberfungsian yang tak sesaat, dengan pengguna kemanfaatannya yang tak sedikit, dengan peran vitalnya yang tak remeh, dengan cakupan area sebaran jaringannya yang tak kecil, serta dengan keberadaan fisik jaringannya yang tak biasa (di dasar laut), alhasil pengamanannya membutuhkan pengerahan sumber daya yang berbanding lurus pula, baik dalam bentuk biaya, pelaksana, perangkat, metode, hingga waktu.

**Beban pekerjaan dalam pengamanan SKKL jauh lebih besar dan kompleks bila dibandingkan dengan pengamanan kabel darat, terlebih saat terjadinya gangguan atau kerusakan pada jaringan SKKL, upaya penanganannya bisa membutuhkan pengerahan sumber daya yang berlipat-lipat.** Susmoro (2018) menuturkan bahwa *"kerugian negara jika kabel bawah laut putus kurang lebih Rp. 25 miliar untuk biaya perbaikan, sementara itu dalam prosesnya, kerugian yang ditanggung Rp. 6 miliar per hari dikalikan jumlah hari sampai SKKL itu tersambung kembali"*. Bastian (2019) juga menyampaikan *"recovery kabel laut biayanya besar, sekali putus membutuhkan biaya sekitar Rp. 40 - 50 miliar, belum termasuk kerugian bisnisnya"*.

**Dengan berbagai resiko yang dapat terjadi pada jaringan SKKL, maka pengamanannya menjadi sebuah urgensi, pada satu sisi untuk melindungi dari ragam faktor kerawanan atau ancaman**

**kerusakan, di sisi lainnya untuk memastikan operasionalisasi kabel bawah laut dapat berjalan secara optimal, yakni dalam menopang trafik telekomunikasi global.** Sebagai gambaran, ASKALSI (2019) menyebutkan bahwa pada tahun 2018 jumlah kasus kerusakan SKKL sebanyak 40 kasus. Adapun penyebab kerusakan SKKL, diungkapkan pula oleh ASKALSI, terdiri dari: 40% disebabkan pengguna peralatan aktivitas perikanan; 15% disebabkan lokasi penjangkaran kapal di luar wilayah yang ditetapkan, jangkar terkena arus, dan darurat jangkar; dan 45% disebabkan peristiwa alam (natural geologis kelautan) dan hidro-biologi.

Tak hanya itu, berbagai kasus gangguan terhadap SKKL yang menjurus pada aksi vandalisme hingga sabotase realitanya telah berulang kali terjadi. Beberapa fakta menarik yang diungkap oleh Supartono, Madjid, Syah (2018) dalam jurnal Pengamanan Sistem Komunikasi Kabel Laut pada Alur Laut Kepulauan Indonesia 1 dalam rangka Keamanan Maritim, sebagai berikut:

*"Kasus pencurian kabel fiber optik bawah laut Southeast Asia-Middle East-West Europe 3 (SEA-ME-WE 3) milik PT Indosat Tbk yang menghubungkan jaringan komunikasi Indosat dari Jakarta menuju perairan Tuas, Singapura. Modus yang digunakan sindikat pencurian ini dilakukan dengan sangat profesional. Sebab, mereka beraksi dengan melakukan penyelaman di kedalaman antara 35 meter hingga 40 meter di bawah laut. Dengan menerjunkan tim penyelam yang menggunakan tabung oksigen, kabel diangkat menggunakan tali untuk kemudian dibawa ke permukaan air selanjutnya diangkat ke atas kapal. Setelah berada atas kapal, kabel dipotong menggunakan mesin gerinda hingga seukuran antara 2*



meter hingga 6 meter. Kapal yang sarat dengan muatan kabel curian kemudian dibawa ke Pulau Tambora dan Pulau Mempadi, Kabupaten Bintan. Di dua tempat itu, kabel kemudian dibakar untuk memisahkan tembaga dan besi dari kabel fiber optik sebelum dijual ke penadah besi scrab di wilayah Bintan dan Tanjung Pinang. Setelah itu, hasil peleburan dibawa ke Pelabuhan Sei Enam Bintan dengan diangkut menggunakan truk." (Viva News, 29 Juni 2013).

"Kemudian Tim Western Fleet Quick Response (WFQR) Satkamla Lantamal IV berhasil membongkar aksi pencurian kabel bawah laut di daerah Pulau Bintan. WFQR berhasil ditemukan barang bukti kabel laut yang sudah berupa besi dan tembaga yang sudah dikupas dengan berat ditaksir kurang lebih 20 ton (Batampos.co.id, 21 November 2016). Menurut Danlantamal IV Laksamana Pertama TNI S. Irawan aksi pencurian kabel bawa laut oleh sindikat ini sangat terorganisir dan melibatkan beberapa kelompok. "Pencurian ini sangat merugikan negara dan bahkan pelaku-pelaku ini bisa dikatakan penghambat pembangunan yang ada di Kepulauan Riau," ujar Irawan. Danlantamal IV mengakui dari jumlah kurang lebih 20 ton kabel bawah laut ini yang berhasil disita memiliki nilai ekonomis yang tinggi karena mempunyai kandungan tembaga dan besi yang harganya cukup fantastis. "Kita juga akan bekerja sama dengan Kepolisian untuk mengungkap siapa penadah barang-barang ini," ujarnya. Irawan dan jajarannya bertekad memberantas tindak pencurian kabel bawah laut di Kepri. Irawan mengingatkan pemerintah daerah juga harus berperan aktif membina masyarakat memberikan solusi lapangan kerja. "Kalau kita

analisa, aksi pencurian ini disebabkan faktor ekonomi dan cara mudah mendapatkan uang," (Dispen Lantamal IV yang dikutip oleh Batampos, 21 November 2016).

"Kapal Ditpolair Baharkam Polri, Perkakak-3017 menangkap KM Revi 2 bermuatan kabel bawah laut hasil curian, Rabu (25/5/2016) dini hari di perairan pulau Kelong. Menurut Komandan Kapal Perkakak-3017 Polri AKP Hodge Daniel Aritonang, penangkapan berawal pada saat kapal melakukan patroli, dan mendapati sebuah kapal yang membawa kabel di tengah laut. Hodge menjelaskan, bahwa kabel tersebut di curi dari bawah laut, di perbatasan laut Bintan dan Natuna yang dibawa dengan KM Revi 2. Saat dilakukan pengeledahan didapati kurang lebih 10 ton kabel yang disembunyikan dalam lambung kapal." Pengakuan tersangka, mereka mengambil di tengah laut, perbatasan pulau Bintan dan Laut Natuna, sekitar 35 mil dari pulau Kelong Bintan," ujar Hodge. Dari penangkapan tersebut, polisi berhasil mengamankan 9 orang yang berada di kapal tersebut, dan salah seorangnya merupakan tekong. Saat ini, para tersangka, barang bukti kapal dan kabel hasil curian, dibawa ke Polair Polda Kepri di Sekupang." (Batam News, 26 Mei 2016).

Dari uraian di atas menunjukkan bahwa resiko ancaman dan/atau gangguan terhadap kabel bawah laut bisa terjadi dalam berbagai bentuk. Lehto, Martti, Karri, Marti (2019) telah mengklasifikasikan tipe ancaman kabel bawah laut, mencakup:

1. **Ancaman alam (*natural threats*)**, seperti ikan, gempa bumi, tsunami, dan badai/pusaran air;
2. **Ancaman ketidaksengajaan (*accidental threats*)**, seperti aktivitas nelayan, jangkar kapal, dan pengerukan;

3. **Ancaman kejahatan (*malicious treath*)**, seperti *cyber attack*, vandalisme, terorisme, *hacktivist*, pencurian, *state actors*, dan peperangan bawah laut (*undersea warfare*), dimana pada tipe ini dapat diuraikan kembali dalam:
  - a. ***Physical destruction* (pengrusakan fisik)**, yaitu skenario serangan pertama yang paling sederhana dipikirkan oleh penyerang adalah pengrusakan fisik, dapat menargetkan satu kabel saja maupun serangan terkoordinasi terhadap beberapa kabel yang terhubung, landing station, serta infrastruktur lainnya;
  - b. ***Data theft and intelligence* (pencurian data dan operasi intelijen)**, yaitu skenario serangan lain dengan melakukan *tapping* ke kabel untuk mengambil, menyalin, atau memodifikasi data untuk kepentingan intelijen;
  - c. ***Digital threat* (ancaman digital)**, yaitu skenario serangan ketiga dengan menggunakan *cyber weapons* untuk menargetkan *technical operability* infrastruktur kabel bawah laut.

Sementara itu, dalam sudut pandang yang berbeda, Bueger, C., & Liebetrau, T. (2021) menguraikan faktor kerawanan utama kabel bawah laut yang terdiri dari:

1. **Infrastruktur dan Lalu Lintas Maritim**  
Kabel yang terletak di atau dekat dengan area aktivitas maritim yang padat dari pelayaran, kapal penangkap ikan, kapal rekreasi, dan infrastruktur lepas pantai lainnya (pipa, taman angin) terancam oleh peralatan (jaring ikan, jangkar) dan pekerjaan konstruksi (pengerukan).
2. **Faktor Geologis**  
Aktivitas seismik di lautan menyebabkan gempa bumi, gempa laut, dan letusan gunung berapi yang pada gilirannya

mengakibatkan tanah longsor bawah laut dan tsunami, dimana situasi ini berpotensi menyebabkan kerusakan.

3. ***Lifetime Services***  
Semakin lama kabel terkena pasang surut dan arus yang berhubungan dengan cuaca permukaan, semakin tinggi kemungkinan resiko kerusakan terhadap abrasi, dimana kabel diproyeksikan dapat bertahan rata-rata 25 tahun.
4. ***Klaim Area yang Bersaing***  
Wilayah laut lepas yang tidak dilindungi hukum menyebabkan situasi yang rawan konflik.
5. ***Dual-Use Aspects***  
Semakin luas jangkauan kabel bawah laut, maka semakin tinggi peluang untuk dijadikan sasaran konflik.
6. ***Maritime Bottlenecks***  
Beberapa *chokepoint* maritim terganggu karena kepadatan kabel dan lalu lintas maritim yang tinggi. Tingkat keparahan dampak putusnya kabel tergantung pada: level redudansi, kapasitas perbaikan, kesamaan insiden, penggunaan internet dan kesiapan menghadapi *blackout*.

Dengan berbagai risiko kerawanan tersebut serta dengan kedudukannya sebagai obyek vital (nasional), maka pengamanan kabel bawah laut merupakan aktivitas yang bernilai esensial dan sekaligus strategis. **Di level negara, perhatian terhadap hal ini telah hadir, sebagaimana keberadaan Keppres No. 63 Tahun 2004 tentang Pengamanan Obyek Vital Nasional dan juga Perpres No. 82 Tahun 2022 tentang Perlindungan Infrastruktur Informasi Vital.** Pandangan mendasar terhadap perlindungan Infrastruktur Informasi Vital (IIV) tercermin pada Pasal 2 Perpres No. 82 Tahun 2022, yaitu "*Pengaturan pelindungan IIV bertujuan untuk: (a) melindungi keberlangsungan penyelenggaraan IIV*



## MATRIKS SEGMENT ANCAMAN SIBER KABEL BAWAH LAUT

Sumber : Diolah dari Lehto, Martti, Karri, Marti 2019, Arctic Connect Project and Cyber Security Control, ARCY

	Submarine Cable Segment Threat	Land and Beach Area	Near Shore Area ~ 50 m	Off Shore Area ~ 50-100 m	Continental Shelf ~ 100-200 m	Deep Sea ~ 200 m +
Natural Threat	Sharks	Low	Low	Medium	Medium	Low
	Earthquake	Low	High	High	High	High
	Landslide	Low	Medium	Medium	High	High
	Volcano	Medium	Medium	Medium	High	High
	Tsunami	Low	High	Medium	Medium	Medium
	Iceberg	Low	Low	Low	Low	Low
	Ocean Current	Low	Low	Low	Low	Low
Accidental Threat	Fishing	Low	High	Medium	Low	Low
	Anchor Dragging	Low	High	Medium	Low	Low
	Dredging	Low	High	Low	Low	Low
Malicious Threat	Cyber Attacks	High	High	Low	Low	Low
	Vandalism	High	High	Low	Low	Low
	Activists	High	High	Low	Low	Low
	Theft	Low	High	Medium	Low	Low
	Terrorist	Medium	High	Medium	Medium	Low
	State-Actors	Low	Medium	High	High	High
	Undersea Warfare	Low	Low	Low	Low	Low

Threat Impact Level : Low Medium High



*secara aman, andal, dan tepercaya; (b) mencegah terjadinya gangguan, kerusakan, dan/atau kehancuran pada IIV akibat serangan siber, dan/atau ancaman/kerentanan lainnya; dan (c) meningkatkan kesiapan dalam menghadapi Insiden Siber dan mempercepat pemulihan dari dampak Insiden Siber".*

Melalui Perpres No. 82 Tahun 2022 juga telah dibangun kerangka pengamanan IIV sebagaimana muatan pengaturannya yang menjangkau aspek penerapan standar keamanan siber, manajemen risiko keamanan siber, dan pengelolaan insiden siber. Demikian halnya dengan cakupan sektor-sektor terkait, institusi/ lembaga yang terlibat, kedudukan dan peran operator, hingga instrumen yang dibutuhkan dalam penyelenggaraannya telah diarahkan dalam Perpres ini.

**Ditataran implementatif, upaya-upaya yang mengarah pada pembangunan dan/atau pengembangan sistem monitoring SKKL telah pula berjalan.** Kementerian Perhubungan telah mengembangkan Sistem Informasi Manajemen Kesatuan Penjagaan Laut dan Pantai (SIMKPLP), dimana hal-hal pokok yang disasar melalui SIMKPLP mencakup:

1. Mewajibkan Pemilik SKKL untuk melaporkan kondisi teknis keberadaan SKKL secara periodik kepada Ditjen Hubla melalui kegiatan pemeriksaan bawah air sehingga dapat dilakukan penanganan apabila keberadaan SKKL tersebut dapat berpotensi membahayakan keselamatan dan keamanan pelayaran serta keamanan SKKL itu sendiri.
2. Mengevaluasi keberadaan SKKL agar tetap sesuai dengan ketentuan teknis yang ditetapkan terkait penempatan, pemendaman dan penandaan, termasuk realisasi pemetaan pada Peta Laut Indonesia.

3. Melakukan pembongkaran apabila SKKL sudah tidak memenuhi ketentuan atau tidak digunakan lagi.

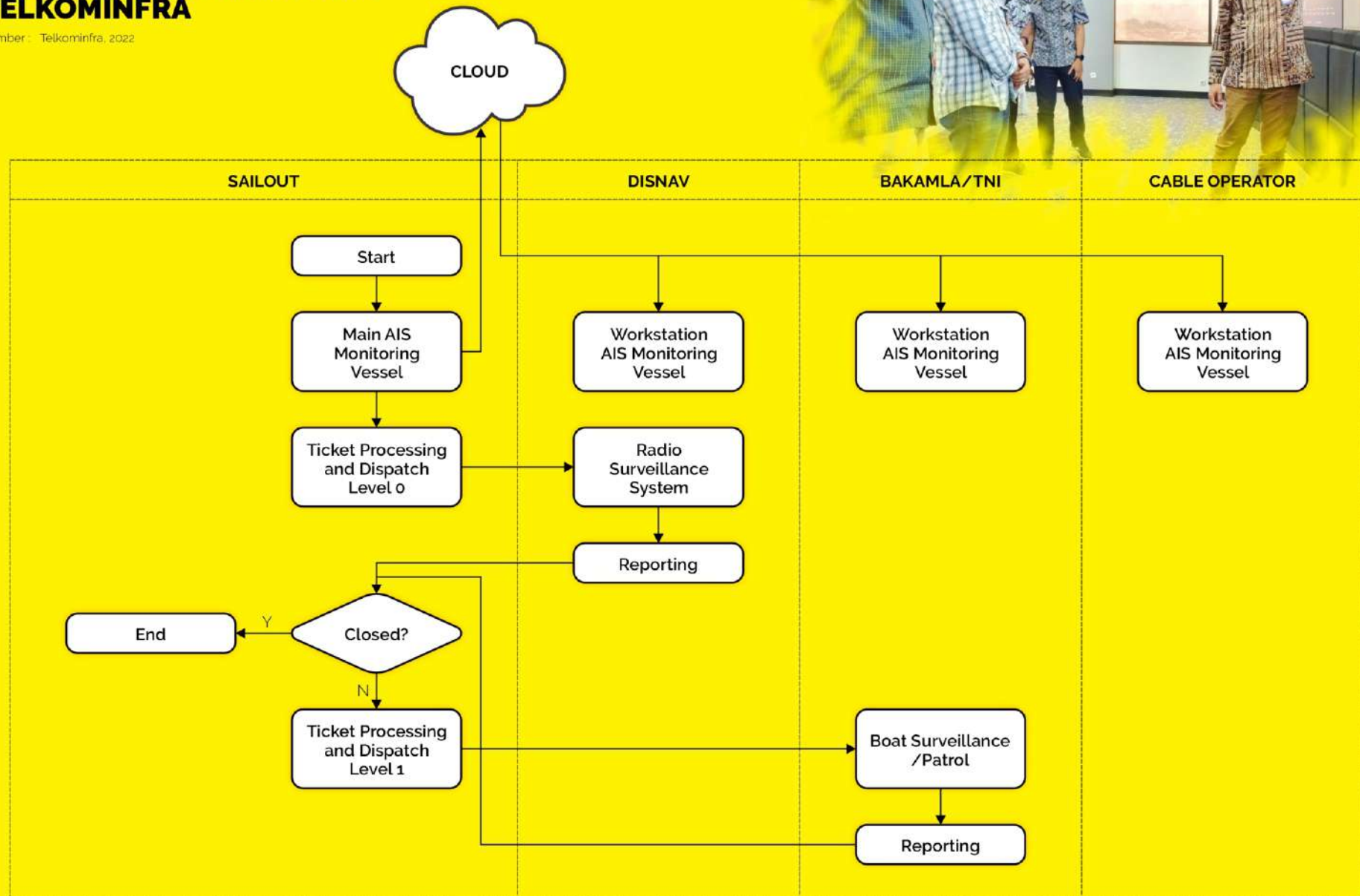
Penerapan SIMKPLP juga dibarengi dengan penerapan aturan yang sejalan, seperti Permenhub No. PM 58 Tahun 2019 tentang Perubahan Atas Permenhub No. PM 7 Tahun 2019 tentang Pemasangan dan Pengaktifan Sistem Identifikasi Otomatis bagi Kapal yang Berlayar di Wilayah Perairan Indonesia. Melalui aturan ini, *Automatic Identification System* (AIS) wajib dipasang dan diaktifkan pada kapal berbendera Indonesia, sehingga intensitas dan pergerakan kapal dapat lebih mudah dimonitor dan tentunya potensi maupun kasus gangguan SKKL menjadi lebih mudah dideteksi.

Pada dasarnya, sistem monitoring kabel bawah laut telah melekat sejak direncanakannya penggelaran SKKL oleh pemilik dan/atau operator kabel. Untuk mengamankan jaringan infrastruktur yang mahal agar dapat beroperasi dalam jangka panjang, para pengelola kabel melakukan sejumlah langkah mitigasi secara mendalam sebelum kabel digelar. Sehingga masing-masing operator umumnya telah memiliki skema sistem monitoring tersendiri, meski ada pula yang mempercayakan untuk dikelola oleh unit usaha lainnya yang menspesialisasikan layanannya di bidang monitoring dan/atau *maintenance* kabel bawah laut. Bahkan, operator kabel juga menetapkan standar pengamanan yang tinggi pada kabel, untuk menghindari kecelakaan yang berakibat mahal.

**Pada akhirnya, sistem monitoring kabel bawah laut (SKKL) di Indonesia sejauh ini masih dalam tahap penjajakan, baik dalam membangun aturan dan ketentuannya, dalam membangun formulasi dan instrumennya, dalam membangun skema dan**

## SISTEM MONITORING SKKL TELKOMINFRA

Sumber : Telkominfra, 2022



pola kemitraan kerjanya, dalam menyiapkan teknologi dan perangkatnya, hingga dalam mengujicoba dan menerapkan sistem dan mekanismenya. Mengingat nilai penting dan arus perkembangan penyelenggaraan SKKL yang begitu cepat, maka berharap pengamanan kabel bawah laut segera menuju pada kemandirian dan ketangguhan dalam pengaturan dan penyelenggaraannya.

## MEWASPADAI MARABAHAYA SIBER

Kiranya, geliat pertumbuhkembangan ekosistem dan aktivitas di dunia siber sejalan pula dengan pertumbuhkembangan aktivitas-aktivitas yang membahayakan dan merugikan, baik yang dilakukan oleh individu, kelompok atau organisasi, bahkan oleh negara. Salahsatu *headline* pemberitaan CNN Indonesia (19/01/2023) membuat mata terbelalak, menyebutkan “BSSN: Hampir 1 Miliar Serangan Siber Hantam RI di 2022”. Dalam artikel tersebut juga diinformasikan bahwa total anomali trafik sepanjang 2022 mencapai 976.429.996 kali, dimana menurut jenis serangannya di antaranya berupa *malware* 56,84%, kebocoran data 14,75%, dan aktivitas *trojan* sebanyak 10,90%. Pada tahun sebelumnya, BSSN mencatat terdapat lebih dari 1,65 miliar anomali trafik keamanan siber pada periode Januari-Desember 2021.

Dalam Naskah Akademis Rancangan Undang-Undang tentang Keamanan dan Ketahanan Siber (RUU KKS) didapati tiga istilah yang merepresentasikan bahaya siber, yaitu ancaman siber, insiden siber dan serangan siber, dengan definisi sebagai berikut:

1. **Ancaman Siber** adalah segala upaya, kegiatan, dan/atau tindakan, baik dari dalam negeri maupun luar negeri, yang dinilai dan/atau dibuktikan dapat melemahkan, merugikan, dan/atau menghancurkan Kepentingan Siber Indonesia.

2. **Insiden Siber** adalah ancaman siber yang mengakibatkan sistem elektronik siber tidak berfungsi sebagaimana mestinya.
3. **Serangan Siber** adalah ancaman siber yang mengakibatkan objek pengamanan Siber menjadi tidak berfungsi, sebagian atau seluruhnya, dan/atau bersifat sementara atau permanen.

Dengan demikian risiko siber mencakup ancaman, insiden, dan serangan siber yang dapat menimpa individu, organisasi, hingga negara. **Risiko siber menjadi hantu di dunia maya tanpa adanya pengecualian bagi pihak manapun yang dapat berlepas diri darinya, sebagaimana tutur Gartner (2022) “No organization is 100% secure, and organizations cannot control threats or bad actors. Organizations only control priorities and investments in security readiness”.** Kasus peretasan dan *doxing* yang dilakukan Bjorka terhadap data negara dan sejumlah pejabat publik begitu menyita perhatian seluruh kalangan sejak akhir 2022 hingga awal 2023, dan menegaskan pemahaman bahwa risiko siber dapat menyerang dan menimpa siapapun.

Tidak ada titik pusat dalam serangan siber, karena penyerangan dapat dimulai dari berbagai titik, yakni dengan memanfaatkan titik terlemah dari sistem yang dimiliki suatu organisasi. Berdasarkan celah keamanan, serangan siber dapat masuk dari hal-hal berikut:

1. **Infrastruktur** : peretasan perangkat *server*, perangkat jaringan, dan lainnya, dengan berbagai metode.
2. **Aplikasi** : peretasan melalui celah keamanan yang ada di aplikasi seperti *SQL injection*, *cross scripting*, dan lain.
3. **People** : dilakukan melalui *social-engineering*, yakni memperdaya pengguna atau pengelola untuk mendapatkan hak



akses atau informasi/data. Biasa dilakukan melalui *phishing* terhadap *website*, *e-mail*, *browser*, *sms*, dan sebagainya.

Sementara itu, serangan siber (*cyber attack*) memiliki modus atau pola penyerangan yang bervariasi, sehingga kadar gangguan atau dampak kerugiannya bervariasi pula. Berdasarkan kasus-kasus yang terjadi pada umumnya, maka modus serang siber dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. ***Phishing and social-engineering-based attacks*** : penipuan kepada *legitimate user*, sehingga penyerang mendapatkan akses ke sistem atau mendapatkan informasi penting;
2. ***Internet-facing service risks (including cloud services)*** : risiko adopsi *digital service* yang menyebabkan semakin banyaknya aset digital yang terekspos ke publik melalui internet.
3. ***Password-related account compromises*** : penggunaan teknik *hacking* dalam melacak *password* untuk mendapatkan akses ke *asset/system critical*.
4. ***Misuse of information*** : penyalahgunaan atau penyebaran informasi yang tidak seharusnya, oleh *authorized users*.
5. ***Network-related and man-in-the-middle attacks*** : melakukan penyadapan terhadap lalu lintas informasi, yang mungkin tidak menggunakan enkripsi.
6. ***Supply chain attacks*** : partners maupun vendors yang telah disusupi *system hacker* menjadi celah untuk masuk ke sistem lain yang terhubung dengan sistem tersebut.
7. ***Denial-of-service attacks (DoS)*** : sistem serangan yang menyebabkan terganggunya *service* suatu sistem.
8. ***Ransomware*** : penguasaan sistem informasi enterprise oleh *hacker*, serta minta penebusan untuk keberlanjutan penggunaan data tersebut.

Dengan berbagai bentuk serangan siber tersebut menyebabkan risiko siber dengan skala kerusakan yang tak hanya menasar pada jaringan, data, layanan, dan sistem, lebih jauh dari itu bisa menjangkau pada rusaknya citra dan kredibilitas pihak atau organisasi, bahkan negara. Secara umum risiko siber menyangkut ancaman-ancaman sebagai berikut:

1. ***Confidentiality***, yaitu kerahasiaan data yang dapat dibocorkan ke pihak lain.
2. ***Integrity***, yaitu adanya perubahan data tanpa autorisasi pihak yang berwenang.
3. ***Availability***, yaitu terganggu bahkan terhentinya suatu *service* ataupun sumber informasi yang tidak seharusnya.
4. ***Security***, yaitu ancaman terhadap keberlangsungan baik organisasi maupun pihak yang terkait dengan organisasi.
5. ***Reputasi***, yaitu menurunnya tingkat kepercayaan publik atau *customer* terhadap suatu organisasi, penyelenggara negara, maupun figur masyarakat.

Bahwasannya marabahaya siber tak hanya berlangsung di dunia maya, namun dapat juga mengarah pada infrastruktur fisik siber, dalam hal ini kabel bawah laut atau SKKL. Lehto, Martti., Karri, dan Marti (2019) dalam *Arctic Connect Project and Cyber Security Control*, ARCY, telah mengklasifikasikan ancaman dan serangan siber terhadap kabel bawah laut, terdiri dari:

1. ***Cyber Vandalism***, yaitu serangan siber yang dilakukan secara sengaja maupun tidak sengaja, contohnya pencurian bagian kabel untuk kepentingan finansial dan kabel yang rusak dikarenakan terkena jangkar kapal.
2. ***Cyber Crime***, yaitu serangan siber yang merusak jaringan kabel dengan tujuan tertentu.



3. **Cyber Terrorism**, yaitu serangan siber yang dilakukan atas kepentingan kelompok teroris.
4. **Cyber Espionage**, yaitu menghubungkan/memasang perangkat penyadap seperti *intelligence collection device* yang dipasangkan ke kabel baik di tanah, di *landing points*, di titik *amplified traffic* ataupun di dasar laut, contohnya menggunakan *Remotely Operated Underwater Vehicle* (ROV).
5. **Cyber Warfare**, yaitu perang siber yang terjadi antar dua negara atau lebih hingga memotong konektivitas kabel bawah laut antar negara tersebut, walaupun kemungkinan untuk memotong konektivitas kabel bawah laut antar dua negara sangat kecil karena merugikan kedua belah pihak.

Sementara itu, Bueger, Christian (2022) mengungkapkan modus serangan atau pengrusakan jaringan SKKL (*physical destruction*) melalui cara-cara sebagai berikut:

1. Dengan mempersenjatai kapal sipil, termasuk kapal penelitian, kapal penangkap ikan, kapal pengangkut atau kapal pesiar rekreasi, dan menggunakan *improvised cutting devices* (ICD) seperti jangkar dan alat pengerukan.
2. Serangan menggunakan peledak bawah laut, dimana ini dapat dilakukan dengan menggunakan ranjau angkatan laut tingkat militer atau perangkat peledak improvisasi maritim (MIED) yang dapat dipicu dari jarak jauh.
3. Bentuk serangan ketiga adalah melalui kapal selam, kerajinan, atau drone dan kapal selam kelas militer, yang berawak maupun tidak berawak.
4. Bentuk serangan lain tidak secara langsung menargetkan kabel bawah laut tetapi infrastruktur yang lebih luas di darat, karena itu stasiun pendaratan di mana kabel bawah laut

terhubung ke darat adalah situs yang sangat rentan, dengan skenario serangan mulai dari memotong pasokan listrik, improvisasi alat peledak, hingga serangan rudal.

Dengan sekelumit gambaran atas marabahaya siber tersebut dan dengan membayangkan perkembangan atas motif, modus, dan intensitas serangan dan ancaman siber dimasa mendatang, maka ini benar-benar merupakan pekerjaan rumah besar yang tak bisa ditunda-tunda. **Karenanya membangun tatanan keamanan siber (*cyber security*) yang tangguh dan andal merupakan agenda mendesak, sebab akhirnya menyangkut perlindungan atas rakyat, dunia usaha, dan juga menyangkut kredibilitas dan kedaulatan negara.**

Melalui aturan dan sumber daya keamanan siber yang ada saat ini jelas bahwa Indonesia secara umum belum cukup siap dalam mengantisipasi dan terlebih menanggulangi marabahaya siber yang semakin masif dan bertumbuhkembang, termasuk dengan mempertimbangkan situasi politik dunia yang kian kompetitif dan bergejolak. **Diantara yang menjadi poin kunci dari persoalan ini adalah dengan mensegerakan tindak lanjut atas Rancangan Undang-Undang Ketahanan dan Keamanan Siber (RUU KKS) untuk ditetapkan, sehingga terdapat aturan induk yang akan menjadi dasar dan acuan utama dalam pengembangan dan pengimplementasiannya.**

BAGIAN EMPAT

# OPTIMALISASI MANFAAT EKONOMI DARI KABEL BAWAH LAUT

*"Dari perspektif geopolitik, hari ini — kedaulatan digital menjadi aspek sangat vital disebabkan data dan digital — dalam konteks tertentu— ia lebih berharga dibanding minyak, emas dan gas bumi, meski hal itu tidak bersifat hitam putih atau tidak serta merta", Pranoto (2020).*

Ungkapan di atas relevan dengan realitas dan perkembangan yang terjadi. Sejalan dengan laju inovasi digital, valuasi ekonomi digital dunia telah mencapai 15,5% (US\$ 15,56 triliun) dari total produk domestik bruto global (US\$ 103,75 triliun). Jumlah itu meningkat 2,5 kali lebih cepat dibandingkan 15 tahun terakhir (Bank Dunia dan IMF, 2022). **Ekonomi digital telah menjelma sebagai kekuatan ekonomi baru, dimana kelangsungan dan prospeknya di masa depan telah mendorong sejumlah negara melakukan upaya yang tidak sebatas untuk mengimbangi atau menyepadankan**

**dengan kemajuannya, akan tetapi juga berupaya penuh ambisi untuk menguasainya, mengingat dunia maya tidak mengenal batas teritorial.**

Adapun Indonesia, menurut hasil studi Google Temasek, Bain & Company, nilai ekonomi digital Indonesia pada tahun 2022 sebesar US\$ 77 miliar atau sekitar 4% dari PDB Nasional. Meskipun terus meningkat, namun sumbangsih terhadap PDB masih relatif kecil, terlebih bila dibandingkan dengan negara tetangga seperti Malaysia yang sekitar 19% dari PDB atau bahkan China yang mencapai 36% dari PDB. Hal tersebut menunjukkan bahwa kita masih cukup jauh dari harapan optimalisasi atas manfaat ekonomi digital.

Rasanya semua pakar telah bersepakat atas besarnya peluang dan prospek ekonomi digital di masa depan. Ekosistem ekonomi digital pun mencakup ragam bidang bisnis yang begitu luas. Akan tetapi, dalam bahasan ini kita akan lebih terfokus dalam menyoroti manfaat ekonomi yang dapat dikembangkan dari kabel bawah laut sebagai objek utama pembicaraan.

Laporan Submarine Telecom Industry menyebut, operator kabel telah membenamkan investasi hingga US\$ 50,7 miliar (Rp. 750 triliun) dalam 30 tahun terakhir. Selama periode 2017 – 2021 saja, total investasi mencapai US\$ 9,1 miliar (Rp. 135 triliun lebih). Rata-rata investasi kabel laut menghabiskan US\$ 40.000 (Rp. 600 juta) per kilometer panjang kabel (ASKALSI). Sehingga, penggelaran kabel bawah laut merupakan investasi yang mahal, dimana dalam buku *Sinyal dari Dasar Samudera* (Kemenko Marves) disebutkan bahwa *"Menggelar kabel optik di dasar samudra sesungguhnya hampir sama rumit dan mahalnya dengan menempatkan obyek dalam orbit bumi di angkasa. Sekali ditempatkan, akan sangat*

*sulit, dan sangat mahal, untuk diambil dan diperbaiki. Itu sebabnya, standar mutu yang ditetapkan untuk kabel laut sangat tinggi untuk memastikan jaringan di bawah laut itu dapat berumur panjang, tanpa perawatan, tanpa perbaikan atau intervensi apapun".*

Hanya dari kabel bawah laut saja telah membangkitkan bidang-bidang usaha yang beragam, baik pra penggelaran, penggelaran, dan pasca penggelaran. **Daya tarik investasi penggelaran kabel bawah laut di Indonesia menjadi lebih 'sexy' mengingat posisi dan nilai geostrategis yang menghubungkan dua samudera dan dua benua, serta 275 juta jiwa penduduknya merupakan pangsa pasar digital yang besar.** Tak heran bila akhirnya raksasa konten Google dan Facebook (Meta) pun akhirnya tergiur dan berkecimpung dalam investasi penggelaran SKKL, sebagaimana proyek Bifrost, Apricot, dan Echo yang koridor penggelarannya menjangkau wilayah perairan nasional.

**Namun demikian, hal penting yang menjadi penekanan adalah terkait respon nasional dalam menangkap peluang dan manfaat ekonomi atas penggelaran kabel bawah laut.** Data Kemenkominfo menyebutkan bahwa pada tahun 2022 terdapat 13 operator atau penyelenggara SKKL domestik, antara lain PT XL Axiata Tbk., PT Telkom Indonesia Tbk., PT Indosat Tbk., PT Jejaring Mitra Persada, PT LEN Telekomunikasi Indonesia, PT Mora Telematika Indonesia, PT NAP Info Lintas Nusa, PT Palapa Ring Barat, PT Palapa Timur Telematika, PT PGAS Telekomunikasi Nusantara, PT Super Sistem Ultima, PT Telekomunikasi Indonesia International, dan PT Mega Akses Persada.

Terdapat pandangan bahwa kehadiran operator SKKL domestik masih banyak dibutuhkan mengingat konsentrasi pulau-pulau dan kota-kota besar yang berpotensi sangat banyak dan tersebar,

serta 65,8 juta jiwa masyarakat yang belum terakses internet hingga 2022. Sementara itu, dari 217 alur kabel bawah laut yang ditetapkan dalam Kepmen-KP No. 14 Tahun 2021, sebanyak 55 alur belum dimanfaatkan.

Dalam hal produksi kabel bawah laut mulai menunjukkan geliat yang menggembirakan, dimana kapasitas produksi kabel serat optik bawah laut Indonesia mencapai 15.000 km yang dihasilkan dari 3 unit industri (Kemenperin, 2022). Hal yang menarik, CNN Indonesia (22/03/ 2019) mengabarkan produsen kabel serat optik PT Maju Gumilang Bersama (MGB) merupakan pabrik pembuatan fiber optik terbesar di Asia Tenggara. MGB berlokasi di Kawasan Industri Kendal (KIK), Jawa Tengah, memiliki kapasitas produksi kabel serat optik bawah laut mencapai 10 ribu km per tahun.

Senarai dengan operator SKKL, suplier kabel bawah laut nasional pun masih banyak dibutuhkan. Hingga saat ini ketergantungan terhadap impor kabel serat optik masih tinggi, sebagaimana yang dilaporkan Kemenperin, dimana nilai impor produk kabel serat optik tahun 2021 adalah US\$ 144,7 juta atau meningkat 35% jika dibandingkan dengan tahun 2020 yang sebesar US\$ 107,0 juta. Selain itu juga dilaporkan bahwa produksi kabel telekomunikasi (serat optik) materialnya terdiri dari 50% lokal dan 50% impor.

Demikian halnya untuk penyedia perangkat maupun sub-sub bisnis turunan lainnya yang dapat dikembangkan dari penyelenggaraan SKKL seperti jasa *research and surveillance*, *laying cable*, hingga *operational and maintenance*, saat ini masih menunjukkan ketergantungan tinggi terhadap produsen dan penyedia jasa dari luar negeri. Termasuk dalam hal sumber daya manusia untuk pekerjaan-pekerjaan khusus di ranah ini masih harus mendatangkan dari luar negeri pula.

Bahwa, dari penggelaran kabel bawah laut saja telah terendus potensi dan peluang ekonomi yang dapat dibangkitkan, yang sejalan dengan besaran nilai investasi sebagaimana di awal telah digambarkan. **Karena itu, penggelaran kabel bawah laut pada khususnya dan ekonomi digital pada umumnya dapat menjadi jalan baru dan koridor emas ekonomi Indonesia yang dapat membangkitkan geliat investasi nasional, menumbuhkan-kembangkan unit-unit usaha baru, meningkatkan dayaguna komponen atau material dalam negeri, menyerap tenaga kerja, dan keseluruhannya dapat mengantarkan pada kemakmuran dan kedaulatan digital Indonesia.**



## DAFTAR PUSTAKA

- Andriansyah, Chandra. 2022. *What's Up Palapa Ring? What's Next* ..... Backbone Infrastructure Division, BAKTI Kominfo.
- ASKALSI. 2023. *Prosedur Perencanaan dan Pembangunan*.
- Clinton, Bill. 2020. *Mengenal Jaringan Kabel Bawah Laut, Jalan Tol Internet Dunia*. Kompas.com, 03 Oktober 2020.
- Clinton, Bill. 2021. *Kabel Internet Bawah Laut Rentan Putus, Mengapa Tak Pakai Satelit?*. Kompas.com, 22 September 2021.
- CNN Indonesia, 01 April 2021, *Mengenal Kabel Bawah Laut, Dipasang dari RI Hingga Amerika*, 20 Desember 2022, <https://www.cnnindonesia.com/teknologi/20210401135607-199-624918/mengenal-kabel-bawah-laut-dipasang-dari-ri-hingga-amerika/2>.
- Digitalbisa.id. 19 Oktober 2021. *Mengenal SKKL, Jaringan Utama Penunjang Konektivitas Internet di Dunia*. 03 Maret 2023. <https://digitalbisa.id/artikel/mengenal-skkl-jaringan-utama-penunjang-konektivitas-internet-di-dunia-e6Ntx>.
- Dinisari, Mia Chitra. 2022. *Sejarah 10 Juli, Satelit Komunikasi Pertama di Dunia Diluncurkan Tahun 1962*. Bisnis.com. 10 Juli 2022.
- Dpr.go.id. 2019. *Naskah Akademik Rancangan Undang-Undang tentang Keamanan dan Ketahanan Siber*.
- Finaka, Andrean W. 2019. *Sejarah Palapa Ring*. Indonesiabaik.id.
- Hariyadi, Ade Reza. 2020. *Mengakhiri Polemik RUU Keamanan dan Ketahanan Siber*. Harianmomentum.com. 08 Maret 2020.
- Jurnalmaritim.com, 23 April 2022, *Kabel Bawah Laut dalam UNCLOS 1982*, 25 Desember 2022, <https://jurnalmaritim.com/kabel=bawah=laut-dalam-unclos-1982/>
- Kelasplc.com. 11 Juni 2022. *Sejarah dan Prinsip Kerja Kabel Fiber Optik (Optical Fiber)*. 02 Februari 2023. <https://www.kelasplc.com/sejarah-dan-prinsip-kerja-kabel-fiber-optik-optical-fiber/>
- Kementerian Komunikasi dan Informatika, 2021. *Penyelenggaraan Jaringan Telekomunikasi Sistem Komunikasi Kabel Laut*.
- Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi. *Sinyal dari Dasar Samudera*.
- Kementerian Perhubungan. 2022. *Dukungan Direktorat Jenderal Perhubungan Laut Dalam Sistem Monitoring Pengamanan Sistem Komunikasi Kabel Laut*.
- Kementerian Perindustrian. 2022. *Kemampuan Industri Kabel Fiber Optic Bawah Laut*.
- Kominfo.go.id. 05 Agustus 2007. *Pengembangan dan Pembangunan Sarana Transmisi Telekomunikasi Internasional Melalui Sistem Komunikasi Kabel Laut*. 06 Juni 2023. [https://www.postel.go.id/info\\_view\\_c\\_26\\_p\\_1688.htm](https://www.postel.go.id/info_view_c_26_p_1688.htm).
- Kominfo.go.id. 4 Februari 2022. *Potensial Jadi Titik Penghubung Dunia, Menteri Johnny: Optimalkan Trafik dan Utilisasi Fiber Optik Indonesia*. 18 Maret 2023. [https://www.kominfo.go.id/content/detail/39793/siaran-pers-no-36hmkominfo02-2022-tentang-potensial-jadi-titik-penghubung-dunia-menteri-johnny-optimalkan-trafik-dan-utilisasi-fiber-optik-indonesia/o/siaran\\_pers](https://www.kominfo.go.id/content/detail/39793/siaran-pers-no-36hmkominfo02-2022-tentang-potensial-jadi-titik-penghubung-dunia-menteri-johnny-optimalkan-trafik-dan-utilisasi-fiber-optik-indonesia/o/siaran_pers).
- Kristo, Fino Yurio. 2021. *Apa Itu Kabel Laut, 'Nyawa' Internet Dunia yang Rentan*, Detik.net. 23 September 2021.

Laksono, Fidar Adjie. 2022. *Cyber Security Submarine Cable*. Makalah dipresentasikan pada Marine Spatial Planning and Services Expo 2022, 15 September 2022, Jakarta.

Ma'ruf, Anas. 2019. *Jenis dan Karakteristik Konstruksi Kabel Bawah Laut*. Builder.id. 20 Agustus 2019.

Moscalu, Lorena. 2017. *Short History of Fiber Optics*. Peakoptical.com. 29 November 2017.

Nistanto. R.K. 2017. *Kabel Internet Bawah Laut Google yang Lewati Jakarta Berkecepatan 18 Tbps*. Kompas.com. 06 April 2017.

Nugraha, Adif Rahmat, 2022. *Kedaulatan Digital dan Tantangan Implementasi Kebijakan*. Kompas.com. 04 Agustus 2022.

Obengplus.com. 01 Maret 2019. *Rahasia Kabel Bawah Laut Dunia, Bukan 3 atau 4, Tetapi Ratusan Kabel Sudah Terpasang*. 26 Desember 2022. <http://www.obengplus.com/articles/285/1/Rahasia-kabel-bawah-laut-dunia-bukan-3-atau-4-tetapi-ratusan-kabel-sudah-terpasang.html>.

Pranoto, M. Arief. 2020. *Kedaulatan Digital dan Geopolitik 4.0*. Theglobal-review.com. 30 Agustus 2020.

Pushidrosal, 2023. *Sosialisasi Timnas dalam Penataan Alur SKKL*.

Rachmawati, Chyntia. 2019. *Tantangan dan Ancaman Keamanan Siber Indonesia di Era Revolusi Industri 4.0*. SENASTINDO AAU Vol1, No. 1, 25 September 2019, hlm. 299-306.

Solichin, Abdulloh. 2020. *Sejarah Kabel Fiber Optik*. Netsolution.co.id. 29 Mei 2020.

Supartono, dkk. 2018. *Pengamanan Sistem Komunikasi Kabel Laut Pada Alur Laut Kepulauan Indonesia 1 Dalam Rangka Keamanan Maritim*. Jurnal Prodi Keamanan Maritim | Agustus 2018, Volume 4, Nomor 2.

Watubun, Komarudin. 2022. *Geopolitik dan Kedaulatan Data Digital Negara*. Kompas.com. 19 Desember 2022.

Yusuf, Andi. 2022. *Cyber Security Kabel Bawah Laut untuk Mendukung Kedaulatan Digital Bawah Laut*. Makalah dipresentasikan pada Marine Spatial Planning and Services Expo 2022, 15 September 2022, Jakarta.







**KEMENTERIAN KOORDINATOR BIDANG KEMARITIMAN DAN INVESTASI**

Jl. M.H. Thamrin No. 8 Jakarta 10340 - INDONESIA

Telp: +62 21 23951100

email: kemenkomaritim@maritim.go.id

[www.maritim.go.id](http://www.maritim.go.id)

