

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1. Ikan Kembung (*Rastrelliger* sp.)

Klasifikasi ikan kembung Ikan kembung atau *Rastrelliger* sp, merupakan ikan air laut. Ikan kembung ini termasuk genus *Rastrelliger*. Ikan kembung merupakan kelompok ikan epipelagis dan neritik di daerah pantai dan laut. Penyebaran ikan dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu penyebaran secara vertikal dan horizontal. Penyebaran secara vertikal dipengaruhi oleh suhu dan gerakan harian plankton sedangkan penyebaran secara horizontal dipengaruhi oleh arus laut. Ikan kembung jantan di laut Jawa mempunyai dua kali musim pemijahan yaitu pada musim barat dari bulan Oktober sampai Februari pada musim timur dari bulan Juni sampai September (Burhanuddin 1984 dalam Astuti, 2007). Berikut adalah klasifikasi ikan kembung menurut Saanin (1984):

Kingdom : Animalia
Phylum: Chordata
Class: Pisces
Sub Class: Teleostei
Ordo: Percomorphry
Sub Ordo: Scomboridae
Family: Scomberidae
Genus: *Rastrelliger*
Spesies: *Rastreligger* sp.



Gambar 1. Ikan Kembung (*Rastreligger* sp.)

1.1.1. Morfologi ikan kembung

Ikan kembung memiliki karakteristik badan lonjong dan pipih. Ikan kembung jantan memiliki genus yang sama dengan ikan kembung betina. Ciri yang membedakannya adalah adanya satu bintik atau totol hitam dekat sirip dada pada ikan kembung jantan (Astuti, 2007).

Ikan kembung memiliki nama lokal Rumahan, Temenong, Mabong, Pelaling, Banyar, Kembung jantan. Habitat ikan kembung tersebar membentuk gerombolan (*schooling*) besar di wilayah perairan pantai. Ikan ini sering ditemukan bersama dengan ikan famili Clupeidae seperti Lemuru dan Tembang. Jenis makanannya adalah Phytoplankton (Diatom), Zooplankton (Cladocera, Ostracoda, Larva Polychaeta). Ikan dewasa memakan Makroplankton seperti larva udang dan ikan (Maidika Dkk, 2016).

Ukuran ikan kembung jantan berkisar antara 18,4 cm - 30 cm dan ikan kembung jantan memiliki tapis insang yang lebih besar karena plankton yang dimakannya memiliki ukuran yang besar, sedangkan ikan kembung betina berukuran 19,0 cm - 22,4 cm (Nontji, 2005 dalam Astuti 2007). Ikan kembung betina memiliki tapis insang yang halus karena plankton yang dimakannya berukuran kecil (Nontji 2005 dalam Astuti, 2007). Ikan kembung jantan biasanya ditemukan di perairan yang jernih dan agak jauh dari pantai dengan kadar garam lebih dari 32% (Syahrir, 2011).

Ikan ini memiliki bentuk tubuh seperti torpedo dengan panjang tubuh serta hidup di sekitar dasar perairan dan permukaan perairan laut, tergolong ikan pelagis yang menyukai perairan bersalinitas tinggi, suka hidup secara bergerombol baik diperairan pantai maupun dilepas pantai. Kebiasaan makanannya adalah memakan plankton besar atau kasar, Copepoda dan Crustacea (Sudarno, 2020).

1.2. Definisi Perikanan Tangkap

Menurut undang-undang Nomor 31 tahun 2004, menyebutkan bahwa perikanan adalah semua kegiatan yang berhubungan dengan pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya ikan dan lingkungannya mulai dari praproduksi, produksi, sampai pengelolaan dengan pemasaran, yang dilaksanakan dalam suatu sistem bisnis perikanan. Pengelolaan sumberdaya ikan diartikan sebagai semua upaya yang bertujuan agar ikan dapat dimanfaatkan secara optimal dan berlangsung terus-menerus, sedangkan pemanfaatan sumberdaya ikan adalah kegiatan penangkapan ikan dan atau pembudidayaan ikan. Menurut UU No.32 tahun 2004, usaha perikanan tangkap adalah usaha perikanan yang berbasis pada kegiatan penangkapan ikan. Menurut Monintja (2000) bidang penangkapan ikan memiliki beberapa karakteristik, diantaranya adalah sumberdaya tidak terlihat, sumberdaya milik umum, eksplorasi sumberdaya memiliki resiko yang besar dan produk mudah rusak.

Menurut UU No.45 tahun 2009, penangkapan ikan adalah kegiatan untuk memperoleh ikan di perairan yang tidak dalam keadaan dibudidayakan dengan alat atau cara apa pun, termasuk kegiatan yang menggunakan kapal untuk memuat, mengangkut, menyimpan, mendinginkan, menangani, mengolah, dan/atau mengawetkannya. Menurut Komisi Pengawas Persaingan Usaha Republik Indonesia (2010), Industri perikanan tangkap memiliki sumber daya dengan akses terbuka yang memungkinkan untuk dimanfaatkan oleh semua orang. Akibatnya, menghilangkan hambatan keluar dan masuk industri bagi pelaku usaha, dan memicu eksplorasi berlebih pada sumberdaya yang tersedia.

1.3. Pengelolaan Perikanan Tangkap Berkelanjutan

Sumberdaya hayati laut khususnya perikanan tangkap merupakan sumberdaya uang unik yaitu *open acces* dan *common property* sehingga dalam pemanfaatannya kemungkinan akan *overfishing* apabila ditangani dengan konsep ramah lingkungan dan berkelanjutan. Hal ini dikarenakan untuk memanfaatkan potensi sumberdaya ikan tersebut harus dilakukan

eksploitasi dengan penangkapan oleh nelayan. Sehingga diperlukan suatu usaha pengelolaan terhadap eksploitasi sumberdaya ikan tersebut agar dapat dibatasi untuk generasi yang akan datang.

Dalam Undang-Undang Perikanan Tahun 2004, dijelaskan bahwa pengelolaan sumberdaya ikan adalah semua upaya yang dilakukan bertujuan mencapai kelangsungan produktivitas sumberdaya hayati perairan secara optimal dan terus menerus atau berkelanjutan (sustainable).

Menurut Susilowati Indah (2013) paradigm pembangunan perikanan pada dasarnya mengalami perubahan dari paradigm konservasi (biologi) ke paradigm rasionalisasi (ekonomi) kemudian paradigm sosial/komunitas. Walaupun demikian, ketiga paradigm tersebut masih tetap relevan dalam kaitan dengan pembangunan perikanan yang berkelanjutan dan harus mengakomodasi ketiga aspek tersebut. Konsep pembangunan perikanan yang berkelanjutan sendiri mengandung beberapa aspek, antara lain:

1) Ekological sustainability (keberlanjutan ekologi)

Dalam pandangan ini memelihara keberlanjutan stok/biomass sehingga tidak melewati daya dukungnya, serta meningkatkan kapasitas dan kualitas dari ekosistem menjadi pertimbangan utama.

2) Socioeconomic sustainability (berkelanjutan sosio-ekonomi)

Konsep ini mengandung makna bahwa pembangunan perikanan harus memperhatikan keberlanjutan dari kesejahteraan perilaku perikanan baik pada tingkat individu ataupun pada tahap industri perikanan. Dengan kata lain mempertahankan atau mencapai tingkat kesejahteraan masyarakat yang lebih tinggi merupakan pertimbangan dalam kerangka keberlanjutan ini.

3) Community sustainability (keberlanjutan masyarakat)

Konsep ini mengandung makna bahwa keberlanjutan kesejahteraan dari sisi komunitas atau masyarakat haruslah menjadi perhatian membangun perikanan yang berkelanjutan.

4) Institusional sustainability (keberlanjutan kelembagaan)

Dalam kerangka ini keberlanjutan kelembagaan yang menyangkut pada regulasi dan kebijakan tentang pengelolaan perikanan tangkap itu seperti: kegiatan memelihara aspek finansial dan administrasi yang seharusnya merupakan prasyarat dari ketiga pembangunan berkelanjutan di atas.

Dengan demikian ketika komponen dilihat sebagai komponen yang penting untuk menunjang keseluruhan proses pembangunan berkesinambungan, maka kebijakan pembangunan perikanan yang berkesinambungan harus mampu memelihara tingkat prioritas dari setiap komponen sustainable tersebut. Dengan kata lain keberlanjutan sistem akan menurun melalui kebijakan yang ditunjukkan hanya untuk mencapai suatu elemen keberlanjutan saja.

Alder *et. Al* (2000) dalam Susilowati Indah (2013) pendekatan yang holistic tersebut harus mengakomodasi berbagai komponen yang menentukan keberlanjutan pembangunan perikanan. Komponen tersebut menyangkut aspek ekologi, ekonomi, teknologi, sosiologi dan aspek etis. Dari setiap komponen atau dimensi ada beberapa atribut yang harus dipenuhi sebagai keberlanjutan.

5) Beberapa komponen tersebut adalah:

Ekologi: tingkat eksploitasi, keragaman rekrutmen, perubahan ukuran tangkap, dan hasil angkapan ikan sampingan (by catch) serta produktifitas primer.

Ekonomi: kontribusi perikanan terhadap GDP, penyerapan tenaga kerja, sifat kepemilikan, tingkat subsidi dan alternative income.

Sosial: pertumbuhan komunitas, status konflik, tingkat pendidikan, dan pengetahuan lingkungan (environmental awareness).

Teknologi: lama trip, tempat pendaratan, selektifitas alat, rumpon (Fish Aggregating Device's/FADs), ukuran kapal dan efek samping dari alat tangkap.

Etika: kesetaraan, illegal fishing, mitigasi terhadap habitat, mitigasi terhadap ekosistem dan sikap terhadap limbah dan *by catch*

Keseluruhan komponen ini diperlukan sebagai prasarat dari dipenuhinya pembangunan perikanan yang berkelanjutan sebagaimana diamanatkan dalam Fisheries and Agriculture Organisation (FAO) code of conduct for responsible fisheries. Apabila kaidah-kaidah pembangunan berkelanjutan dan holistic ini tidak dipenuhi maka pembangunan perikanan akan mengarah ke degradasi lingkungan, over-exploitation dan destructive fishing practices. Hal ini dipicu oleh keinginan untuk memenuhi kepentingan sesaat (generasi kini) atau masa kini sehingga tingkat eksploitasi sumberdaya perikanan diarahkan sedemikian rupa untuk memperoleh manfaat yang sebesar-besarnya untuk masa kini. Akibatnya kepentingan lingkungan diakibatkan dan penggunaan teknologi yang “quick yielding” yang sering bersifat tidak konstruktif seperti penangkapan ikan dengan menggunakan bom.

Adapun menurut Paul dan John (1999) tujuan pengelolaan sumberdaya perikanan meliputi:

- 1) Tujuan yang bersifat fisik-biologik, yaitu dicapainya tingkat pemanfaatan dalam pada level maksimum yang lestari (maximum Sustainable Yield = MSY).
- 2) Tujuan yang bersifat ekonomik, yaitu tercapainya keuntungan maksimum dari pemanfaatan sumberdaya ikan atau maksimasi profit (net income) dari perikanan
- 3) Tujuan yang bersifat sosial, yaitu tercapainya manfaat sosial yang maksimal, misalnya maksimalnya penyediaan pekerjaan, menghilangkan adanya konflik kepentingan diantara nelayan dan anggota masyarakat lainnya.

Dwiponggo (1983) dalam Sibagariang dkk (2011) mengatakan bahwa tujuan pengelolaan sumberdaya perikanan berkelanjutan dapat

tercapai dengan:

- 1) Pemeliharaan proses sumberdaya perikanan, dengan memelihara ekosistem penunjang bagi kehidupan sumberdaya ikan.
- 2) Menjamin pemanfaatan berbagai jenis ekosistem secara berkelanjutan.
- 3) Menjaga keanekaragaman hayati (plasma nutfah) yang mempengaruhi ciri-ciri, sifat dan bentuk kehidupan.
- 4) Mengembangkan perikanan dan teknologi yang mampu menumbuhkan industry yang mengamankan sumberdaya secara konsisten dan bertanggungjawab.

Berdasarkan prinsip tersebut maka Soegianto (1991), pengelompokan sumberdaya perikanan memiliki strategi sebagai berikut:

- 1) Menjaga struktur komunitas jenis ikan yang produktif dan efisien agar serasi dengan proses komunitas perubahan komponen habitat dengan dinamika antara populasi
- 2) Mengendalikan dan mencegah setiap usaha penangkapan ikan yang dapat menimbulkan kerusakan-kerusakan maupun pencemaran lingkungan perairan secara langsung maupun tidak langsung.

Bentuk-bentuk manajemen sumberdaya perikanan menurut Sutono (2003) dapat ditempuh dengan beberapa pendekatan antara lain:

- 1) Pengaturan Musim Penangkapan

Pendekatan pengelolaan sumberdaya perikanan dengan pengaturan musim penangkapan dimaksimalkan untuk memberikan kesempatan kepada sumberdaya ikan untuk berkembang biak. Secara biologi ikan mempunyai siklus untuk memijah, bertelur menjadi larva, ikan muda dan baru kemudian menjadi ikan dewasa. Bilah salah satu siklus terpotong, misalnya

karena penangkapan, maka sumberdaya ikan tidak dapat melangsungkan daur hidupnya. Hal ini dapat menyebabkan ancaman kepunahan sumberdaya ikan. Oleh karena itu diperlukan suatu pengaturan musim penangkapan.

Untuk pengaturan musim penangkapan ikan perlu diketahui terlebih dahulu sifat biologi dari sumberdaya ikan tersebut. Sifat biologi dimaksud meliputih siklus hidup, lokasi dan waktu terdapatnya ikan, serta bagaimana reproduksi. Pengaturan musim penangkapan ikan dapat dilaksanakan secara efektif bila telah diketahui musim ikan dan bukan musim ikan dari jenis sumberdaya ikan tersebut. Selain itu juga perlu diketahui musim ikan dari jenis ikan yang lain, sehingga dapat menjadi alternative bagi nelayan dalam menangkap ikan. Kendala yang ditimbulkan pada pelaksanaan kebijakan pengaturan musim penangkapan ikan adalah 1). Belum adanya kesadaran nelayan tentang pentingnya mejaga kelestarian sumberdaya ikan yang ada, 2). Lemahnya pengawasan yang dilakukan oleh aparat, 3). Hokum diberlakukan tidak konsisten, 4). Terbatasnya sarana pengawasan

2) Penutupan Daerah Penangkapan

Kebijakan penutupan dilakukan apabila ada daerah tersebut mendekati kepunahan. Penutupan daerah penangkapan dimaksudkan untuk memberikan baik sehingga populasinya dapat bertambah. Dalam penentuan suatu daerah penangkapan untuk ditutupi, maka perlu dilakukan penelitian tentang stok sumberdaya ikan yang meliputi dimana dan kapan terdapatnya ikan serta karakteristik lokasi uang akan dilakukan penutupan untuk penangkapan.

Penutupan daerah penangkapan ikan juga dilakukan terhadap daerah-daerah yang merupakan habitat vital seperti daerah berpijrah (*spawning ground*) dan daerah

asuhan/pembesaran (*nursery ground*). Penutupan daerah ini dimaksudkan agar telur-telur ikan, larva dan ikan yang kecil dapat bertumbuh. Untuk mendukung kebijakan penutupan daerah penangkapan ikan, diperlukan regulasi dan pengawasanyang ketata oleh pihak terkait seperti dinas perikanan dan kelautan setempat bekerjasama dengan Ankatan Laut, Polisi Air dan Udara (POLAIRUD) dan Stakeholders (nelayan).

3) Selektifitas Alat Tangkap

Kebijakan pengelolaan sumberdaya perikanan dengan pendekatan selektifitas alat tangkap bertujuan untuk mencapai atau mempertahankan stok ikan berdasarkan struktur umur dan ukuran ikan. Dengan demikian ikan yang terdapat telah mencapai ukuran yang sesuai. Sementara ikan-ikan yang kecil tidak tertangkap sehingga memberikan kesempatan untuk dapat bertumbuh dan melakukan regenerasi.

Contoh penerapan pengelolaan sumberdaya ikan dengan pendekatan seletifitas alat tangkap, adalah; a) Penentuan ukuran minimum mata jaring (*mesh size*) pada alat tangkap gill net, purse seine dan alat Tarik seperti paying, pukat dan sebagainya; b) penentuan mata pancing pada *long line* ; c) penentuan lebar bukaan pada alat tangkap perangkap

Dalam pelaksanaan pengelolaan sumberdaya perikanan dengan elektifitas alat tangkap, peran nelayan sangat penting. Hal ini disebabkan aparat sulit untuk melakukan pengawasan karena banyak jenis alat tangkap (multigears) yang beroperasi di Indonesia. Kendala lain dalam kebijakan ini yaitu diperlukan biaya yang tinggi untuk modifikasi alat tangkap yang sudah ada pada nelayan. Sehingga perlu peran masyarakat nelayan untuk memodifikasi alat tangkap sesuai dengan lokasinya dengan aturan yang ada.

4) Peralatan Alat Tangkap

Pengelolaan sumberdaya ikan pendekatan perlengkapan alat tangkap didasarkan pada adanya penggunaan bahan atau tal yang menyebabkan terjadinya penurunan populasi ikan dan yang paling buruk yaitu puanahnya ikan. Seperti penangkapan ikan dengan menggunakan bom, potas, Cyanida. Seringkali pelanggaran terhadap peraturan penggunaan alat atau bahan berbahaya tidak ditindak sesuai aturan yang ada sehingga nelayan tersebut tidak jera. Hal ini menyebabkan pelaksanaan peraturan tersebut tidak efektif. Oleh karena itu efektifitas pengelolaan sumberdaya perikanan dengan pendekatan peralatan alat tangkap ini sangat menentukan dengan penerapan aturan yang harus konsisten dari pemerintah pusat dan daerah.

Dalam pelaksanaan pengelolaan perikanan dengan pendekatan peralatan alat tangkap juga perlu adanya keterlibatan secara aktif dari nelayan dan masyarakat pesisir sebagai pengawas. Pengawasan dilakukan oleh nelayan dan masyarakat pesisir dapat membantu aparat dalam menindak oknum yang melakukan penangkapan dengan alat yang membahayakan dan merusak ekosistem sumberdaya perikanan

1.4. Jenis-jenis Alat Tangkap

Jenis dan Macam Alat Tangkap Menurut Buku Saku Pengolah Data Alat Tangkap Kementerian Kelautan dan Perikanan (2017), alat tangkap perikanan dibagi menjadi 11 jenis, salah satunya adalah Pancing. Pancing dibagi menjadi 16 macam, yaitu: 1. Headlines & Pole-Line/Hand Operated 2. Pancing ulur/Handline Tuna 3. Pancing berjoran (hand operated) 4. Huhate (pole and line) 5. Pancing gurita (squid angling) 6. Handlines & Pole-Line/Mechanized 7. Pancing cumi (squid jigging) 8. Huhate mekanis (mechanized pole and lines). 9. Rawai dasar (set longlines) 10. Rawai hanyut

(drifting longlines) 11. Rawai tuna 12. Rawai cicut 13. Longlines 14. Tonda (trolling lines) 15. Pancing lain 16. Pancing layang-layang.

1.4.1. Pancing Ulur (*hand line*)

Pancing ulur banyak digunakan oleh nelayan terutama nelayan-nelayan tradisional atau nelayan kecil dikarenakan tidak membutukan modal yang sangat besar dan hasil tangkapan yang jauh lebih besar dibandingkan dengan menggunakan alat tangkap pancing tradisional. Pancing ulur terdiri dari banyak mata pancing yang diikatkan pada tali utama (branch line). Pada tali utama ini menggantung tali cabang (branch line) yang banyaknya tergantung pada mata pancing yang dioperasikan. Nomor mata pancing yang digunakan adalah No.9 dan nomor tali utama yaitu No.1000 dan tali cabangnya No.500 (Gambar 2.10).

1.5. Inderaja dan SIG Perikanan Pemetaan Habitat Pesisir Laut

Satelit merupakan salah satu contoh aplikasi teknologi penginderaan jauh, dimana satelit dapat merekam objek di permukaan bumi tanpa menyentuh objek tersebut secara langsung. Mengingat satelit dapat merekam semua kejadian di permukaan bumi dengan cakupan yang luas dan dalam waktu yang singkat sehingga banyak sekali yang memanfaatkan teknologi ini untuk keperluan navigasi, komunikasi, pengamatan kejadian-kejadian di bumi, pengamatan cuaca, survei wilayah geografis termasuk pengamatan kejadian-kejadian di atmosfer dan lautan. Beragamnya pemanfaatan teknologi satelit menjadikan di atmosfer atau orbit satelit dipenuhi dengan berbagai jenis/macam satelit tergantung penggunaanya.

Sumber energi dari satelit yaitu berasal dari sinar matahari maupun dari satelit itu sendiri. Radiasi energi memancarkan radiasi gelombang elektromagnetik (REM) dengan berbagai macam spektrum gelombang dan sampai ke permukaan bumi kemudian akan diteruskan, dipancarkan dan

dihamburkan ke atmosfer dan akan diterima oleh satelit. Data tersebut kemudian diteruskan ke stasiun di permukaan bumi dan diolah dan dianalisis. Jenis dan macam satelit sangat beragam begitu pula dengan resolusi (kemampuan sensor satelit) yang dihasilkan juga semakin beragam. Dalam suatu sistem sensor satelit terdapat empat macam resolusi yaitu resolusi spasial, resolusi temporal, resolusi spektral dan resolusi radiometrik.

Satelit adalah satu contoh teknologi penginderaan jauh, dimana dapat mengindera atau merekam kondisi di bumi tanpa menyentuh secara langsung. Penginderaan jauh satelit terdiri dari beberapa instrument penginderaan jauh yang terletak pada satelit itu sendiri sehingga satelit dapat mengumpulkan informasi obyek di permukaan bumi tanpa menyentuh secara langsung. Terdapat banyak sekali jenis satelit yang ada di atmosfer bumi diantaranya tersaji pada Tabel 1. Terdapat tiga jenis orbit yang biasanya digunakan pada satelit penginderaan jauh yaitu orbit leo, orbit meo dan orbit geosinkron (Tabel 1).

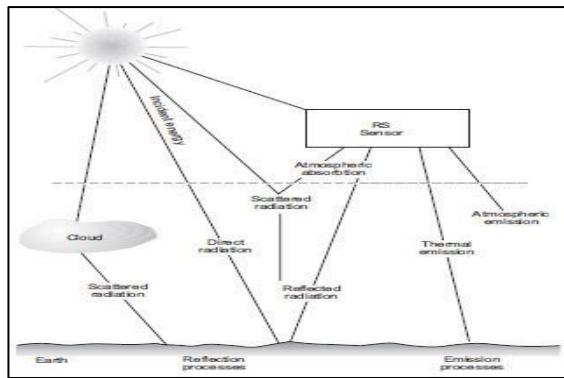
Tabel 1. Satelit dan Kegunaannya

No.	Nama Orbit	Klasifikasi	Tujuan
1	Orbit Leo	Terletak dekat dengan bumi Ketinggian 160-2.000 km Periode orbit 1,5 jam Kelebihan: Dekat dengan bumi Kelemahan: Mencakup wilayah bumi yang sempit, sehingga akan banyak satelit yang diperlukan untuk merekam seluruh bumi secara global	Satelit dengan tujuan untuk pengamatan bumi, peramalan cuaca, survei wilayah geografis, panggilan telepon satelit
2	Orbit Meo	Ketinggian 2.000 – 35.700 km Kelebihan: Satelit di orbit ini berputar dengan kecepatan yang sangat tinggi sehingga dapat tepat memperhitungkan navigasi secara akurat	Satelit aplikasi pemanfaatan navigasi GPS dengan ketinggian 20.200 km dan membutuhkan 24 satelit untuk merekam seluruh bumi dengan periode orbit 12 jam
3	Orbit	Ketinggian: 35.786 km Berputar	Satelit untuk

	Geosinkron	pada kecepatan sudut yang sama dengan bumi Periode: 23 jam 65 menit 4 detik untuk menyelesaikan satu putaran dan kembali pada titik perekaman awal Kelebihan: Satelit yang berada di orbit ini dapat menjangkau 1/3 permukaan bumi, sehingga hanya dibutuhkan 3 satelit untuk merekam seluruh permukaan bumi	navigasi, dimana
4	Dalam orbit geosinkron terdapat orbit geo-stasioner	Orbit ini berputar konsentris permukaan bumi Periode: 24 jam, sehingga satelit selalu berada di lokasi yang sama di bumi	Pilihan tepat untuk satelit komunikasi, cuaca dan navigasi

1.5.1. Cara Kerja Satelit

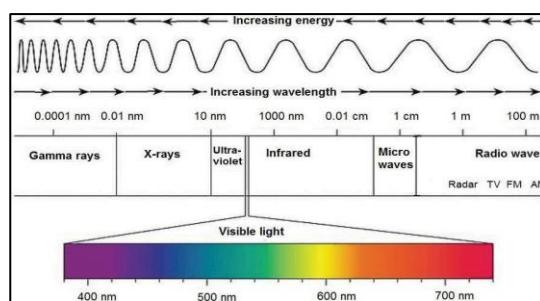
Cara kerja satelit (Gambar 2) yaitu sumber energi matahari atau pemancar radar dari satelit menyinari bumi sehingga radiasi pancarannya melalui atmosfer dan sampai di permukaan bumi. Di permukaan bumi, radiasi tersebut ada yang diteruskan, dihamburkan atau dipantulkan kembali ke atmosfer. Sensor yang ada di satelit akan menangkap energi yang dihamburkan atau dipantulkan oleh bumi. Data yang diterima sensor akan dikirimkan ke stasiun bumi, kemudian diolah. Proses pengolahan, interpretasi dan analisa data akan menghasilkan informasi yang berguna.



Gambar 2. Cara Kerja Satelit

2.6.2.1 Sumber Energi

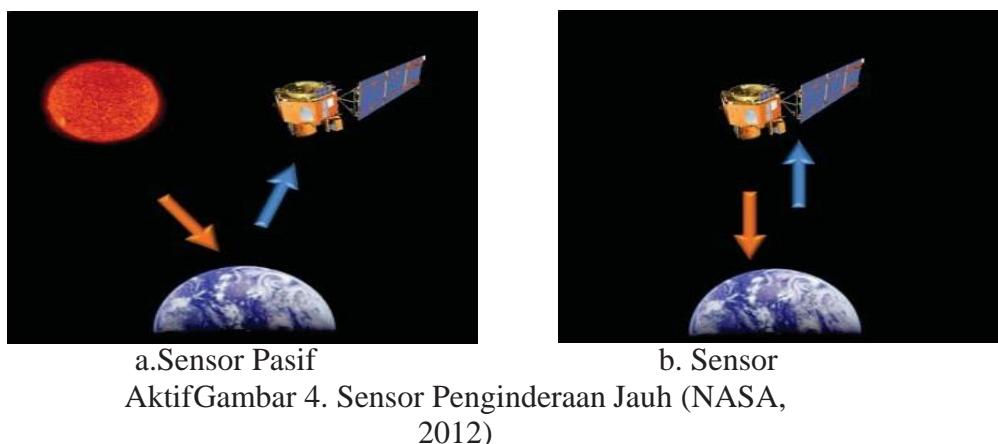
Sumber energi utama dalam inderaja adalah radiasi gelombang elektromagnetik (REM) baik yang berasal dari sinar matahari (sensor pasif) dan radiasi dari satelit (sensor aktif). Radiasi gelombang elektromagnetik merupakan suatu bentuk perjalanan energi dalam ruang hampa yang menunjukkan sifat-sifat partikel dan gelombang. Ditambahkan pula bahwa berdasarkan sifat gelombang, energi elektromagnetik terlihat berjalan melalui ruang dalam sebuah bidang dengan pola gelombang yang harmonis pada kecepatan sinar yaitu 3×10^{10} cm/detik. Spektrum elektromagnetik merupakan bagian dari tenaga elektromagnetik yang meliputi sinar gamma, ultraviolet, tampak, inframerah, gelombang mikro dan gelombang radio. Spektrum elektromagnetik yang umumnya digunakan dalam remote sensing adalah spektrum tampak (380 – 780 nm), spektrum inframerah (780 nm – 0,1 mm), spektrum microwave (0,1mm – 1m).

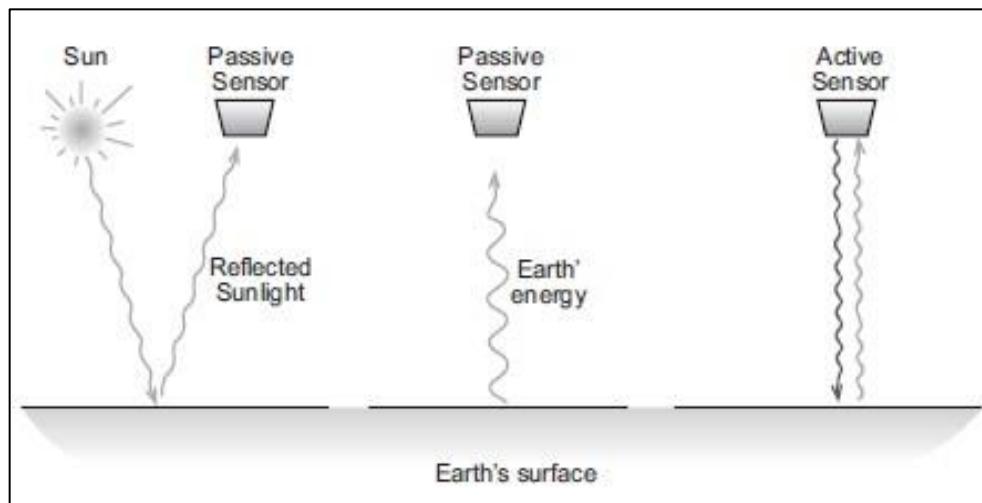


Gambar 3. Spektrum Energi Radiasi Elektromagnetik (Hartoko dkk, 2019).

Pengumpulan data penginderaan jauh menggunakan alat pengindera disebut sensor. Sensor adalah alat yang digunakan untuk mendeteksi radiasi elektromagnetik yang diemisi atau dipancarkan oleh objek. Berdasarkan sumber energinya, sensor dibedakan menjadi dua yaitu sensor aktif yaitu sumber energi buatan yang diletakkan dalam wahana yang membawa sensor digunakan untuk mendeteksi respon REM dari objek yang dipancarkan; sensor pasif adalah sumber energi yang digunakan untuk mendeteksi pantulan REM berasal dari sinar matahari langsung.

- a. Sensor pasif menggunakan energi radiasi matahari untuk menerangi permukaan bumi dan mendeteksi refleksi dari permukaan bumi. Panjang gelombang yang dapat direkam yaitu pada cahaya tampak (430 – 720 nm) dan cahaya inframerah dekat (NIR) (750 – 950 nm). Ditambahkan pula bahwa beberapa dirancang pada panjang gelombang inframerah-tengah (MIR) (1580-1750 nm). Contohnya: Satelit Landsat, SPOT, EROS< GeoEye, WorldView.
- b. Sensor aktif menggunakan energi sendiri yang berasal dari satelit untuk menerangi objek dan mendeteksi refleksi dari permukaan bumi. Sensor ini menggunakan panjang gelombang cahaya tampak, inframerah dekat dan gelombang radar.





Gambar 5. Cara Kerja Sensor Pasif dan Aktif dalam Penginderaan Jauh (Janssen and Huurneman, 2001)

2.6.2.2 Interaksi Objek dengan Radiasi Elektromagnetik

Sesuai dengan asas kekekalan tenaga maka interaksi REM dengan objek terdapat tiga interaksi yaitu dipantulkan, diserap, dan ditransmisikan/diteruskan. Radiasi elektromagnetik yang datang pada objek akan berinteraksi dalam bentuk pantulan, absorpsi dan ditransmisi. Interaksi tersebut dapat lebih mudah dipelajari untuk wilayah daratan, akan tetapi untuk lautan sulit. Pada laut, radiasi elektromagnetik yang diterima sensor dapat berasal dari permukaan, material pada kolom air dan mineral dasar. Besarnya energi yang dipantulkan, diabsorbsi dan ditransmisikan memenuhi hukum kekekalan energi yaitu (Arhatin, 2010):

$$EI(\lambda) \square ER(\lambda) \square EA(\lambda) \square ET(\lambda)$$

$$ER(\lambda) \square EI(\lambda) \square EA(\lambda) \square ET(\lambda)$$

Keterangan:

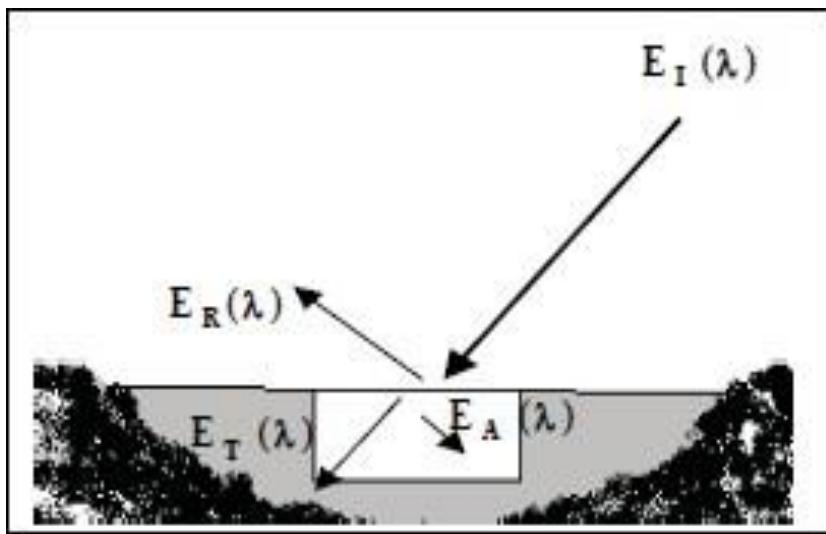
EI = energi yang mengenai objek

ER = energi yang dipantulkan (yang direkam oleh sensor)

EA = energi yang diserap

ET = energi yang ditransmisikan

(λ) = panjang gelombang



Gambar 6. Interaksi Radiasi Elektromagnetik dengan Objek (Prasetyo, 2017).

Reflektan / reflectance (R) adalah rasio insiden flux dan flux yang dipantulkan objek (Gambar). Besarnya radiasi elektromagnetik yang dipantulkan kembali oleh objek tergantung kepada jenis dan kondisi objek. Begitupula, panjang gelombang yang berbeda-beda ketika mengenai objek yang sama, tentunya memiliki pantulan yang berbeda. Panjang gelombang yang sama akan tetapi objek yang berbeda memiliki pantulan energi yang berbeda pula. Jumlah energi yang dipantulkan suatu objek pada panjang gelombang yang berbeda-beda relatif terhadap energi yang diterima disebut *spectrum reflectance* (Gambar 7).

$$R = \frac{I}{R_s}$$

I = Incidence

 permukaan objek

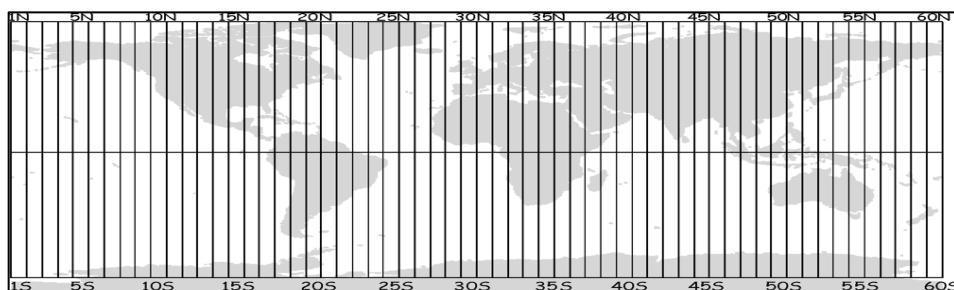
R_s = Reflection

 permukaan objek

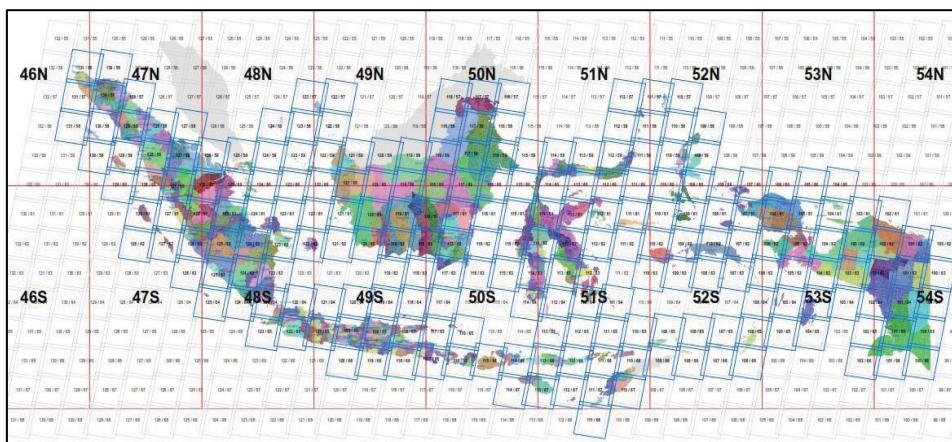
Gambar 7. Energi yang datang ke permukaan dan yang dipantulkan (Prasetyo, 2017)

2.6.2.3 UTM

UTM merupakan Metode grid berbasis menentukan lokasi di permukaan bumi yang merupakan aplikasi praktis dari 2 dimensi. *Universal Transverse Mercator* sistem koordinat dikembangkan oleh Amerika Serikat. Army Corps of Engineers pada tahun 1940-an. UTM merupakan sistem proyeksi silinder, konform, secant, transversal. Untuk seluruh dunia grid ini dibagi menjadi 60 zona utara-selatan, masing-masing meliputi strip 6° lebar bujur, tersaji pada Gambar 8.



Gambar 8. Sistem UTM (Universal Transverse Mercator) (USGS, 1999)



Gambar 9. UTM Negara Indonesia (USGS, 1999)

2.6.2.4 Jenis Data Satelit

Sebagai salah satu bagian dari teknologi informasi, semua sistem yang dibangun dengan pendekatan SIG akan berbasis komputer. Tidak seperti manusia, komputer tidak dapat mengerti esensi obyek atau data spasial, sehingga untuk mempresentasikan obyek atau data tersebut maka yang dapat dilakukan oleh komputer adalah memanipulasinya

sebagai data yang memiliki atribut geometri. Sampai dengan saat ini representasi data spasial dapat dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu data raster dan data vektor, sehingga untuk menyajikan kedua jenis data tersebut digunakan model data raster dan model data vektor. Selain itu juga terdapat suatu model data yang diturunkan dari model data vektor yang disebut dengan *Triangulasi Irreguler Network* (TIN) (Hartoko dkk, 2019).

1.6. Klorofil-a

Sifat-sifat plankton yaitu memiliki pigmen yang lengkap mulai dari klorofil-a hingga klorofil-c, sehingga kadang diberi nama berdasarkan warnanya. Kesuburan perairan, salah satu indikatornya dinyatakan dalam konsentrasi klorofil-a (Basmi, 2000). Kandungan klorofil-a pada setiap jenis dalam kelas, berbeda berdasarkan kemampuan menyerap dan membiaskan panjang gelombang cahaya yang diterima.

Fitoplankton sebagai tumbuhan yang mengandung pigmen klorofil, mampu melaksanakan reaksi fotosintesa menghasilkan senyawa organik. Pigmen klorofil-a merupakan pigmen yang paling besar dan dominan dibandingkan dengan Klorofil-b atau Klorofil-c. Kandungan klorofil-a berbeda berdasarkan lokasi (Nontji, 2008), dan mempunyai hubungannya positif antara total fitoplankton dan Klorofil-a (Akbulut, 2003).

1.6.1. Pemetaan Klorofil dan Produktivitas Perairan

Penginderaan jauh untuk klorofil-a pada perairan didasarkan bahwa semua fitoplankton yang terdapat pada perairan mengandung Klorofil-a yang memiliki pigmen warna hijau, dimana Klorofil ini cenderung menyerap warna biru dan merah serta memantulkan warna hijau. Sedangkan untuk memetakan produktivitas perairan menggunakan indikator klorofil dengan asumsi bahwa kelimpahan fitoplankton dapat dijadikan sebagai indikator untuk produktivitas

perairan karena mengandung banyak nutrient, jika kelimpahan fitoplankton tinggi maka kelimpahan Klorofil-a tinggi dan kandungan produktivitas perairan juga tinggi (Hafiz dkk, 2017).

Pemetaan Klorofil-a dan fitoplankton di perairan dideteksi dengan pendekatan kelimpahan fitoplankton. Fitoplankton atau organisme autotrof mengandung Klorofil-a, dimana klorofil-a tersebut dapat mengabsorpsi sinar biru, merah dan memantulkan sinar sinar hijau pada spektrum cahaya tampak. Hal tersebut menyebabkan warna air laut berubah jika kandungan Klorofil pada air tersebut berbeda dengan warna biru tua sampai hijau. Deteksi konsentrasi klorofil-a dari citra satelit dilakukan dengan rasio kanal yang mempunyai daya serap / absorpsi minimum dan maksimum terhadap klorofil-a. Terdeteksinya klorofil-a menggunakan citra satelit dapat digunakan untuk mendeteksi produktivitas primer perairan. Hal tersebut dikarenakan semakin melimpah fitoplankton pada perairan maka konsentrasi klorofil-a dan produktivitas primer perairan juga tinggi (Hafiz dkk, 2017).

Klorofil-a dan produktivitas perairan dapat diamati menggunakan teknologi penginderaan jauh yang terdapat pada beberapa satelit diantaranya satelit dengan sensor MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroradiometers*) dalam Aqua dan Terra, sensor AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*), Landsat, Sentinel dan sebaginya. Kelebihan dari citra satelit MODIS, Sentinel 3 yaitu data yang ada pada citra tersebut sudah dalam bentuk nilai konsentrasi klorofil-a maupun NPP (*Net Primary Productivity*), sehingga langkah selanjutnya yang diperlukan hanya melakukan pemotongan data sesuai dengan area *study*. Sedangkan jika menggunakan citra satelit Landsat, Sentinel 2A dan citra lainnya tidak memiliki nilai klorofil dan NPP, nilai yang terkandung dalam pixel citra tersebut berupa nilai DN (*digital number*), sehingga diperlukan proses lebih lanjut untuk

mendapatkan nilai klorofil-a dan NPP melalui rumus algoritma (Hafiz dkk, 2017).

Format level data yang dihasilkan oleh MODIS yaitu level 0, level 1, level 2, level 3 dan level 4 dengan penjelasan sebagai berikut:

- a) Level 0 adalah data yang tidak diproses pada resolusi penuh. Data ini adalah format yang paling baku
- b) Level 1: data mentah ditambah dengan informasi tentang kalibrasi, sensor dan geolokasi. Pada level 1 terdapat level 1a dan 1b. Level 1a mengandung informasi lebih yang dibutuhkan pada set data. Level 1a digunakan sebagai input untuk *geolocation*, *calibration* dan *processing*. Level 1b adalah data yang telah mempunyai terapannya merupakan hasil dari aplikasi sensor kalibrasi sensor pada level 1a.
- c) Level 2, dihasilkan dari proses penggabungan data level 1a dan 1b. Data level 2 menetapkan nilai geofisik pada tiap piksel yang berasal dari perhitungan raw radiance level 1a dengan menerapkan kalibrasi sensor, koreksi atmosfer dan algoritma bio-optik
- d) Level 3 merupakan data level 2 yang dikumpulkan dan dipaketkan dalam periode 1 hari, 8 hari, 1 bulan dan 1 tahun.

1.7. Temperatur

Secara umum suhu perairan nusantara mempunyai perubahan suhu baik harian maupun tahunan, biasanya berkisar antara 27°C – 32 °C dan ini tidak berpengaruh terhadap kegiatan budidaya. Kenaikan suhu mempercepat reaksi-reaksi kimia, yang menurut hukum *Van't Hoff* kenaikan suhu 10 °C akan melipat gandakan kecepatan reaksi (Romimohtarto, 2003). Pada kondisi tertentu, suhu permukaan perairan dapat mencapai 35 °C atau lebih besar. Akan tetapi ikan biasanya akan berenang menjauhi permukaan perairan (Boyd dan Lichtkoppler, 1982).

Perubahan suhu mempengaruhi tingkat kesesuaian perairan sebagai habitat organisme akuatik, karena itu setiap organisme akuatik mempunyai batas kisaran maksimum dan minimum (Rudiyanti, 2009). Ikan merupakan hewan poikiloterm, yang mana suhu tubuhnya naik turun sesuai dengan suhu lingkungan (Patty, 2015), sebab itu semua proses fisiologis ikan dipengaruhi oleh suhu lingkungan (Girsang, 2013). Suhu perairan berpengaruh terhadap respon tingkah laku ikan (Ball *dkk*, 1986), proses metabolisme, reproduksi (Hutabarat dan Evans, 1985 ; Efendi, 2003), ekskresi amonia (Wheathon *et al*, 1994) dan resistensi terhadap penyakit (Nabib dan Pasaribu, 1989).

Perubahan suhu mempengaruhi tingkat kesesuaian perairan sebagai habitat organisme akuatik, karena itu setiap organisme akuatik mempunyai batas kisaran maksimum dan minimum (Efendi, 2003). Ikan merupakan hewan poikiloterm, yang mana suhu tubuhnya naik turun sesuai dengan suhu lingkungan (Brotowidjoyo *et al*, 1995), sebab itu semua proses fisiologis ikan dipengaruhi oleh suhu lingkungan (Hoar *et al*, 1979). Suhu perairan berpengaruh terhadap respon tingkah laku proses metabolisme, reproduksi (Hutabarat dan Evans, 1985 ; Efendi, 2003), ekskresi amonia (Wheathon *et al*, 1994) dan resistensi terhadap penyakit (Nabib dan Pasaribu, 1989).

Boyd dan Lichtkoppler (1982) menyatakan bahwa suhu yang optimal bagi pertumbuhan ikan tropis berkisar antara 25°C – 32 °C. Semakin tinggi suhu semakin cepat perairan mengalami kejemuhan akan oksigen yang mendorong terjadinya difusi oksigen dari air ke udara, sehingga konsentrasi oksigen terlarut dalam perairan semakin menurun. Sejalan dengan itu, konsumsi oksigen pada ikan menurun dan berakibat menurunnya metabolisme dan kebutuhan energi. Peningkatan suhu perairan sebesar 10 °C, menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sebanyak dua sampai tiga kali lipat. Perubahan suhu juga berakibat pada peningkatan dekomposisi bahan- bahan organik oleh mikroba (Effendi, 2003).