

**PURWARUPA DUKUNGAN DATA ARUS LAUT OPERASIONAL BERSUMBER DARI
COPERNICUS MARINE ENVIRONMENT MONITORING SERVICE (CMEMS) DALAM FORMAT
AML IWC ARUS LAUT UNTUK TNI AL**

Dodik Armansyah¹, N B Sukoco¹, Kamija^{1,2}, D Adrianto^{1,2}, L Dewantono³, W S Pranowo^{1,4}

¹ Program Studi S-1 Hidrografi (STTAL),

² Dinas Oseanografi dan Meteorologi, Pushidrosal,

³ LPPM STTAL

⁴ Pusat Riset Kelautan, Kementerian Kelautan dan Perikanan,

ABSTRAK

Arus laut merupakan perpindahan massa air laut mendatar yang disebabkan oleh beberapa jenis gaya penggerak antara lain stres angin, gradien tekanan, gelombang laut dan pasang surut. Informasi tentang arus laut diperlukan untuk mendukung keselamatan bernavigasi dan operasi angkatan laut lainnya. Pushidrosal sebagai lembaga hidrografi nasional telah menyediakan produk prediksi arus pasang surut pada beberapa pelabuhan terpilih yang diterbitkan secara tahunan. Data arus laut yang disebabkan oleh selain pasang surut belum menjadi informasi yang diproduksi secara berkesinambungan dan belum didistribusikan sebagai data dukungan baik untuk operasional kapal sipil maupun militer. TNI AL telah menggunakan teknologi *Warship Electronic Chart Display and Information System (WECDIS)* terkini di dua kapal selam terbarunya pada tahun 2016 dan 2017. Salah satu kemampuan *WECDIS* tersebut adalah mampu menampilkan *Additional Military Layer (AML)* dinamis *Integrated Water Column (IWC)* komponen arus laut. Untuk memperoleh data arus laut yang mencakup seluruh wilayah Indonesia dapat digunakan dengan metode pengamatan langsung, pengamatan satelit atau pemodelan. Data pengamatan langsung dan pengamatan satelit memerlukan anggaran pengadaan dan operasional alat yang besar dan memerlukan perencanaan yang cukup lama, sedangkan pemodelan dapat dilaksanakan dengan biaya relatif murah. Sumber data arus non pasang surut di wilayah Indonesia, yang memiliki dimensi kedalaman, dapat diambil dari pemodelan global *Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS)*. Data arus laut pemodelan global *CMEMS* memiliki resolusi horisontal yang cukup tinggi dengan resolusi temporal sampai dengan per jam. Pemodelan tersebut juga di-*update* setiap hari yang menghasilkan prediksi sepuluh hari ke depan. Hasil pemodelan *CMEMS* dapat diunduh secara gratis dengan melaksanakan registrasi terlebih dahulu. Data pemodelan *CMEMS* dapat diunduh secara berkala untuk dijadikan sebagai sumber data *AML IWC* komponen arus laut. Selanjutnya *AML IWC* dapat didistribusikan secara periodik, semisal mingguan, untuk digunakan sebagai informasi pendukung yang ditampilkan di dalam *WECDIS*.

KATA KUNCI : Purwarupa dukungan data, arus laut, operasional, *Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS)*, *AML IWC* Arus Laut, TNI AL.

ABSTRACT

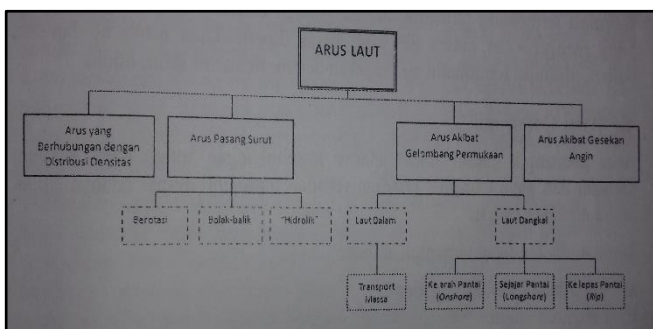
Ocean current is defined as sea water mass horizontal movement which is triggered by a number of driving forces such as wind stress, pressure gradient, sea wave and sea tides. Ocean current

information is required for supporting navigation as well as other navy related operation. Pushidrosal as the national hydrography institution regularly provides tide current prediction book for several selected ports that published every one year. Non tide ocean current information is not yet become an information which routinely produced and distributed, either for civilian maritime transportation or for Indonesian Navy operation. TNI AL has acquired and operated latest Warship Electronic Chart Display and Information System (WECDIS) technology onboard it's two submrines in 2016 and 2017. One of the WECDIS new capability is displaying dynamic Additional Miitary Layer (AML) Integrated Water Column (IWC) ocean current. In order to acquire ocean current data for the entire Indonesian water, a number of methodes can be executed such as through insitu observation, satelite observation or modelling. Data acquisition with insitu and satelite observation implies expensive budget for the procurement of the system. Meanwhile, modelling provides relatively much cheaper system with scientifically acceptable data quality. Ocean current data source, which has depth dimension, can be accesed from global model of Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS). Ocean current data from CMEMS global model has high horizontal and temporal resolution upto hourly. The model is also updated daily and produces ten days forecast infomation. The result of CMEMS global model is able to be downloaded free of charge with a very easy previous registration. CMEMS model data can be downloaded regularly in order to be used as data source for AML IWC ocean current. Therefore AML IWC ocean current may be distributed periodically, e.g. weekly, for environmental information support which can be dispalyed on the WECDIS.

KEYWORDS : *information support prototype, ocean current, operational, Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS), AML IWC ocean current, Indonesian Navy.*

1. PENDAHULUAN

Arus laut didefinisikan sebagai gerakan horisontal massa air laut yang dipicu oleh gaya – gaya penggerak yang bekerja pada air laut seperti pasang surut, stres angin, gradien tekanan dan gelombang laut (Hadi & Radjawane, 2011). Sebagaimana dinyatakan oleh Ippen, arus laut secara umum dapat diklasifikasikan menjadi empat tipe utama antara lain : arus yang berhubungan dengan distribusi densitas, arus pasang surut, arus yang ditimbulkan oleh gelombang laut dan arus yang ditimbulkan oleh angin (Ippen, 1966).

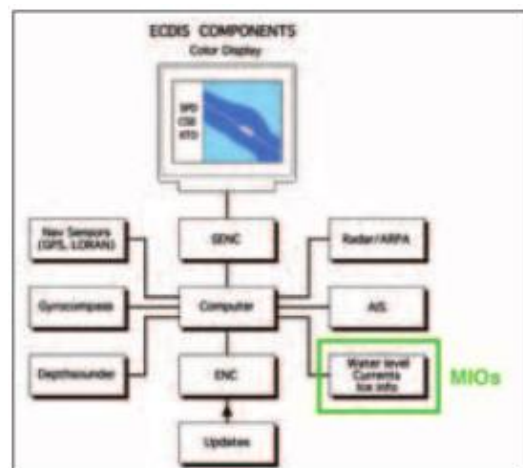


Gambar 1. Klasifikasi arus laut (Ippen, 1966)

Dari keempat tipe arus laut di atas, salah satunya, yaitu prediksi arus pasang surut untuk wilayah perairan Indonesia, telah diproduksi secara berkesinambungan pada beberapa pelabuhan dan alur pelayaran terpilih oleh Pushidrosal. Produk tersebut didistribusikan dalam bentuk buku publikasi nautika yang diterbitkan setiap awal tahun untuk satu tahun ke depan (Pushidrosal, 2018). Penerbitan informasi arus laut selain arus pasang surut memang tidak populer digunakan untuk kepentingan navigasi. Pada zaman dahulu, teknologi untuk pengamatan data arus laut di lepas pantai memang belum ditemukan. Seiring kemajuan teknologi alat pengamatan arus laut baik yang bersifat insitu maupun menggunakan teknologi satelit, pengamatan arus laut lepas pantai lebih memungkinkan untuk dilaksanakan, meskipun memerlukan anggaran yang tidak murah. Sistem

dan teknologi tersebut sudah banyak diterapkan oleh negara maju seperti Amerika Serikat, Eropa, Jepang, China dan Australia sedangkan untuk Indonesia masih sangat baru dengan teknologi semacam ini.

Dr. Lee Alexander, ketua *Harmonisation Group on Marine Information Overlays (HGMIO)*, pernah menuliskan dalam suatu artikel bahwasannya pengembangan *Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)* memberikan perangkat bantu navigasi baru bagi para pelaut yang mampu menampilkan berbagai macam informasi yang penting untuk navigasi. *Marine Information Overlay (MIO)* adalah istilah umum yang digunakan untuk menjelaskan semua informasi terkait navigasi dan peta laut yang bersifat memberikan nilai tambah terhadap informasi minimal yang diwajibkan dalam standar performa *IMO* untuk *ECDIS*. Konsep dasar yang diusung adalah untuk memberikan layer informasi tambahan dalam bentuk poin, garis atau area yang bisa ditampilkan dalam *ECDIS* bersamaan dengan peta laut elektronik. Salah satu obyek fitur yang berpotensi sebagai salah satu komponen *MIO* adalah arus laut (Alexander, 2008).



Gambar 2. Komponen ECDIS (Alexander, 2008)

NAVTOR, sebuah perusahaan teknologi navigasi Norwegia, pada tahun 2014 menyampaikan paparan produk – produk yang

telah berhasil dikembangkannya untuk mewujudkan konsep *e-navigation* yang sedang dikampanyekan oleh *IMO*. Dalam paparan tersebut dikemukakan bahwasannya dunia pelayaran global akan banyak berubah dalam waktu yang akan datang. Hal tersebut didorong oleh mandat *IMO* tentang kewajiban penggunaan *ECDIS* yang mulai berlaku pada tahun 2018, dan diperkirakan akan diaplikasikan dalam 30000 kapal secara global. Aturan emisi gas buang yang lebih ketat bagi kapal – kapal *IMO* pun akan sangat mempengaruhi bagaimana kapal – kapal tersebut dioperasikan. Berdasarkan kondisi tersebut, *e-navigation* diharapkan dapat menjadi solusi teknologi navigasi yang memudahkan dan bersifat integratif dan lebih presentatif. Dengan kemampuan yang demikian tinggi, sistem tersebut akan mampu memanfaatkan data meteorologi dan oseanografi resolusi tinggi, salah satunya arus laut, untuk menghemat bahan bakar dan mengurangi emisi gas buang (Hjollo, 2014).

TNI AL telah mengakuisisi teknologi *Warship Electronic Chart Display and Information System (WECDIS) Ecpins* mutakhir di dua kapal selam terbarunya pada tahun 2016 dan 2017. Teknologi tersebut merupakan teknologi navigasi yang memenuhi standar *IMO* maupun standar *NATO*. Selain bisa digunakan sebagai alat bantu navigasi, sistem tersebut bisa digunakan untuk meningkatkan kesadaran situasi untuk membantu operasi kapal perang. Hal tersebut salah satunya diwujudkan dengan kemampuannya menampilkan *Additional Military Layer (AML)* baik yang statis maupun dinamis seperti arus laut (Banerd, 2016). Untuk mengoptimalkan peralatan ini, perlu kiranya Pushidrosal melaksanakan penjajakan sejauh mana kemungkinannya untuk meng-integrasikan dan mem-presentasikan data arus laut contohnya berkesinambungan. Pada saat ini *CMEMS* dapat diakses secara gratis dengan melaksanakan

untuk ditampilkan ke dalam *WECDIS Ecpins*. Data arus laut pasang surut yang telah diproduksi oleh Pushidrosal dalam bentuk buku nautika dapat dikonversi menjadi digital agar dapat dimanipulasi lebih mudah ke dalam *WECDIS* tersebut. Namun pada penelitian ini, penulis bermaksud mencoba memanfaatkan data arus laut pemodelan global *Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS)* sebagai data sumber produk *AML IWC* arus laut. Data arus laut pemodelan global *CMEMS* dapat mengisi kekosongan data arus laut yang belum dimiliki oleh Pushidrosal. Data tersebut pun memiliki resolusi horisontal yang cukup tinggi dan resolusi temporal mulai dari rata – rata bulanan, harian, hingga per jam. Selain itu, data tersebut di-*update* setiap hari dengan waktu prediksi sampai dengan 10 hari ke depan. Dengan berbagai keunggulan tersebut, data arus laut pemodelan global *CMEMS* sangat relevan dijadikan data sumber produk *AML IWC* arus laut yang dapat ditampilkan di dalam *WECDIS Ecpins*.

2. SUMBER DATA DAN METODOLOGI

2.1. Katalog Servis *Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS)*

Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS) menawarkan akses kepada data oseanografi secara online. Pengguna dapat mengunduh data sesuai keperluannya dalam format unik *netCDF*. Layanan *CMEMS* sejalan dengan kerangka direktif *Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE)*. *INSPIRE* adalah inisiatif Uni Eropa untuk membangun infrastruktur informasi spasial di Eropa yang bisa menjadikan informasi spasial lebih mudah diperoleh dan dipertukarkan untuk seluas – luasnya kepentingan dukungan terhadap pembangunan yang registrasi terlebih dahulu. Pendanaan *CMEMS* sepenuhnya ditanggung oleh Uni Eropa.

Sejak April 2015, katalog *CMEMS* meliputi 136 produk observasi dan model yang dapat diakses. *CMEMS* merupakan produk layanan operasional oseanografi yang kuat dan dapat dipercaya karena telah melewati fase purwarupa demonstrasi mulai dari tahun 2009 s.d. 2015 (Copernicus, 2015).

2.2. Produk Pemodelan Global Oseanografi Fisis *Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS)*

Produk *CMEMS* yang memiliki potensi besar dijadikan sumber data *AML IWC* arus laut adalah produk pemodelan global oseanografi fisis dengan frekuensi *update* harian. Produk pemodelan global *CMEMS* tersebut bersumber dari pengamatan

oseanografi fisis yang lengkap salah satunya arus laut, resolusi horisontal $1/12^\circ$ atau 9 km, resolusi vertikal sampai dengan 50 level kedalaman, resolusi temporal per jam+per hari+per bulan, serta dapat memprediksi hingga 10 hari ke depan. Data *forcing* yang diasimilasikan ke dalam model global tersebut meliputi *sea surface temperature, sealevel, in situ T S profiles* dan *sea ice concentration* (Copernicus, 2018). Dengan memanfaatkan produk pemodelan global *CMEMS* tersebut, Pushidrosal akan mendapatkan sumber data arus laut non pasang surut yang terpercaya karena telah tervalidasi secara ilmiah dari sebuah lembaga internasional yang kredibel. Selain daripada itu, sumber data yang diberikan sangat berkesinambungan karena di-*update* setiap hari

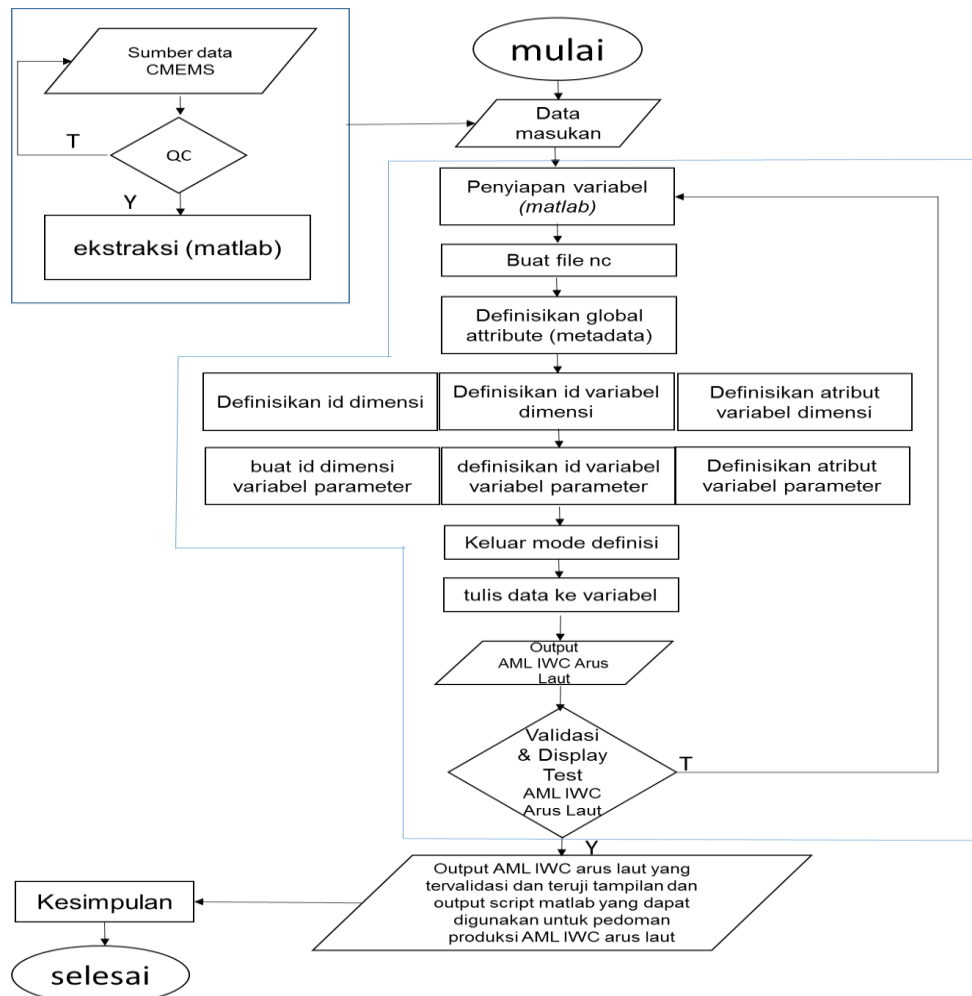
GLOBAL									
PRODUCTS				CHARACTERISTICS					
DATA SOURCE	MODELS/OBSERVATION	TYPE (NRT/RAN-REP)	REFERENCES	PARAMETERS	HORIZONTAL AND VERTICAL RESOLUTIONS	TEMPORAL COVERAGE [START DATE; END DATE]	TEMPORAL RESOLUTION	UPDATE FREQUENCY	DATA ASSIMILATED / PROCESSING LEVEL
Phy	MODEL	NRT	001_015	T bottomT S SSH UV MLD SIC SIT SIUV	1/4° - 1/4° - 28km; 43 levels	[14/03/2014;+10D FCST]	H + D	D	● ● ● ● ●
		NRT	001_024	T bottomT S SSH UV MLD SIC SIT SIUV	1/12° - 1/12° - 9km; 50 levels	[27/12/2006;+10D FCST]	H + D + M	D	● ● ● ● ●
		RAN	001_025	T bottomT S SSH UV MLD SIC SIT SIUV	1/4° - 1/4° - 28km; 75 levels	[01/01/1993;29/12/2015]	D + M	Y	● ● ● ● ●
		RAN	001_026	T S UV	1° - 1° - 111km; 75 levels	[01/01/1993;31/12/2016]	M	Y	● ● ● ● ●
		RAN	001_030	T bottomT S SSH UV MLD SIC SIT SIUV	1/12° - 1/12° - 9km; 50 levels	[01/01/1993;31/12/2016]	D + M	Y	● ● ● ● ●
	INSITU	NRT	013_002_a	T S	0.5° - 0.5° - 56km; 152 levels	[15/01/2010;ongoing]	M	M	L4 grid
		NRT	013_030	T S SSH UV	discrete	[10/01/2010;ongoing]	INS	D	L2 discrete
		REP	013_001_b	T S	discrete	[01/01/1950;31/12/2016]	INS	Y	L2 discrete
		REP	013_002_b	T S	0.5° - 0.5° - 56km; 152 levels	[01/01/1990;31/12/2015]	M	Y	L4 grid
		REP	013_044	UV	discrete	[01/01/1990;31/12/2016]	INS	Y	L2 discrete

oseanografi fisis, bertipe *near real time*, memiliki referensi 001_024, mengandung parameter

bahkan memiliki nilai tambah prediksi 10 hari ke depan.

Gambar 3. Karakteristik produk global oseanografi fisis *CMEMS* (Copernicus, 2018)

2.3. Metodologi pembuatan AML IWC Arus Laut



Gambar 4. Diagram alir proses pembuatan AML IWC Arus dari sumber data CMEMS

Proses pembuatan AML IWC arus laut dimulai mendownload file global-analysis-forecast-phy-001-024-monthly_1516411196978.nc dari www.marine.copernicus.eu, yang merupakan data rata – rata arus bulan Januari di Selat Lombok. Selanjutnya menampilkan skema file tersebut di command window Matlab menggunakan perintah :

`ncdisp('global-analysis-forecast-phy-001-024-monthly_1516423612454.nc')`%menampilkan struktur file netcdf

Dari perintah “ncdisp” di Matlab tersebut kita dapatkan bahwa data analisis produk marine copernicus berisi tentang :

- Monthly mean fields from Global Ocean Physics Analysis and Forecast updated monthly.
- Memiliki dimensi data dengan ukuran 1 dimensi waktu (rata – rata bulan Januari), 50 level kedalaman, 13 titik latitude, 19 titik longitude.
- Variabel utamanya adalah *eastward velocity* dan *northward velocity* arus rata – rata bulan Januari.

Selanjutnya mengambil variabel *eastward velocity*, *northward velocity* dan *depth* untuk

dijadikan variabel dalam format mat file dengan perintah :

```
ncid = netcdf.open('global-analysis-forecast-  
phy-001-024-  
monthly_1516423612454.nc','NC_NOWRITE');  
%baca file netcdf sbg ncid  
arus_u = netcdf.getVar (ncid,4);%ekstrak  
eastward velocity sbg variabel arus_u  
arus_v = netcdf.getVar (ncid,5);%ekstrak  
northward velocity sbg variabel arus_v  
depth = netcdf.getVar (ncid,3);%ekstrak depth  
sbg variabel depth
```

Harus diperhatikan bahwa data arus u dan arus v yang diekstraksi di atas bukanlah nilai yang sebenarnya karena data yang dituliskan dalam *netCDF* memiliki faktor skala dan *offset* yang harus diperhitungkan untuk mendapatkan nilai yang sebenarnya. Dan juga ada data *fill value* yang biasanya menunjukkan data yang ada di daratan. Untuk file *netCDF marine copernicus* ini faktor skalanya = 0.00061037, *offset*-nya = 0 dan *fill valuenya* = -32767 yang diketahui dari perintah *ncdisp*.

Sebelum memproses data arus u dan arus v lebih lanjut, ubah tipe data yang sebelumnya *int16* menjadi *double* dengan perintah “double” dengan perintah :

```
arus_u = double (arus_u);  
arus_v = double (arus_v);
```

Merubah *fill value* menjadi NaN, dengan perintah :

```
arus_u (arus_u == -32767) = NaN;  
arus_v (arus_v == -32767) = NaN;
```

Mengalikan arus u dan arus v dengan faktor skala sehingga didapatkan nilai yang sebenarnya dengan

unit satuan m/s, sedangkan nilai *offset* tidak perlu ditambahkan karena nilainya = 0.

```
arus_u = arus_u*0.00061037;  
arus_v = arus_v*0.00061037;
```

Menghitung nilai skalar arus dan arahnya dari arus u dan arus v, dengan perintah :

```
arus = sqrt (arus_u.^2 + arus_v.^2);%cepat arus  
dalam m/s  
arah_arus = atan2d(arus_u,arus_v);  
arah_arus = rem (360+arah_arus,360);%arus ke  
dalam derajat
```

Penulis akan membuat *AML IWC* arus laut dengan *offset* = 0.15 dan *scale factor* = 0.001. Untuk itu langkah selanjutnya adalah membuat matriks *offset* dengan dimensi 19(lon)x13(lat)x50(depth) dan *scale factor* = 0.001 (UKHO, 2006).

```
offset = ones(19,13,50)*0.15;  
scale_factor = 0.001;
```

Langkah berikutnya adalah mengurangi variabel arus u, arus v, arus dan arah arus dengan *offset* kemudian masing-masing dibagi dengan *scale factor*.

```
arah_arus = arah_arus - offset;  
arus = arus - offset;  
arus_u = arus_u - offset;  
arus_v = arus_v - offset;  
arah_arus = arah_arus/scale_factor;  
arus = arus/scale_factor;  
arus_u = arus_u/scale_factor;  
arus_v = arus_v/scale_factor;
```

Langkah berikutnya adalah mengganti nilai NaN pada variabel arus u, arus v, arus dan arah arus dengan *fill value* = -31999.

```
arah_arus(isnan(arah_arus)) = -31999;  
arus(isnan(arus)) = -31999;  
arus_u(isnan(arus_u)) = -31999;  
arus_v(isnan(arus_v)) = -31999;
```

Selanjutnya matriks arah_arus disimpan sebagai arah_arus.mat, matriks arus sebagai arus.mat, matriks arus_u sebagai arus_u.mat, matriks arus_v sebagai arus_v.mat dan matriks depth sebagai depth.mat untuk digunakan dalam penulisan file *netCDF* AML IWC arus laut.

Langkah berikutnya, salin file – file arus.mat, arah_arus.mat, arus_u.mat, arus_v.mat dan depth.mat ke dalam satu folder kerja di Matlab kemudian *load* kelima file tersebut sehingga menjadi variabel dalam *workspace* Matlab. Setelah itu jalankan *script* berikut untuk menyiapkan data baik untuk variabel – variabel dimensi maupun variabel – variabel parameter.

```
% Prepare some data.  
% Special for time data  
time1 = ['00000116120000']; %rata-rata Januari  
time2 = char (time1);  
time = time2';  
%=====  
lons = [115:(1/12):116.5];  
lats = [-9:(1/12):-8];  
depth = depth;  
ocean_current_rate = arus; %mandatory  
variable  
ocean_current_direction = arah_arus;  
%mandatory variable  
ocean_current_vector_u = arus_u;  
ocean_current_vector_v = arus_v;
```

Variabel dimensi waktu (*time*) menggunakan format waktu klimatologi CCYYMMDDHHMMSS, dimana untuk mengekspresikan klimatologi bulanan januari dengan cara menuliskan 00000116120000. Kode tersebut menunjukkan jam 12 siang tanggal 16 Januari, hal ini sesuai dengan aturan dalam spesifikasi produk yang ditetapkan. Tipe data untuk waktu adalah *char*. Variabel dimensi lons dan lats merupakan bujur dan lintang dari domain area yang akan dibuat file *netCDF*-nya dengan interval antar titiknya 1/12° atau kurang lebih 5 nm sesuai dengan data variabel parameter yang sebelumnya disiapkan dengan metode ekstraksi. Variabel dimensi *depth* merupakan matriks kedalaman yang nilainya sama dengan hasil ekstraksi. Selanjutnya untuk variabel – variabel parameter ocean_current_rate, ocean_current_direction, ocean_current_vector_u dan ocean_current_vector_v, data masukannya menggunakan file – file .mat yang sebelumnya telah dimuat ke dalam *workspace* Matlab.

Langkah berikutnya, membuat nama file *netCDF* yang akan dijadikan wadah data parameter AML IWC arus laut.

```
% Create nc file  
ncid =  
netcdf.create('AML_IWC2_current_mean_jan_Lo  
mbock_20180828.nc','NOCLOBBER');
```

Maksud dari sintaks di atas adalah buat variabel dengan nama ncid yang merupakan perintah membuat file *netCDF* dengan nama AML_IWC2_current_mean_jan_Lombok_20180828.nc dengan ketentuan jika ada nama file nc yang sama jangan ditindas. Untuk dapat membuat file *netCDF* dalam suatu folder, suatu akun komputer harus memiliki writing permission ke dalam folder atau partisi hard disk yang digunakan untuk kerja.

Selanjutnya, mendefinisikan atribut global atau metadata AML IWC arus laut.


```
% Define Global Attributes
global_varid = netcdf.getConstant('GLOBAL');
netcdf.putAtt(ncid,global_varid,'description','IW
C 2.1 Component 2');
netcdf.putAtt(ncid,global_varid,'convention','CO
ARDS');
netcdf.putAtt(ncid,global_varid,'production_age
ncy','STTAL');
netcdf.putAtt(ncid,global_varid,'dataset_name','
Gridded January Indonesian Ocean Current
Rate DataBase');
netcdf.putAtt(ncid,global_varid,'edition_number
','Lombok_Current 1.0');
netcdf.putAtt(ncid,global_varid,'release_date','2
0180828');
netcdf.putAtt(ncid,global_varid,'product_specifi
cation_description','AML-Integrated Water
Column phase 1 - Physical Climatology');
netcdf.putAtt(ncid,global_varid,'product_specifi
cation_version','2.1');
netcdf.putAtt(ncid,global_varid,'spatial_scale','4
');
netcdf.putAtt(ncid,global_varid,'temporal_scale'
,'C');
netcdf.putAtt(ncid,global_varid,'completeness','
Complete');
netcdf.putAtt(ncid,global_varid,'coverage','Lom
bok Strait');
netcdf.putAtt(ncid,global_varid,'ido_status','IDN
');
netcdf.putAtt(ncid,global_varid,'protective_mar
king','UNCLASSIFIED');
netcdf.putAtt(ncid,global_varid,'owner_authorit
y','STTAL');
netcdf.putAtt(ncid,global_varid,'caveat','N/A');
netcdf.putAtt(ncid,global_varid,'copyright','STT
AL Copyright 2018.All rights reserved');
netcdf.putAtt(ncid,global_varid,'data_source','D
ata extracted from dataset
http://marine.copernicus.eu');
```

```
netcdf.putAtt(ncid,global_varid,'orig_auth','Merc
ator Ocean');
netcdf.putAtt(ncid,global_varid,'data_type','Oce
anographicObservations');
netcdf.putAtt(ncid,global_varid,'image_file','N/A'
);
netcdf.putAtt(ncid,global_varid,'text_file','N/A');
netcdf.putAtt(ncid,global_varid,'reference','N/A')
;
netcdf.putAtt(ncid,global_varid,'supporting_info
','N/A');
```

Langkah berikutnya, mendefinisikan nama -
nama identitas dimensi yang akan digunakan untuk
file netcdf yang akan dibuat.

```
% Define the dimension
time_dimID = netcdf.defDim(ncid,'time',1);
str_len_dimID = netcdf.defDim(ncid,'str_len',14);
depth_dimID = netcdf.defDim(ncid,'depth',50);
lat_dimID = netcdf.defDim(ncid,'latitude',13);
lon_dimID = netcdf.defDim(ncid,'longitude',19);
```

Untuk membuat file *netCDF* AML IWC arus laut
akan didefinisikan identitas dimensi, nama dimensi
dan panjang dimensinya untuk 5 dimensi yaitu :

- time, panjang dimensi 1;
- str_len, panjang dimensi 14;
- depth, panjang dimensi 50;
- latitude, panjang dimensi 13;
- longitude, panjang dimensi 19.

Selanjutnya, mendefinisikan nama identitas
variabel dimensi yang akan dituliskan ke dalam file
netCDF.

```
% Define n_profiles, time, depth, longitude,  
latitude variables
time_varid =
netcdf.defVar(ncid,'time','char',[str_len_dimID
time_dimID]);
```

```
depth_varid =  
netcdf.defVar(ncid,'depth','double',depth_dimID)  
;  
lat_varid =  
netcdf.defVar(ncid,'latitude','double',lat_dimID);  
lon_varid =  
netcdf.defVar(ncid,'longitude','double',lon_dimID);
```

- time, jenis data char, dimensi str_len x time;
- depth, jenis data double, dimensi depth;
- latitude, jenis data double, dimensi latitude;
- longitude, jenis data double, dimensi longitude;

Selanjutnya, mendefinisikan dan mengisi atribut – atribut variabel dimensi yang telah dibuat.

```
% Define attributes for time, depth, longitude,  
latitude variables  
netcdf.putAtt(ncid,time_varid,'units','CCYYMMDDHMMSS');  
netcdf.putAtt(ncid,time_varid,'long_name','Temporal Period');  
netcdf.putAtt(ncid,depth_varid,'units','metres');  
netcdf.putAtt(ncid,depth_varid,'long_name','depth');  
netcdf.putAtt(ncid,depth_varid,'positive','down');  
;  
netcdf.putAtt(ncid,lat_varid,'units','degrees_north');  
netcdf.putAtt(ncid,lat_varid,'long_name','latitude');  
netcdf.putAtt(ncid,lon_varid,'units','degrees_east');  
netcdf.putAtt(ncid,lon_varid,'long_name','longitude');
```

Untuk membuat file *netCDF AML IWC* arus laut akan didefinisikan identitas variabel dimensi, nama variabel dimensi, jenis datanya dan dimensinya untuk 4 variabel dimensi yaitu :

Selanjutnya, membuat nama identitas gabungan dimensi untuk variabel parameter yang akan dituliskan ke dalam file *netCDF*.

```
% creating dimids for 4 dimension variables  
dimids_4d = [ lon_dimID lat_dimID depth_dimID  
time_dimID];
```

Variabel parameter *ocean_current_rate*, *ocean_current_direction*, *ocean_current_vector_u* dan *ocean_current_vector_v* memiliki 4 dimensi yang sama yaitu : longitude, latitude, depth dan time. Untuk mempermudah penulisan sintaks berikutnya keempat dimensi tersebut digabungkan dalam satu nama identitas dimensi gabungan.

Selanjutnya, mendefinisikan nama identitas variabel parameter yang akan dituliskan ke dalam file *netcdf*.

```
% Define the netCDF variables for the ocean  
current, ocean current  
direction, ocean_current_vector_u and  
ocean_current_vector_v data  
current_varid =  
netcdf.defVar(ncid,'ocean_current_rate','double'  
,dimids_4d);  
dir_varid =  
netcdf.defVar(ncid,'ocean_current_direction','do  
uble',dimids_4d);  
u_varid =  
netcdf.defVar(ncid,'ocean_current_vector_u','do  
uble',dimids_4d);  
v_varid =
```

```
netcdf.defVar(ncid,'ocean_current_vector_v','double',dimids_4d);
```

Untuk membuat file *netCDF AML IWC* arus laut akan didefinisikan identitas variabel parameter, nama variabel parameter, jenis datanya dan dimensinya untuk 4 variabel parameter yaitu :

- ocean_current_rate, jenis data double, 4 dimensi;
- ocean_current_direction, jenis data double, 4 dimensi;
- ocean_current_vector_u, jenis data double, 4 dimensi;
- ocean_current_vector_v, jenis data double, 4 dimensi;

Selanjutnya, mendefinisikan dan mengisi atribut – atribut variabel parameter yang telah dibuat.

```
% Define units attributes for the ocean current,
ocean current
direction, ocean_current_vector_u and
ocean_current_vector_v
variables
netcdf.putAtt(ncid,current_varid,'units','m/s');
netcdf.putAtt(ncid,current_varid,'long_name','Ocean Current');
netcdf.putAtt(ncid,current_varid,'scale_factor',0.001);
netcdf.putAtt(ncid,current_varid,'add_offset',0.15);
netcdf.putAtt(ncid,current_varid,'missing_value',-32000);
netcdf.putAtt(ncid,current_varid,'_FillValue',-31999);

netcdf.putAtt(ncid,dir_varid,'units','degrees');
netcdf.putAtt(ncid,dir_varid,'long_name','Ocean Current Direction');
```

```
netcdf.putAtt(ncid,dir_varid,'scale_factor',0.001);
;
netcdf.putAtt(ncid,dir_varid,'add_offset',0.15);
netcdf.putAtt(ncid,dir_varid,'missing_value',-32000);
netcdf.putAtt(ncid,dir_varid,'_FillValue',-31999);

netcdf.putAtt(ncid,u_varid,'units','m/s');
netcdf.putAtt(ncid,u_varid,'long_name','ocean_current_vector_u');
netcdf.putAtt(ncid,u_varid,'scale_factor',0.001);
netcdf.putAtt(ncid,u_varid,'add_offset',0.15);
netcdf.putAtt(ncid,u_varid,'missing_value',-32000);
netcdf.putAtt(ncid,u_varid,'_FillValue',-31999);
```

```
netcdf.putAtt(ncid,v_varid,'units','m/s');
netcdf.putAtt(ncid,v_varid,'long_name','ocean_current_vector_v');
netcdf.putAtt(ncid,v_varid,'scale_factor',0.001);
netcdf.putAtt(ncid,v_varid,'add_offset',0.15);
netcdf.putAtt(ncid,v_varid,'missing_value',-32000);
netcdf.putAtt(ncid,v_varid,'_FillValue',-31999);
```

Selanjutnya, meninggalkan mode definisi untuk menuliskan data baik variabel dimensi maupun variabel parameter.

```
% Leave define mode and enter data mode to write data.
netcdf.endDef(ncid);
```

Langkah terakhir, menuliskan data masukan yang telah disiapkan ke dalam masing – masing variabel dimensi dan variabel parameter.

```
% Write the longitude, latitude, depth and month variable data.
```

% This will put the longitude, latitude, depth and month of our data grid into the netCDF file.

```
netcdf.putVar(ncid,time_varid,time);  
netcdf.putVar(ncid,depth_varid,depth);  
netcdf.putVar(ncid,lat_varid,lats);  
netcdf.putVar(ncid,lon_varid,lons);
```

% Write the ocean current, ocean current direction,

ocean_current_vector_u and ocean_current_vector_v data.

% This will put the ocean current, ocean current direction, ocean_current_vector_u and ocean_current_vector_v of our data grid into the netCDF file.

```
netcdf.putVar(ncid,current_varid,ocean_current_rate);  
netcdf.putVar(ncid,dir_varid,ocean_current_direction);  
netcdf.putVar(ncid,u_varid,ocean_current_vector_u);  
netcdf.putVar(ncid,v_varid,ocean_current_vector_v);
```

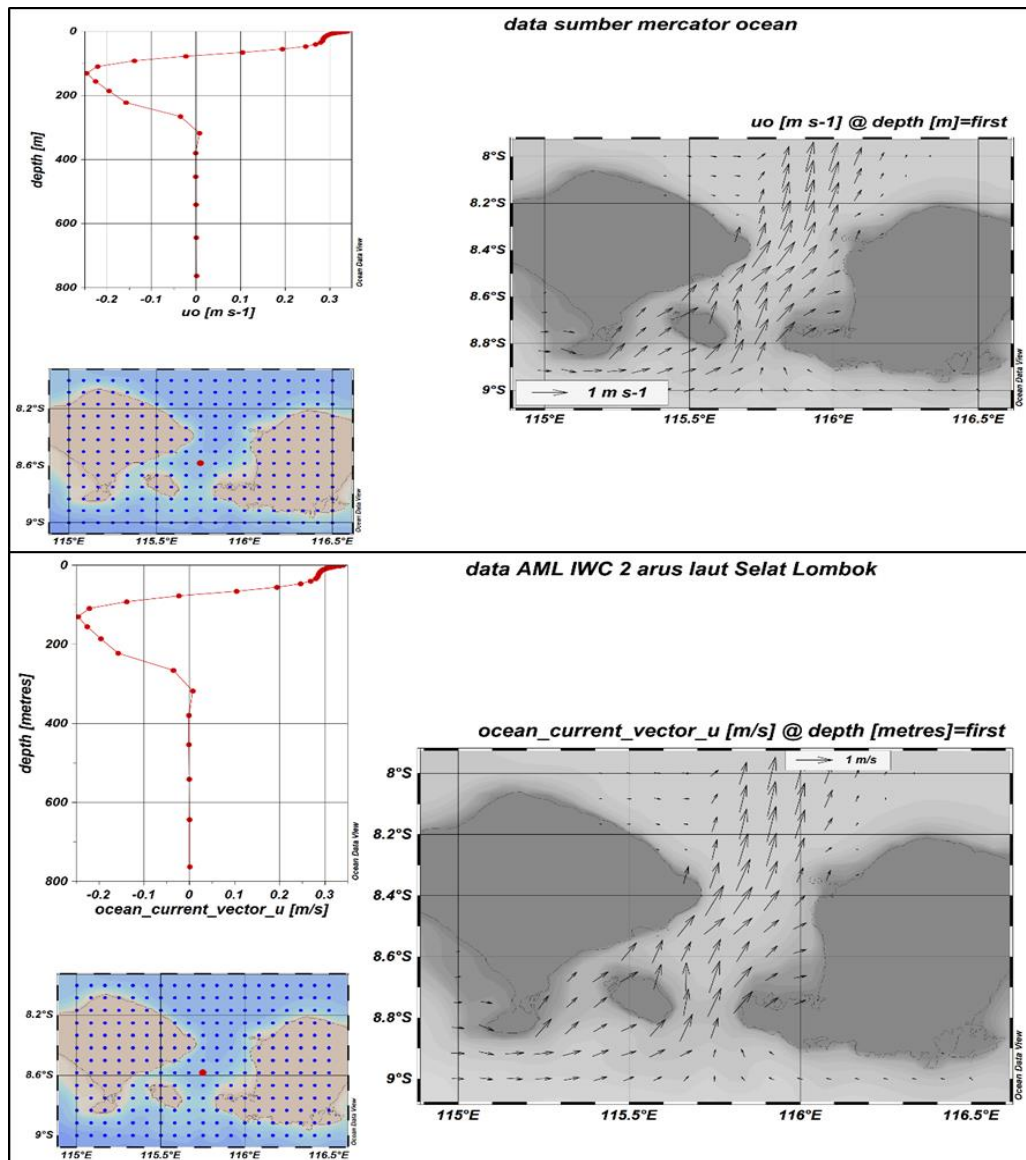
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Verifikasi format file *netCDF* AML IWC arus laut dengan Matlab menggunakan sintaks perintah :

```
ncdisp  
(‘AML_IWC2_current_mean_jan_Lombok_20180828.nc’)
```

Hasil verifikasi dengan Matlab ini membuktikan bahwa file *netCDF* AML IWC arus laut memiliki konten yang sesuai dengan rancangan format unik dari produk spesifikasi AML IWC yang sudah standar agar bisa ditampilkan ke dalam *WECDIS* (UKHO, 2006).

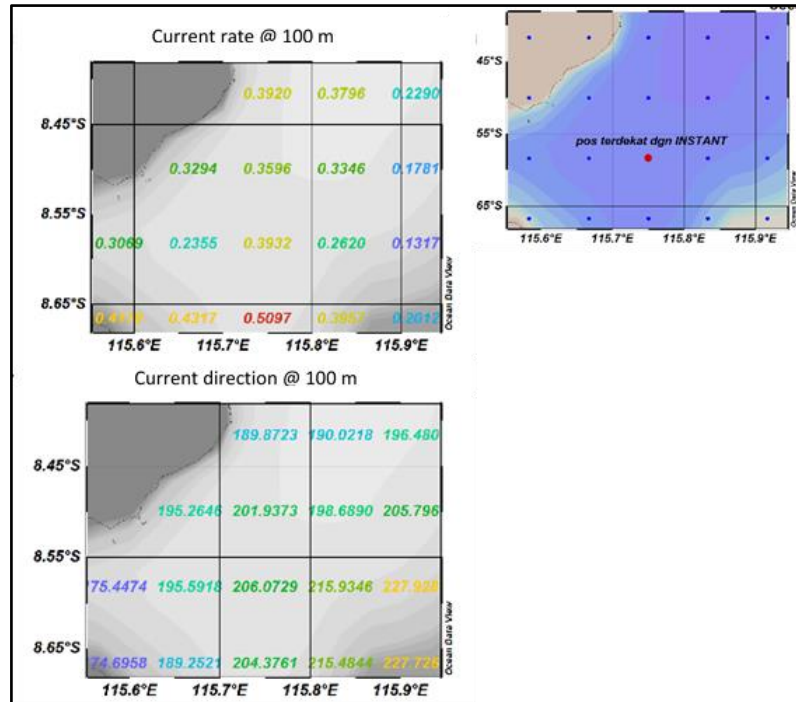
Validasi isi file *netCDF* AML IWC arus laut dengan dibandingkan terhadap data sumber *global-analysis-forecast-phy-001-024-monthly_1516423612454.nc* untuk membuktikan apakah setelah proses ekstraksi dan prosedur penyiapan data, serta proses penulisan file *netCDF* nilainya tetap atau berubah. Validasi AML IWC arus laut juga dilaksanakan dengan analisa arus di Selat Lombok yang menggunakan data seri waktu penelitian *The International Nusantara Stratification and Transport (INSTANT)* tahun 2004 s.d. 2005 (Pratomo, et al., 2016).



Gambar 5. Ploting arus u dan surface arrows AML IWC arus laut vs CMEMS kedalaman 0 m

Ploting arus u AML IWC arus laut dan CMEMS pada lokasi yang sama menunjukkan grafik yang identik. Ploting surface arrows AML IWC arus laut

dan CMEMS pada kedalaman 0 m juga menunjukkan hasil yang identik.



Gambar 6. Ploting number current direction dan current rate AML IWC arus laut kedalaman 100 m pos terdekat dengan *INSTANT*

Tabel 1. Hasil pengolahan kecepatan arus harmonik *INSTANT* posisi bujur 115.7592 lintang -8.439

Kedalaman (m)	Arus dominan rata-rata		Arus non dominan rata-rata	
	Arah	Cepat maks(m/s)	Arah	Cepat maks(m/s)
100	Selatan dan barat daya	1,1	Utara dan timur laut	0.1
250	Selatan dan barat daya	0.9	Utara	0.6
350	Utara dan timur laut	0.9	Selatan dan barat daya	0.8
450	Utara dan timur laut	1.0	Selatan dan barat daya	0.9

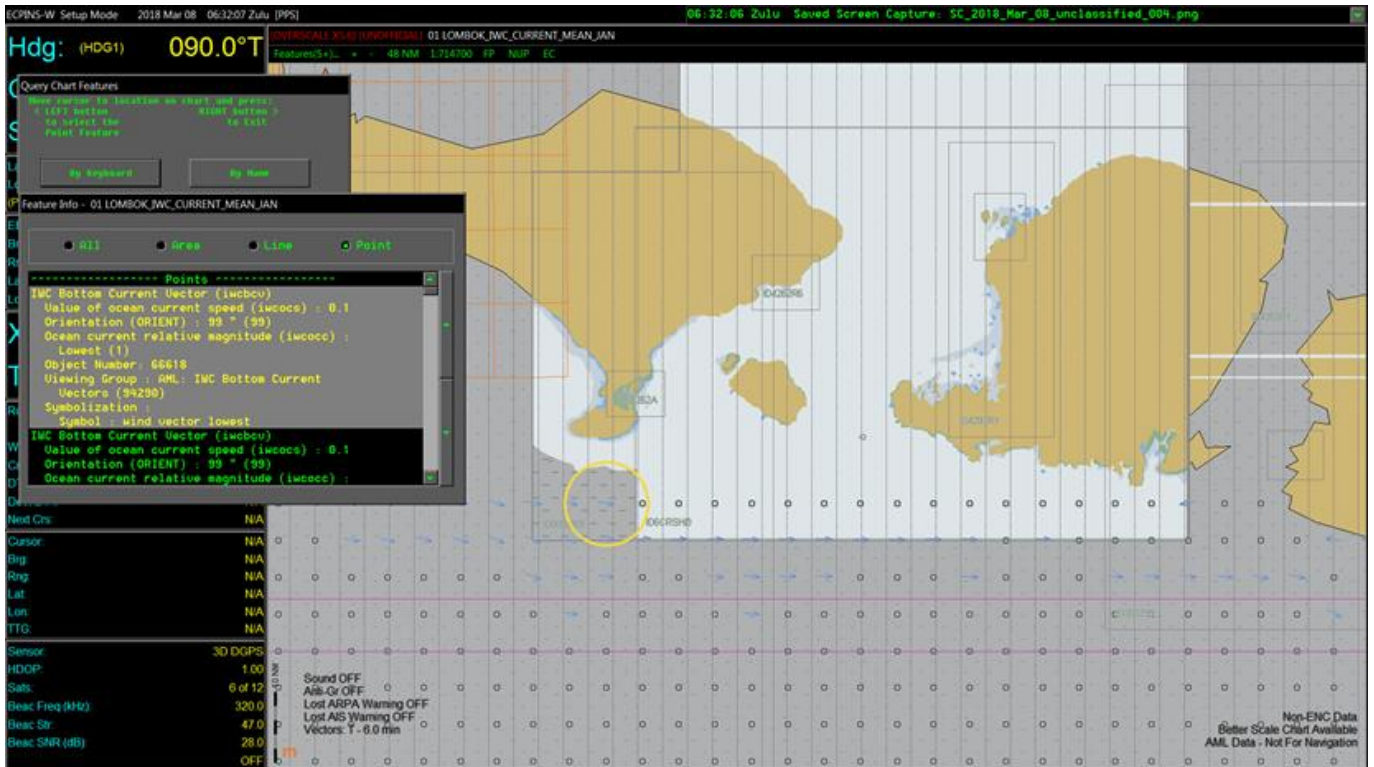
(Sumber : (Pratomo, et al., 2016))

Tabel 2. Rekapitulasi kuat dan arah arus AML IWC2 pada posisi bujur 115.75 lintang -8.583 dibandingkan dengan data *INSTANT*

Kedalaman (m)	Arah ke (derajat)	Cepat (m/s)	keterangan
100	206	0.3932	Sinkron dengan arah arus dominan <i>INSTANT</i>
250	222	0.1295	Sinkron dengan arah arus dominan <i>INSTANT</i>
350	117	0.0079	Mendekati arah arus non dominan <i>INSTANT</i>
450	265	0.0007	Mendekati arah arus non dominan <i>INSTANT</i>

Hasil validasi arus *AML IWC* arus laut terhadap analisa data *INSTANT* pada kedalaman 100 m, 250 m, 350 m dan 450 m menunjukkan arah dan kuat arus yang masih sinkron, sesuai dengan yang dicantumkan di dalam tabel 2.

Sebagai uji produk terakhir, *AML IWC* arus laut yang telah dibuat harus diuji tampilannya di dalam sistem *WECDIS*. Uji tampilan *AML IWC* arus laut Selat Lombok produk yang telah dibuat dapat ditampilkan dan di-*query* di Laptop *ECS Ecpins* Dispeta Pushidrosal.



Gambar 7. *AML IWC* arus laut dapat ditampilkan dan di-*query* di Laptop *ECS Ecpins* Dispeta Pushidrosal

4. KESIMPULAN

Dari penelitian tentang pembuatan data dukungan arus laut operasional yang bersumber dari data model *CMEMS* ini dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain :

- Data model arus laut *CMEMS* dapat dijadikan sumber data *AML IWC* arus laut untuk dukungan arus laut non pasang surut operasional karena di-*update* setiap hari dan memiliki prediksi 10 hari ke depan.
- *AML IWC* arus laut yang dibuat dengan perangkat lunak Matlab formatnya sesuai dengan produk spesifikasi yang ditentukan agar bisa ditampilkan ke dalam *WECDIS*.

- *AML IWC* arus laut yang dibuat dapat ditampilkan dan di-*query* dalam Laptop *ECS Ecpins*, sehingga datanya dapat dimanfaatkan untuk keperluan navigasi atau taktis.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Atas selesainya penelitian ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada *Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS)*, Dinas Pemetaan Pushidrosal dan Laboratorium Data Laut dan Pesisir Pusat Riset Kelautan, Kementerian Kelautan dan Perikanan. Paper ini merupakan bagian dari riset "Pembangunan Sistem Fusi Data dan Prediksi

Oseanografi Nasional” Tahun Anggaran 2019
kerjasama LPPM STTAL dengan Prodi S1
Hidrografi STTAL.

6. DAFTAR PUSTAKA

Alexander, L., 2008. *Marine Information Overlay
The what, why and how of MIOs*. New
Hampshire, USA: Seaways.

Banerd, L., 2016. *Indonesian Sub WECDIS
Operator Training Student's Manual*. s.l.:OSI
Maritime System.

Copernicus, 2015. *Copernicus Marine Environment
Monitoring Service Catalogue of Service*.
s.l.:Copernicus EU.

Copernicus, 2018. *Copernicus Marine Service
Catalogue April 2018*. s.l.:Copernicus EU.

Hadi, S. & Radjawane, I. M., 2011. *Arus Laut*.
Bandung: Penerbit ITB.

Hjollo, B. A., 2014. *NAVTOR; Shipping, e-
Navigation and opportunities for MyOcean*.
Lisbon: NAVTOR.

Ippen, A. T., 1966. *Estuary and Coastline
Hydrodynamics*. s.l.:McGraw-Hill Book Company,
Inc.

Pratomo, Y. et al., 2016. Identifikasi Penjalaran
Gelombang Panjang Samudera Hindia Ke Selat
Lombok Berdasarkan Komponen Harmonik
Arus. OmniAkuatika, 12(1), pp. 22-29.

Pushidrosal, 2018. *Home*. [Online]
Available at: www.pushidrosal.id

UKHO, 2006. *AML IWC Product Specification 2.1*.
London: UKHO.