

Pengaruh *Top Vent* pada Parasut *Hemisphere* Pesawat Tanpa Awak

Arifin Rasyadi Soemaryanto, M Aldi, Yudha Agung Nugroho,
dan Dana Herdiana

arifin.rasyadi@lapan.go.id
(29 Desember 2020)

ABSTRAK

Parasut merupakan salah satu sistem pendukung yang dapat dipasang pada pesawat tanpa awak. Sistem pendukung ini dapat berguna untuk keamanan dan keselamatan pesawat & lingkungan saat terbang. Dalam operasinya sebuah parasut mempunyai karakteristik aerodinamika yang sangat berpengaruh terhadap kemampuannya dalam menahan gaya drag yang terjadi apabila pesawat jatuh dari ketinggian. Karakteristi aerodinamika dari rancangan parasut dapat dianalisa menggunakan metode komputasi fluida atau *Computational Fluid Dynamics*, salah satunya adalah simulasi aliran fluida dari perangkat lunak DS Solidworks. Tujuan dari studi pada artikel ini adalah untuk mengetahui karakteristik aerodinamika dari parasut *hemisphere* dengan dan tanpa *top vent* berupa koefisien gaya hambat yang dihasilkan oleh kedua konfigurasi parasut. Perbedaan karakteristik gaya hambat antar kedua parasut adalah rata rata 0.3 satuan.

Kata kunci: parasut, pesawat tanpa awak, *top vent*

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Salah satu inovasi yang tengah dikembangkan saat ini adalah teknologi UAV (*Unmanned Aerial Vehicles*), yaitu kendaraan udara tanpa awak yang mampu terbang otomatis tanpa dikontrol oleh manusia di dalam kokpit pesawat. Kendaraan dapat berupa pesawat maupun jenis *copter* (*helicopter*, *quadcopter*, dan sebagainya) sebagaimana yang banyak kita jumpai di dunia *aeromodeling*. Seiring dengan tingginya akan kebutuhan pesawat ringan tanpa awak pada berbagai sektor juga meningkatkan minat berbagai pihak untuk mengembangkan pesawat tanpa awak. Pesawat jenis UAV adalah salah satu yang dikembangkan, yakni pesawat tanpa awak yang tidak memerlukan pilot untuk pengendaliannya. Beberapa jenis pesawat UAV dikendalikan oleh operator yang berada di darat menggunakan *remote control* dan ada juga beberapa pesawat UAV yang dapat terbang atau bergerak mandiri (*autonomous*) sesuai dengan *waypoint* yang diinginkan. Sebagian besar UAV sudah diaplikasikan untuk melakukan kegiatan penelitian, observasi, patroli, pengawasan wilayah dan juga investigasi bencana alam seperti kebakaran, banjir, letusan gunung berapi dan lainnya.

Salah satu UAV yang dikembangkan oleh Pusat Teknologi Penerbangan LAPAN adalah pesawat LSU-02 Series. Pesawat LSU-02 mempunyai bobot 15 kg dan membawa *payload* dengan berat maksimal hingga 3 kg dengan kecepatan terbang hingga 100 km/jam. Pesawat nirawak ini memiliki misi pemantauan wilayah yang sulit dijangkau manusia atau wilayah yang berbahaya, misal memotret kawah gunung berapi atau memantau kawasan bencana. Pesawat nirawak LSU-02 besutan LAPAN ini memiliki panjang sayap hingga 2.400 mm dan panjang badan pesawat 1.700 mm. Seperti layaknya pesawat UAV lainnya, pesawat LSU 02 ini memiliki kemampuan untuk terbang secara otomatis yang dikendalikan dari jauh atau diprogram untuk menuju sasaran tertentu. Pesawat ini juga dapat dipasang parasut untuk keamanan dan keselamatan pesawat & lingkungan saat terbang^[1].

Dalam operasinya sebuah parasut mempunyai karakteristik aerodinamika yang sangat berpengaruh terhadap kemampuannya dalam menahan gaya *drag* yang terjadi apabila pesawat jatuh dari ketinggian. Aerodinamika adalah ilmu yang banyak mengalami perkembangan pada beberapa tahun terakhir. Bidang ilmu ini memiliki lingkup yang sangat luas. Masih sangat banyak aspek yang dapat ditemui di dalam dunia aerodinamika yang dapat dikembangkan lebih lanjut oleh para peneliti khususnya *engineer* di masa depan.

Parasut memanfaatkan gaya hambatan udara (*drag*) untuk memperlambat gerak. Hukum fisika yang berlaku di sini disebut Hukum Stoke. Hukum Stoke menyatakan, Bila ada sebuah benda pada melaju dalam suatu fluida (udara atau cairan), maka benda tersebut akan memperoleh gaya hambat, ilmu spesifik yang membahas perilaku pergerakan angin pada sebuah benda ini disebut aerodinamika, parasut merupakan alat yang digunakan untuk memperlambat gerakan suatu objek di udara dengan menciptakan hambatan udara^[2]. Untuk menganalisa gaya *drag* dari parasut biasanya dilakukan uji *wind tunnel* namun mempermudah analisis dari aerodinamis dan gaya *drag* pada parasut dilakukan analisis menggunakan perangkat lunak komersial yang digunakan dalam analisis digunakan *DS Solidworks Flow Simulation*^[3].

1.2. Masalah Penelitian

Dari latar belakang penelitian di atas maka ada beberapa rumusan masalah yang akan dibahas pada artikel, yaitu:

1. Bagaimana analisis aerodinamika pada parasut *hemisphere* dengan dan tanpa *top vent* menggunakan metode simulasi aliran udara dari *software Solidworks*?
2. Bagaimana korelasi kecepatan *vertical*/kecepatan turun parasut dengan gaya hambat yang dihasilkan parasut *hemisphere* dengan dan tanpa *top vent*?
3. Berapa nilai dari *drag coefficient* yang diperoleh pada parasut *hemisphere* dengan dan tanpa *top vent*?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dirumuskan sebagai berikut:

1. Mengetahui karakteristik aerodinamika dari parasut *hemisphere* dengan dan tanpa *top vent* dengan metode simulasi CFD menggunakan perangkat *Solidworks Flow Simulation*.
2. Mengetahui perbedaan gaya hambat dari parasut *hemisphere* dengan dan tanpa *top vent*.
3. Mengetahui pengaruh koefisien *drag* pada kecepatan turun parasut *hemisphere* dengan dan tanpa *top vent*.

1.4. Manfaat Penelitian

Dengan penelitian ini diharapkan menjadi referensi untuk kegiatan litbangyasa di Pustekbang LAPAN. Khususnya untuk referensi analisis CFD pada parasut yang akan digunakan pada pesawat LSU-02. Selain itu dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam penggunaan parasut jenis *hemisphere*. Penelitian ini juga diharapkan dapat dijadikan sebagai pengalaman dalam penambahan wawasan mengenai ilmu aerodinamika, serta dapat meneruskan penelitian sehingga tercipta suatu kegiatan keilmuan yang bermanfaat demi memajukan teknologi Indonesia

2. Metodologi

2.1. Definisi Parasut

Rancangan parasut biasanya terdiri dari dua jenis yaitu parasut yang kanopinya berbentuk kubah (*hemisphere*) dan parasut yang kanopinya berbentuk persegi panjang. Bahan kanopi parasut biasanya terbuat dari kain nilon karena lebih elastis, lebih tahan, dan cukup murah^[4].

Sebuah parasut *hemisphere* biasanya terdiri dari dua permukaan paralel yang kuat dan saling dihubungkan dengan lembaran-lembaran vertikal. Bagian ini disebut *ribs*. Pada bagian atas *ribs* ada lubang yang disebut *top vent*. Fungsinya, penyeimbang tekanan dan memudahkan parasut mengembang. *Ribs* membagi tubuh parasut menjadi beberapa sel yang ditandai dengan dua tali yang menjulur di masing-masing sisinya. Setiap sel punya anak yang jumlahnya bisa satu, dua, tiga atau lebih, tergantung dari jenis parasut. Sisi depan yang merupakan pintu sel ada *leading edge*. Sisi belakangnya disebut *trailing edge*. Pada permukaan bawah parasut atau intrados terdapat tali-tali yang menjulur ke bawah. Gabungan dari tali-tali itu disebut *riser*. Komponen *riser* inilah yang akan dihubungkan dengan *harness* yang merupakan pengaman penerbang atau benda agar tidak terlepas dari parasut. Ada dua kelompok tali yang dihubungkan dengan *stabilizer*, namanya *brake* atau tali kemudi (*control line*). Ujung dari tali kemudi dinamakan togel. Di tangan tali kemudi ini, kontrol gerak parasut dan rem difungsikan. Dan seorang penerbang harus paham betul bagian-bagian parasut tadi^[5].

2.2. Gaya Hambat Udara

Dalam bukunya “*Aerodynamics Aeronautics And Flight Mechanics*”, Barnes W. McCormick menjelaskan tentang gaya hambat atau *drag*. Dia menerangkan tentang jenis-jenis gaya *drag* yang bekerja pada wahana aeronotika atau benda yang bergerak di udara lainnya. Memprediksi besaran gaya *drag* dari wahana aeronotika adalah tugas yang sulit dan menantang, bahkan untuk konfigurasi yang paling sederhana. Berikut adalah beberapa jenis dari gaya *drag* yang terkait dengan penelitian ini^[6]:

1. *Induced Drag* merupakan gaya hambat udara yang terjadi akibat induksi dari pengenerasian gaya angkat pada sayap suatu wahana aeronotika.
2. *Parasite Drag* merupakan gaya *drag* total dari sebuah wahana aeronotika. Oleh karena itu, gaya tersebut tidak langsung terasosiasi dengan pengenerasian gaya angkat atau *lift*.

3. *Skin Friction Drag* merupakan gaya hambat yang terjadi pada badan wahana akibat viskositas udara yang bergesekan dengan permukaan.
4. *Form Drag / Pressure Drag* adalah gaya hambat pada badan pesawat yang terbentuk dari efek yang terintegrasinya tekanan statis yang berarah normal dari permukaan arah gaya *drag*.

Gaya hambat yang dominan terbentuk pada parasut adalah gaya hambat *form drag*.

2.3. Komponen Gaya Parasut

Ada beberapa komponen gaya yang bekerja saat parasut terkembang di udara^[7], yaitu:

1. Gaya Gravitasi

Gaya gravitasi ialah gaya bekerja pada suatu benda bermassa, rumus gaya gravitasi ialah sebagai berikut.

$$W = m \cdot g \quad (1)$$

dengan W= Gaya Gravitasi; m = Massa; g = Percepatan Gravitasi

2. Gaya Hambat Udara (*Drag Force*)

Gaya Hambat Udara ialah gaya yang diberikan oleh udara untuk menghambat laju parasut ketika akan turun, gaya ini secara matematis dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$F_d = q S C_d \quad (2)$$

Gaya ini bergantung pada faktor-faktor berikut :

Tekanan dinamik (q) yang merupakan fungsi dari kecepatan dan kerapatan udara, rumusnya ialah sebagai berikut:

$$q = 1/2 \rho v^2 \quad (3)$$

Diameter parasut (S), yaitu daerah tempat tekanan dinamis bertindak, untuk parasut dalam kasus ini luas daerahnya didekati dengan luas lingkaran yang memenuhi persamaan:

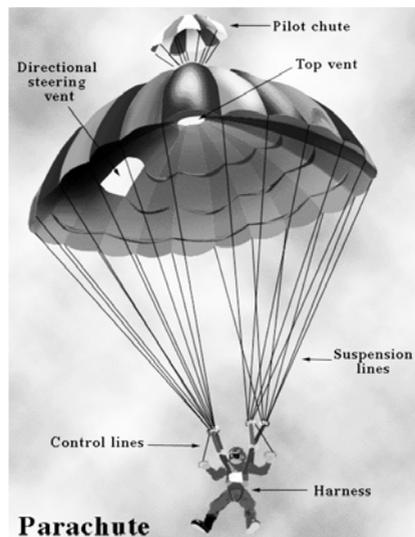
$$S = \pi r^2 \quad (4)$$

Koefisien drag (C_d) dari parasut. Koefisien *drag* biasanya diperoleh dengan pengujian terowongan angin atau simulasi CFD. Pada parasut koefisien C_d ini dapat menentukan kecepatan vertical (V_d) dari benda/ penerbang saat turun.

Kecepatan vertikal parasut saat turun dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$V_d = \sqrt{\frac{2W_t}{\rho S C_d}} \quad (5)$$

Dimana, W_t = berat total badan dan parasut; S = Luas Permukaan Parasut; ρ = densitas udara



Gambar 1. Gambar CAD parasut dengan *Hemisphere* (kanan) dan tanpa *Top Vent* (kiri)^[5]

3. Hasil dan Pembahasan

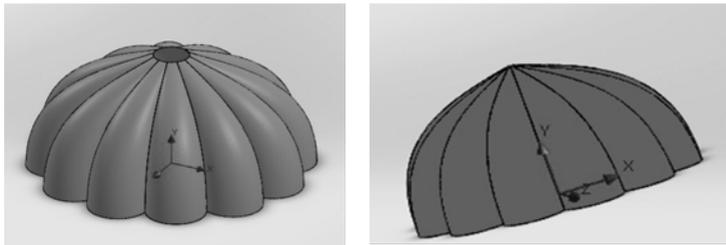
3.1. Tahap Simulasi

Simulasi aliran udara menggunakan perangkat lunak *Solidworks Flow Sim* dilaksanakan berdasarkan alur kerja sebagai berikut:

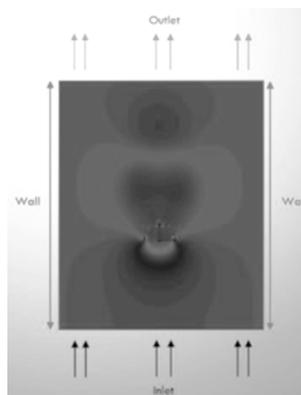
- Langkah-langkah pada tahap pra-proses/*preprocessing* adalah sebagai berikut:
 - Pembuatan geometri 3-dimensi dengan menggunakan perangkat lunak CAD yaitu *Solidworks* dengan menggambar sketsa tampak atas berupa lingkaran besar dengan diameter 140 cm dan lingkaran kecil dengan diameter 40 cm. Lingkaran besar ditempatkan di tengah sketsa dan dikelilingi oleh lingkaran kecil sebanyak 12 buah.
 - Langkah kedua adalah dengan melakukan pemotongan atau *trim* lingkaran besar dengan lingkaran kecil sehingga alas kanopi dapat terbentuk. Lalu pada titik kanopi disambungkan dengan garis lengkung sehingga *ribs* dan dibuat permukaan pada masing masing *ribs* sehingga permukaan kanopi dapat terbentuk. Untuk parasut *hemisphere* dengan *top vent*, pada bagian atas kanopi dibuat lubang berdiameter 8 cm.
 - Proses generasi *mesh/grid* untuk domain udara yang melingkupi parasut akan digenerasikan secara otomatis oleh simulasi *Solidworks Flow* pada tahap pengaturan simulasi.
- Langkah-langkah tahap pemrosesan simulasi adalah sebagai berikut:
 - Tahap pengaturan simulasi dengan menentukan jenis domain dari udara yaitu aliran udara eksternal dengan fluida udara; menentukan tipe dari kondisi batas simulasi yaitu kecepatan udara *inlet* dan *outlet* dengan parameter nilai kecepatan (6 – 12 m/s) dan tekanan *ambient* (101.325 Pa); menentukan kondisi *wall condition* yaitu *adiabatic wall* pada batas kiri dan kanan dari model simulasi.

Asumsi parasut telah terkembang sempurna saat aliran udara keluar dari *boundary inlet*. Sketsa dari kondisi batas simulasi ditunjukkan pada Gambar 3.

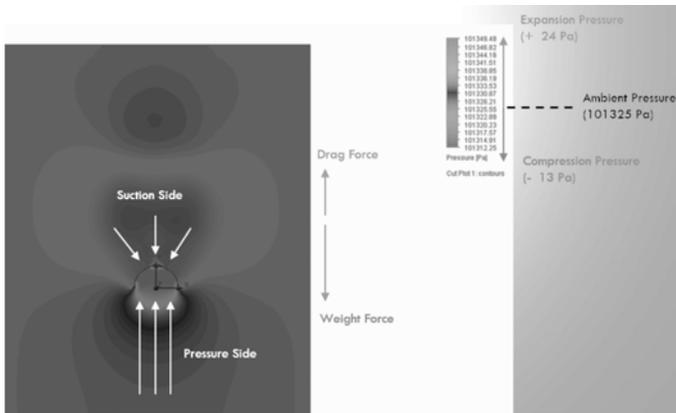
- Tahap pengolahan simulasi berupa pengambilan data gaya pada sumbu Y untuk menghitung gaya *drag* dengan contoh perumusan ($\{GG \text{ Force}(Y)1\} * 2) / (1.2 * 2^2 * 3.14 * 0.8^2)$).
- Tahap pengolahan berupa visualisasi aliran juga akan ditampilkan untuk mengetahui fenomena terbangkitnya gaya hambat *form drag* pada parasut dan perbedaan karakteristik aerodinamika pada parasut *hemisphere* dengan dan tanpa *top vent*.



Gambar 2. Gambar CAD parasut dengan *Hemisphere* (kiri) dan tanpa *Top Vent* (kanan)



Gambar 3. Pengaturan *boundary condition* dari simulasi CFD



Gambar 4. Visualisasi pengenerasian *Form Drag* dan komponen gaya dari parasut

3.2. Hasil dan Analisa Simulasi

Hasil keluaran simulasi berupa kontur aliran dan juga komponen tekanan yang mengenerasikan gaya hambat (*drag*) pada permukaan parasut. Guna mempermudah analisa maka pada artikel ini akan disajikan gambar dari kontur tekanan pada bidang 2-dimensi dengan tampak depan. Saat parasut telah terkembang sempurna, pada Gambar 4 dapat ditunjukkan proses terbentuknya gaya hambat *form drag* dikarenakan adanya perbedaan tekanan. Tekanan pada permukaan atas (*suction side*) parasut lebih kecil dibandingkan tekanan pada permukaan bawah parasut (*pressure side*) sehingga terbentuk gaya hambat dengan arah normal terhadap aliran dan permukaan parasut. Gaya *drag* yang menghambat arah gerak benda karena gaya berat mengakibatkan benda bergerak vertikal ke bawah dengan kecepatan tertentu.

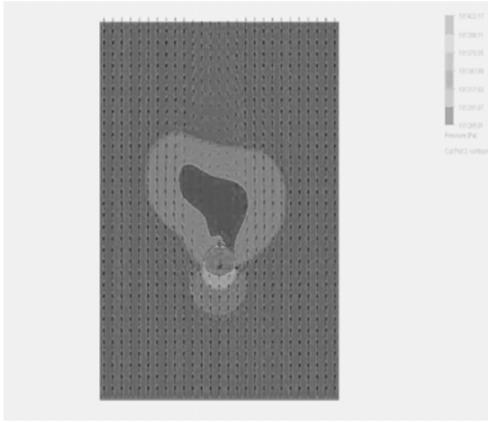
Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan kontur tekanan dan arah kecepatan aliran tampak depan pada parasut dengan dan tanpa *top vent* dengan kecepatan 12 m/s. Pada permukaan atas kedua tipe parasut tersebut terlihat bahwa adanya *top vent* dapat mempengaruhi distribusi tekanan *suction yang*

lebih rendah nilainya dibandingkan parasut tanpa *top vent*. Hal tersebut yang mengakibatkan gaya hambat *form drag* pada parasut dengan *top vent* menjadi menurun. Tabel 1 menunjukkan hasil dari simulasi dengan kecepatan vertikal yang bervariasi dari 6 hingga 12 m/s untuk kedua jenis parasut. Hasil simulasi berupa gaya hambat *drag* yang dihasilkan oleh kedua jenis parasut beserta pengolahan koefisiennya. Pengolahan data ini berguna untuk memastikan pengaruh dari *top vent* terhadap besarnya gaya hambat yang terbentuk.

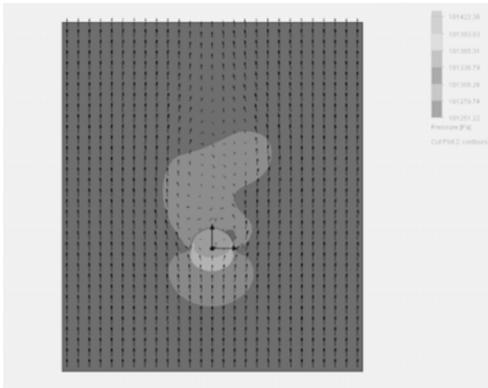
Setelah mengidentifikasi dari tabel dan gambar kontur hasil dari simulasi *Solidworks Flow Simulation*, dapat diketahui jika parasut *hemisphere* dengan *top-vent* memiliki karakteristik gaya hambat yang lebih rendah dibandingkan parasut tanpa *top vent* sehingga kecepatan turun benda akan lebih cepat. Fungsi utama dari *top vent* adalah untuk mempermudah parasut untuk mengembang karena ada sirkulasi udara pada permukaan atas dari parasut. Sirkulasi udara ini berfungsi sebagai penyeimbang tekanan.

Tabel 1. Hasil simulasi CFD pada parasut dengan Hemisphere dan tanpa *Top Vent*

No	Kecepatan Vertikal (V_v) [m/s]	Tipe Parasut Hemisphere			
		dengan Top Vent		tanpa Top Vent	
		Gaya Drag (F_d) [N]	Koefisien Drag (C_d)	Gaya Drag (F_d) [N]	Koefisien Drag (C_d)
1	6	71,0	1,603	85,4	1,927
2	8	123,5	1,568	151,1	1,918
3	10	193,4	1,572	241,0	1,958
4	12	290,6	1,640	334,2	1,885
	Average C_d		1,6		1,9



Gambar 5. Visualisasi kontur tekanan dan arah kecepatan aliran pada parasut dengan *Top Vent*



Gambar 6. Visualisasi kontur tekanan dan arah kecepatan aliran pada parasut tanpa *Top Vent*

4. Penutup

4.1. Kesimpulan

Adapun beberapa hal yang dapat disimpulkan dari hasil simulasi dan analisa karakteristik aerodinamika dari parasut *hemisphere* dengan dan tanpa *top-vent* adalah sebagai berikut:

1. Perbedaan dari sisi karakteristik aerodinamika dari kedua parasut dapat dianalisa dari distribusi tekanan pada permukaan bawah atau di dalam parasut dimana parasut dengan *top vent* menghasilkan perbedaan tekanan yang lebih kecil sehingga gaya *drag* yang dihasilkan pun lebih kecil dibandingkan parasut tanpa *top vent*. Fungsi *top vent* sendiri adalah sebagai penyeimbang tekanan sehingga parasut lebih mudah mengembang, sehingga kompensasi dari penggunaan *top vent* ini adalah kecepatan turun benda akan menjadi lebih tinggi
2. Perbedaan karakteristik gaya hambat antar kedua parasut adalah rata-rata 0,3 satuan.

4.2. Saran

Adapun beberapa hal yang dapat dilakukan untuk studi lanjutan adalah terkait dengan validasi atau verifikasi hasil simulasi, baik dengan pengujian terowongan angin maupun metode numerik lainnya seperti menggunakan *solver ANSYS Fluent*. Data karakteristik aerodinamika dari rancangan parasut dapat dijadikan *database* untuk perancangan parasut lainnya.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami haturkan kepada semua pihak yang telah berkontribusi terhadap penulisan karya tulis populer ini dan juga kegiatan Kerja Praktek di Lab Aerodinamika Pusat Teknologi Penerbangan pada tahun 2018.

Daftar Pustaka

- [1] Laporan Akhir Tahun Program Litbangyasa LSU-02. 2014. Pustekbang-LAPAN.
- [2] Reyhanz. Beginilah Cara Kerja Parasut. <http://hermawayne.blogspot.com>. Diakses pada tanggal 22 November 2018
- [3] Dokumen Manual Solidworks. 2015. Dassault Systems Inc.
- [4] Anonim. *Parachute Design/Experimentation*. www2.bsd.net. Diakses pada tanggal 24 Januari 2018
- [5] Anonim. Kenali Bentuk dan Bagian-Bagian Penting Pada Sebuah Parasut. <http://all-mystery.blogspot.com>. Diakses pada tanggal 2 November 2018
- [6] McCormick. *Aerodynamics Aeronautics And Flight Mechanics*. 2000. Springer.
- [7] Anonim. *Science and Tchnology Aviation*. www.encyclopedia.com. Diakses pada tanggal 24 Januari 2018.