

Karakteristik Semburan Bahan Bakar *Aviation Gasoline* dengan *Nozzle Pesawat Cessna 172S*

Dimas Endrawan Putra¹, Nasrul Ilminnafik¹, M Fahrur Rozy Hentihu¹, Muh. Nurkoyim Kustanto¹,
Danang Yudistiro¹
Universitas Jember

DOI: <https://10.47134/jme.v1i1.2182>

*Correspondensi: Nasrul Ilminnafik

Email: nasrul.teknik@unej.ac.id

Published: 16 January 2024



Copyright: © 2024 by the authors. Submitted for open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstrak: Bahan bakar avgas merupakan bahan bakar dari mesin penerbangan yaitu pesawat berjenis piston engine dimana semburan dari bahan bakar ini sangat berpengaruh bagi hidupnya suatu mesin pesawat berjenis piston, karakteristik dari semburan bahan bakar avgas yaitu jarak, suhu, dan bentuk semburannya jarang diteliti diIndonesia, sehingga dengan menggunakan teknik pengambilan data secara eksperimental dan juga divariasikan didapatkan hasil karakteristik dari semburan bahan bakar berjenis avgas dan juga campurannya, Dimana campuran 20% etanol dengan jarak 21 cm pada tekanan 3 bar merupakan titik terendah dari suhu semburan campuran bahan bakar yaitu mencapai 15oC, efek dari campuran bahan bakar dengan etanol ialah bercak pada dinding dan ruang bakar akibat dari campuran alcohol yang terdapat kandungan air sehingga bekas dan bercak air dapat menjadi kerak pada ruang bakar.

Kata Kunci: Avgas,Karakteristik,Suhu, Jarak

Abstrak: Avgas fuel is fuel from aviation engines, namely piston engine type aircraft, where the spray of this fuel is very influential on the life of a piston type aircraft engine. The characteristics of avgas fuel bursts, namely the distance, temperature and shape of the spray, are rarely studied in Indonesia, so with using experimental and varied data collection techniques, we obtained the characteristic results of the avgas type fuel spray and its mixture, where the mixture of 20% ethanol with a distance of 21 cm at a pressure of 3 bar is the lowest point of the fuel mixture spray temperature, namely reaching 15oC, the effect of The mixture of fuel with ethanol means spots on the walls and combustion chamber due to the mixture of alcohol containing water so that traces and water spots can become crust on the combustion chamber.

Keywords: Avgas,Characteristics,Temperature,Distance

PENDAHULUAN

Tekanan bahan bakar merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi karakteristik semburan (Mahmud dkk., 2019). Tingkat tekanan bahan bakar yang tepat dapat mempengaruhi kecepatan semburan, pola semburan, dan atomisasi bahan bakar (Anam dkk., 2023). Dalam sistem penyemprotan bahan bakar, tekanan bahan bakar yang tinggi akan menghasilkan kecepatan semburan yang lebih tinggi dan pola semburan yang lebih terfokus (Luo dkk., 2018). Sebaliknya, tekanan bahan bakar yang rendah dapat menghasilkan semburan yang kurang terfokus dan kecepatan semburan yang lebih rendah(Chen dkk., 2021) ini merupakan karakteristik dari semburan bahan bakar dimana karakteristik semburan bahan bakar adalah sifat-sifat yang mempengaruhi cara bahan bakar terbakar dan melepaskan energi (Nufus et al., 2018).Pengaturan tekanan bahan bakar yang tepat sangat penting untuk mencapai performa mesin yang optimal (Mahmud dkk., 2019).

Jarak nozzle juga dapat mempengaruhi pola semburan bahan bakar, pembentukan awan bahan bakar, dan atomisasi bahan bakar (Geng dkk., 2020; Perine dkk., 2021). Jika jarak nozzle terlalu dekat dengan permukaan pembakaran, semburan bahan bakar dapat menjadi terlalu terfokus dan mengarah ke daerah yang sempit sehingga suhu pada hasil semburan akan menjadi tinggi (Tareq dkk., 2020; Yang dkk., 2018).

Suhu bahan bakar yang disemprotkan juga memiliki pengaruh terhadap jarak semburan bahan bakar. Jarak semburan merujuk pada jarak tempuh partikel-partikel bahan bakar sebelum mencapai permukaan yang dituju, seperti permukaan piston atau permukaan dinding ruang bakar (Li dkk., 2019; Tekgül dkk., 2020). Pencampuran bahan bakar juga dapat mengakibatkan suhu dari bahan bakar itu sendiri berubah, seperti jika dicampurkan dengan bahan bakar yang tinggi dengan kadar air maka suhu semburannya akan dominan menurun dari aslinya sehingga kecepatan aliran dan momentum partikel bahan bakar akan berkurang (Kumar dkk., 2018; You & Arteel, 2019).

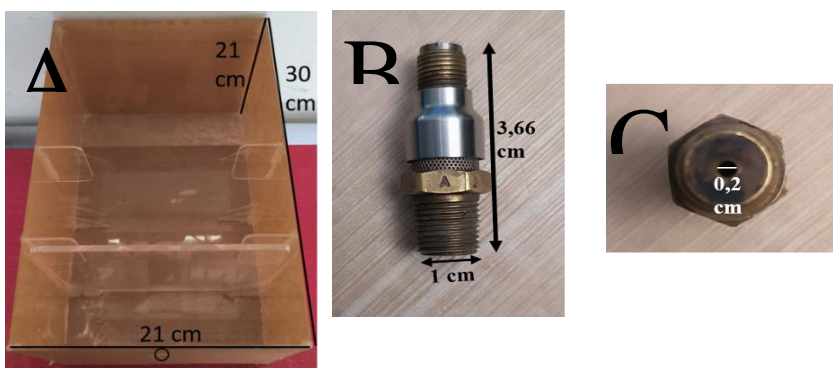
Meskipun banyak penelitian telah dilakukan dalam bidang ini, masih ada kebutuhan untuk memahami secara lebih mendalam interaksi antara tekanan bahan bakar, jarak nozzle, dan komposisi campuran bahan bakar terhadap karakteristik semburan dalam dunia penerbangan terutama pada pesawat berbahan bakar avgas (aviation gasoline).

METODE

Metode yang digunakan ialah eksperimental, dimana menggunakan box akrilik sebagai mokup ruang bakar pesawat cessna 172S dengan ukuran yang disamakan dengan nyatanya pada Tabel 1.1, lalu menggunakan nozzle cessna 172S dengan ukuran diameter lubang nozzle luaran semburan yaitu 0,2 cm lalu menggunakan bahan penelitian yaitu avgas dan juga campuran bahan bakar terbaru yaitu etanol.

Tabel 1.1 Ukuran mokup ruang bakar

1	Lama Waktu Semburan	1 detik
2	Diameter Lubang <i>Nozzle</i>	0,2 cm
3	Dimensi Ruang Bakar	30 cm x 21 cm x 21 cm Ketebalan 2 mm

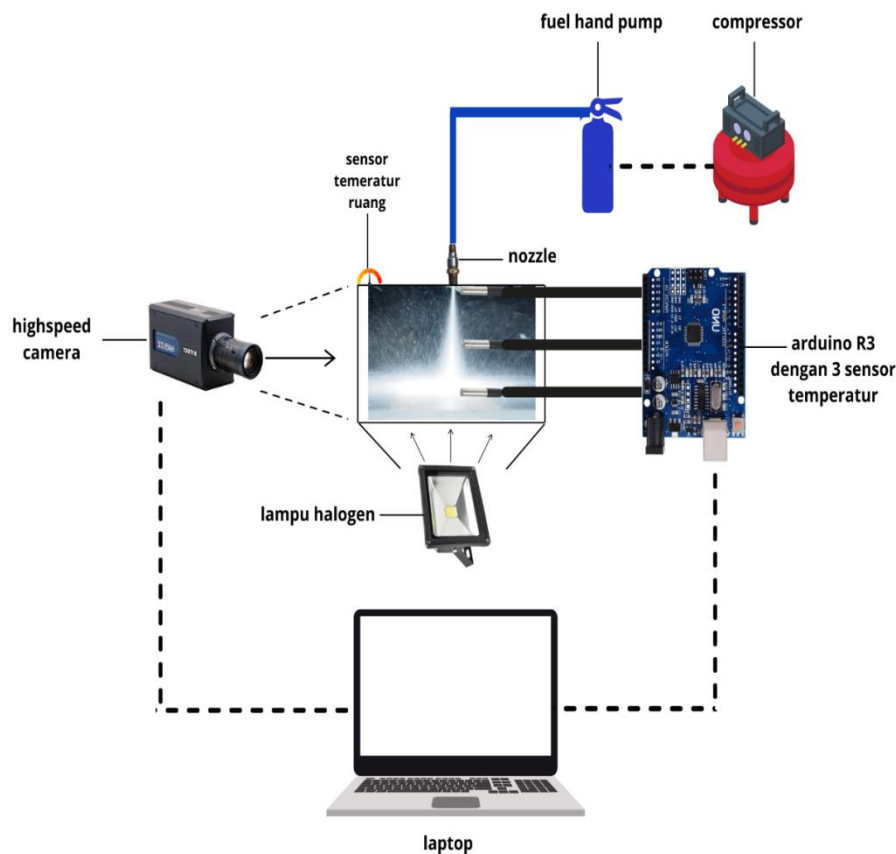


Gambar 1.1 Permodelan ruang bakar akrilik (A) ukuran nozzle (B) diameter lubang nozzle Desain Penelitian

Dengan memiliki desain ruangan pada Gambar 1.1 maka dapat ditetapkan juga cara pengambilan semburan dan juga cara menempatkan titik sensor suhu yang dipasangkan pada 3 tempat yaitu ujung nozzle, tengah semburan, dan dinding tumbukan, ditambahkan dengan semburan bahan bakar yang divariasikan tekanannya dengan avgas yang dicampurkan juga nantinya dengan etanol, seperti pada Tabel 1.2 dan Gambar 1.2.

Tabel 1.2 Variabel

1	Tekanan Udara	p	p1 : 2 Bar (30 PSI)
			p2 : 3 Bar (43 PSI)
			p3 : 4 Bar (58 PSI)
2	Vloun campuran bahan bakar AVGAS dan etanol	V	V1 : AVGAS 100 %
			V2 : AVGAS 80% + Etanol 20%
			V3 : AVGAS 60% + Etanol 40 %
			Satuan volume
3	Jarak tembakan nozzle	L	L1: 7,73 cm
			L2: 16 cm
			L3: 21 cm



Gambar 1.2 Skema pengambilan data jarak dan suhu

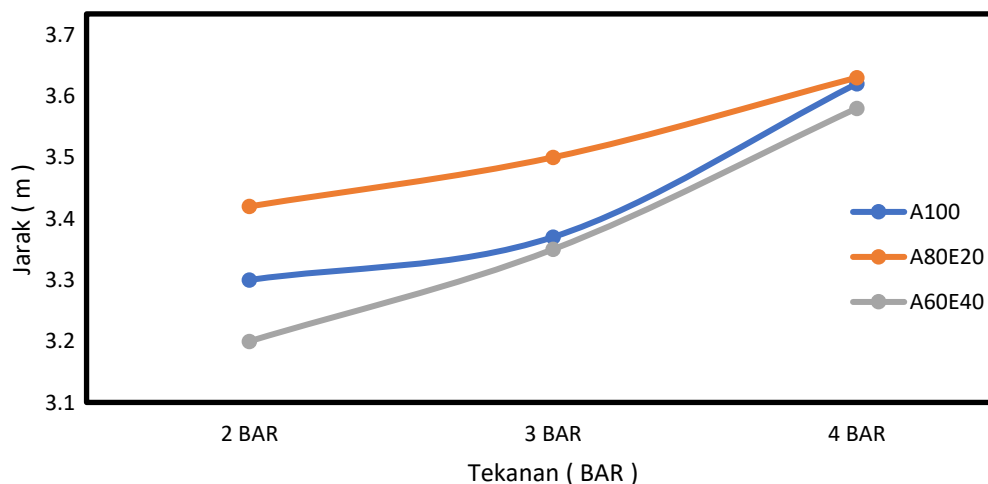
Instrumen

Instalasi alat dan juga komponen demi mendukung berlangsungnya penelitian dengan baik dan juga akurat. Pengambilan data suhu pada ruangan tertutup dengan suhu ruang, persiapan bahan terdiri bahan utama avgas dan etanol diletakkan pada ruangan yang sama agar saat pengambilan data suhu dari bahan bakar tetap terjaga, persiapan alat, ruang bakar disiapkan dengan sekat portable yang dapat diubah panjangnya agar nantinya pengambilan data jarak dapat diambil, lalu pemasangan letak lampu dibagian bawah dari ruang bakar dengan sudut kemiringan 60o agar dapat membantu melihat hasil semburan dan Panjang semburan yang diinginkan, pemasangan highspeed camera disetting berkecepatan 1000 fps dan persiapan alat pengukuran suhu dimana menggunakan Arduino R3 dengan 3 sensor thermocouple untuk mendeteksi suhunya pada ujung nozzle, jarak antara ujung nozzle dan dinding, pengambilan semburan pertama diambil untuk mengetahui apakah gambar semburan sudah dapat terekam dengan jelas dan bagus, ketika sudah didapat hasil gambar yang diinginkan maka dilanjutkan dengan pengambilan data semburan dimulai dari pengambilan data tekanan bahan bakar yaitu variasi dari tekanan bahan bakarnya disetting menjadi 30,42, dan 58 Psi lalu diambil datanya, dilanjutkan dengan dengan volume campuran bahan bakar antara avgas dan etanol dengan rasio 100% avgas (A100), 80% + 20% etanol (A80E20), dan 60% + 40% etanol (A60E40), dilanjutkan dengan Panjang semburan atau jarak semburan dengan mengubah dinding semburan pada 7,73, 16 , dan 21 cm, semua pengambilan data dipasangkan sensor suhu Arduino R3 untuk mengetahui bagaimana perubahan suhu disetiap pengambilan datanya

HASIL DAN PEMBAHASAN

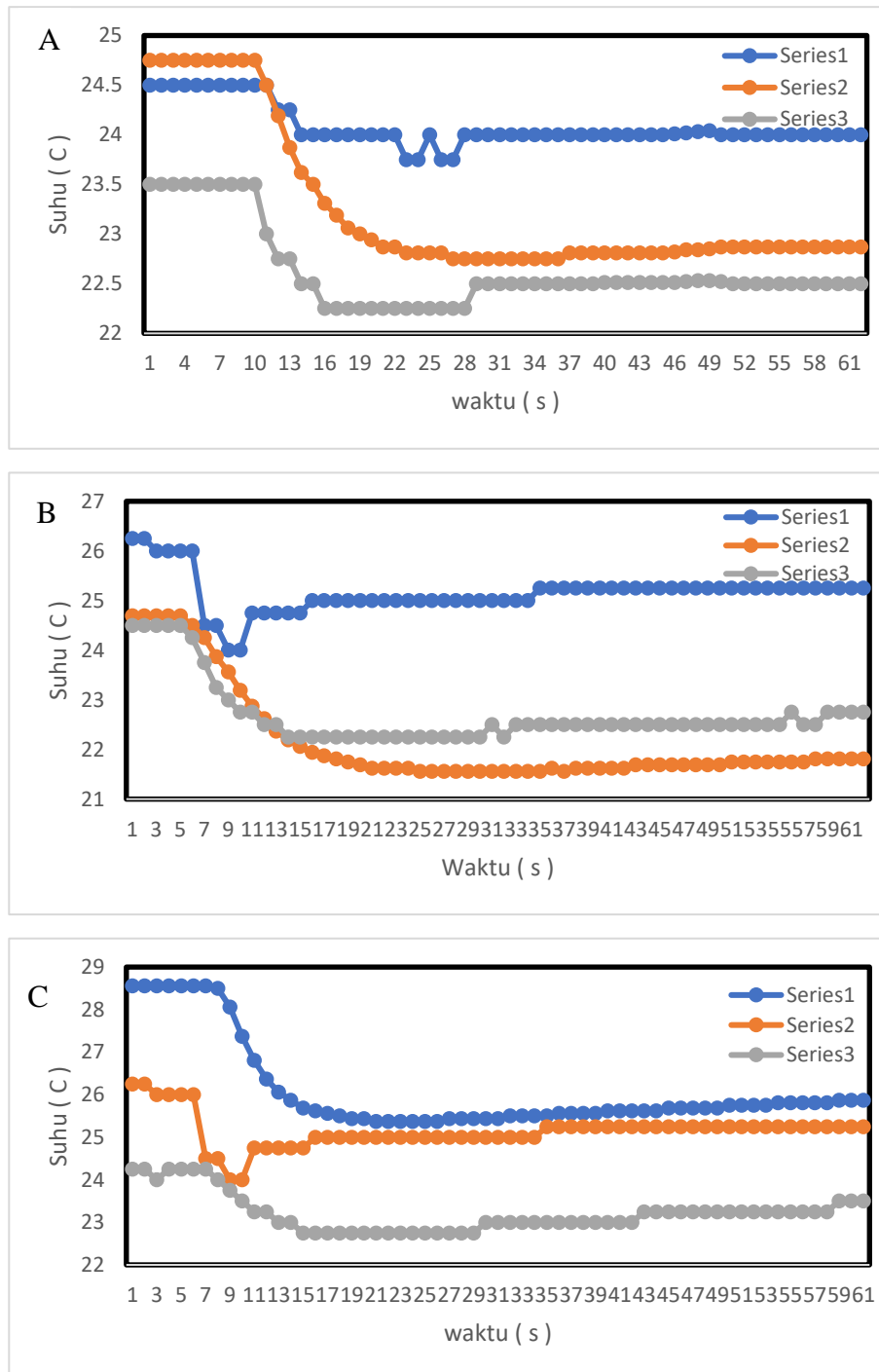
A. Efek Tekanan Bahan Bakar Terhadap Suhu

Dari pengambilan data maka didapatkan gambar semburan dari 3 variabel semburan 100% avgas (A100), 80% avgas dan 20% etanol (A80E20), 60% avgas dan 40% etanol (A60E40), pencampuran avgas dan etanol menggunakan campuran secara difusi dengan diguncangkan selama 3 menit sehingga dianggap tercampur, lalu ditembakkan selama 1 detik sehingga mendapatkan semburan dan juga semburan yang dihasilkan mempunyai jarak beragam dari setiap pencampuran sehingga didapatkan hasil seperti Gambar 1.3.

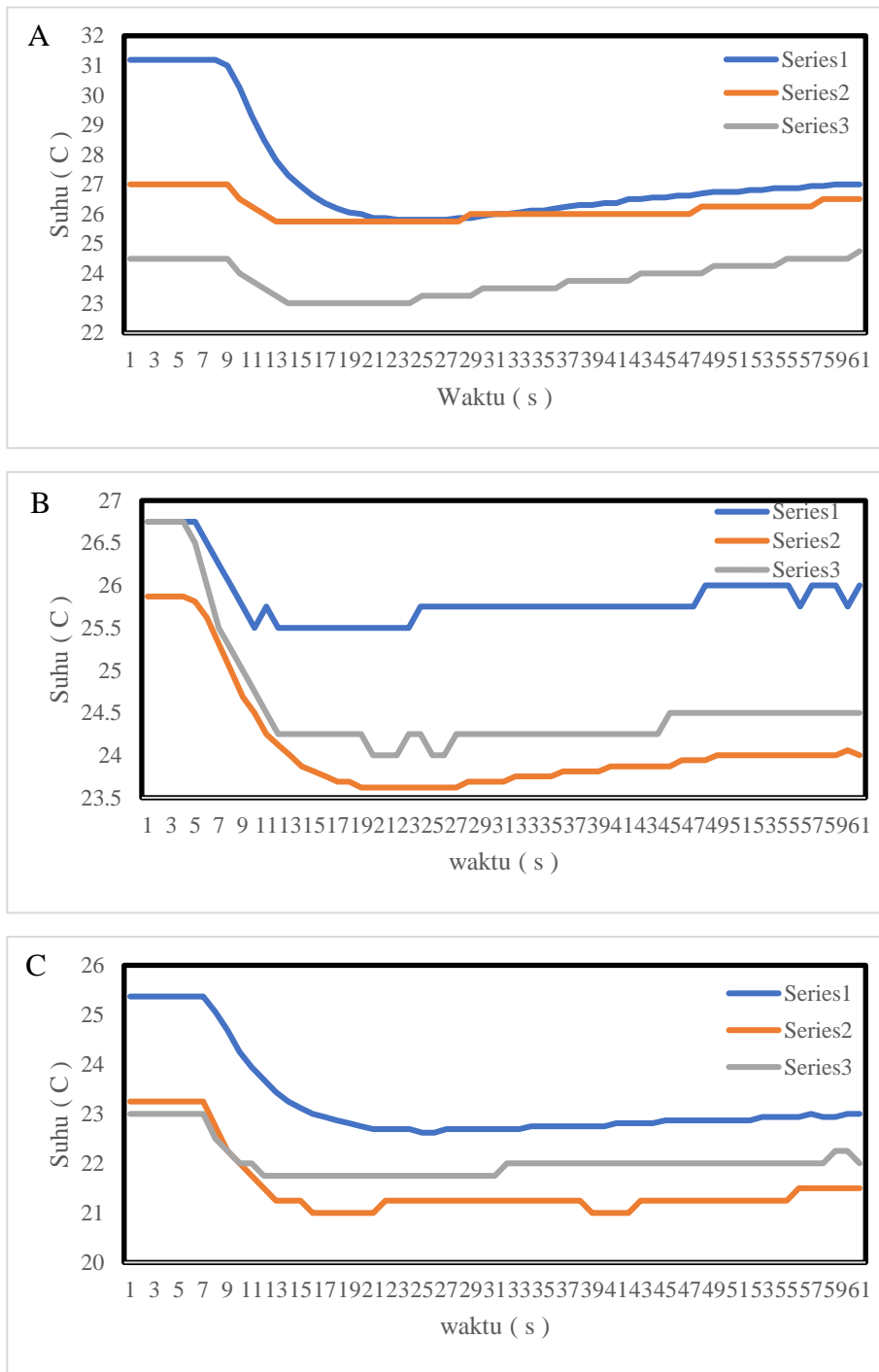


Gambar 1.3 Grafik panjang semburan selama 1 detik

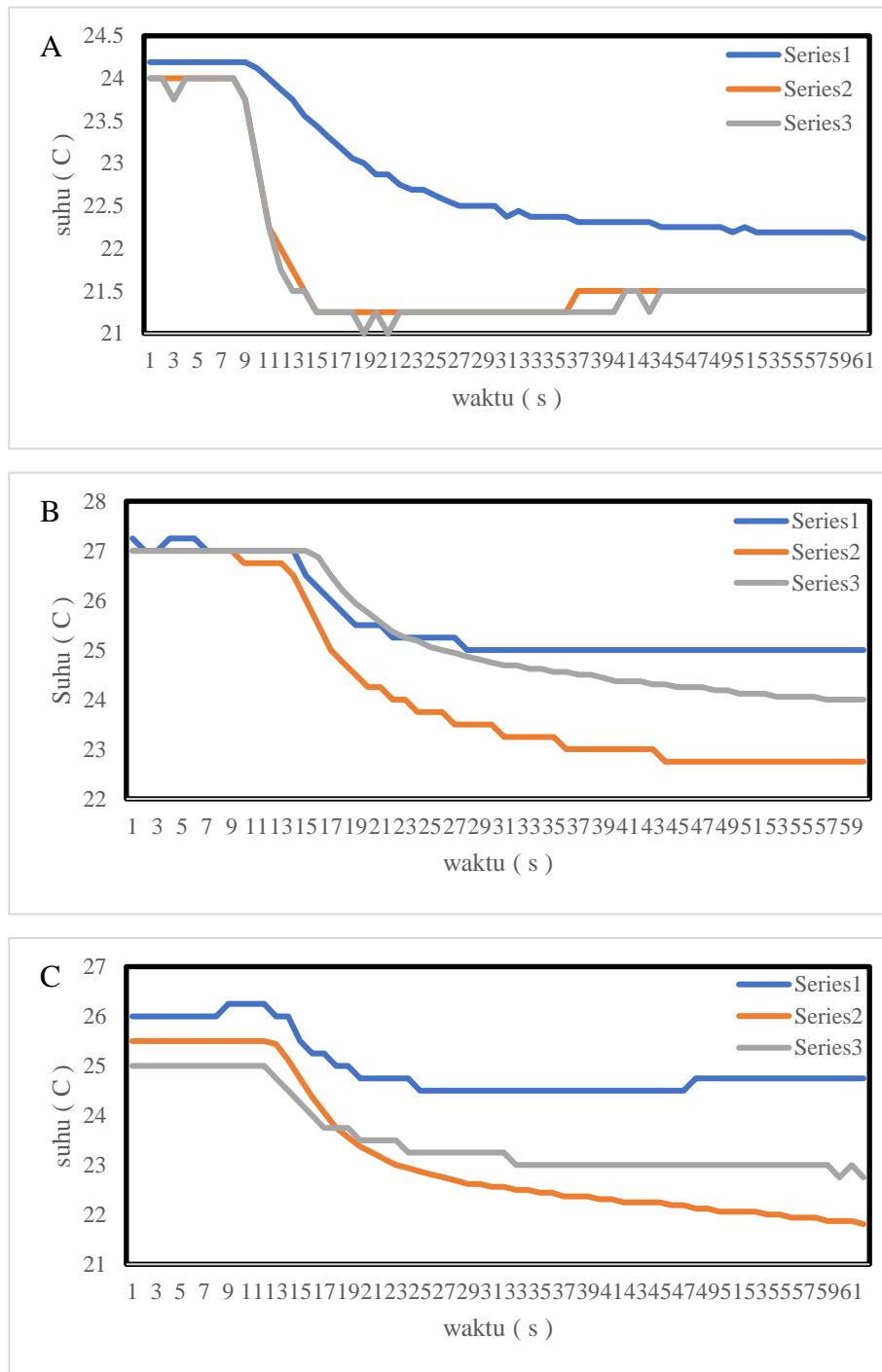
Dengan menggunakan tekanan yang bervariasi yaitu 2,3, dan 4 bar maka dapat diketahui suhu yang terjadi ketika disemurkan, dengan cara pengambilan data pada Gambar 1.2 dimana menggunakan sensor arduino R3 maka didapatkan Grafik suhu dari semburan avgas dan juga campurannya etanol.



Gambar 1.4 Grafik A100 tekanan 2(A), 3(B) dan 4(C) Bar jarak 7,73 cm



Gambar 1.5 Grafik suhu A80E20 tekanan 2(A),3(B), dan 4(C) Bar jarak 7,73 cm



Gambar 1.6 Grafik suhu A60E40 tekanan 2(A), 3(B), dan 4 (C) Bar jarak 7,73 cm

Dengan mengetahui variasi tekanan yang terjadi dan juga tekanan campurannya didapatkan bahwa tekanan 2 Bar pada jarak 7,73 cm suhu pada semburan ujung nozzle, tengah semburan dan tumbukan terlihat normal namun dapat diamati pada Gambar 4.4 pada tekanan 2 bar Gambar 4.4 2(A) bahan bakar campuran 60:40 terjadi penurunan suhu pada tengah semburan dan juga tumbukan dimana dari 24oC menjadi 21,3oC, lalu pada tekanan 3 bar dapat dilihat pada semua grafik avgas dan campuran semua suhu pada tengah semburan lebih rendah daripada ujung tumbukan semburan, dan pada jarak 4 bar hanya pada semburan avgas 100% yang suhu terlihat stabil dan semua suhu pada

campuran bahan bakar terlihat suhu tengah semburan lebih rendah suhunya dibandingkan dengan hasil tumbukan.

B. Efek Jarak Semburan Bahan Bakar Avgas dan Campurannya Etanol

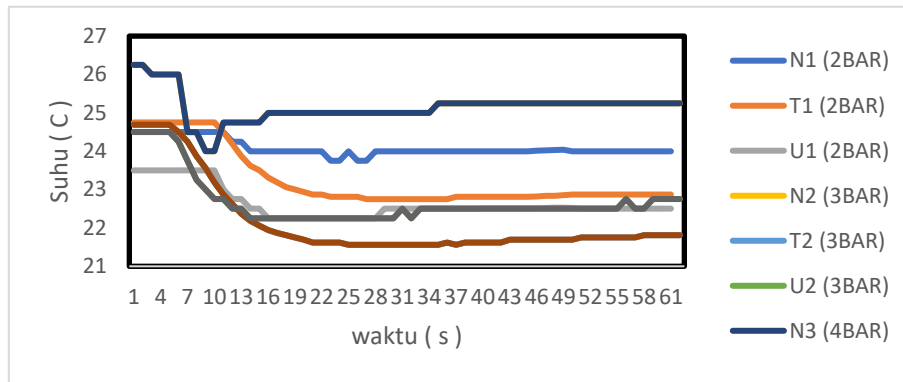
Pengambilan jarak semburan ini menggunakan cara pada Gambar 1.2 maka didapatkan hasil seperti Gambar 1.7 tersebut dilihat bahwa tekanan semburan pada setiap campuran bahan bakar sangat bervariasi, dari tekanan A100 jarak 16 cm terlihat bagus dan lurus, pada campuran bahan bakar A80E20 pada jarak 7,73 dan 21 cm disebut tidak baik karena semburan terlihat bergerak lebih ke kiri dan lebih tipis pada jarak tersebut, lalu pada campuran bahan bakar A60E40 pada jarak 16 cm terlihat kurang bagus karena tekanan lebih lebar ke kiri dan ke kanan namun terlihat hasil semburan tumbukan lebih tersebar merata namun tekanan pada satu titiknya berkurang dan tidak terpusat.



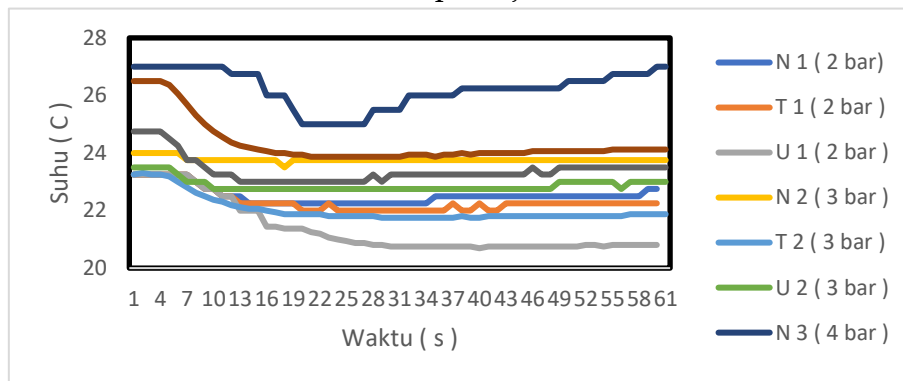
Gambar 1.7 Jarak Semburan 7,73;16; dan 23 cm dengan campuran avgas dan etanol

C. Efek Variasi Jarak Nozzle Terhadap Suhu Semburan

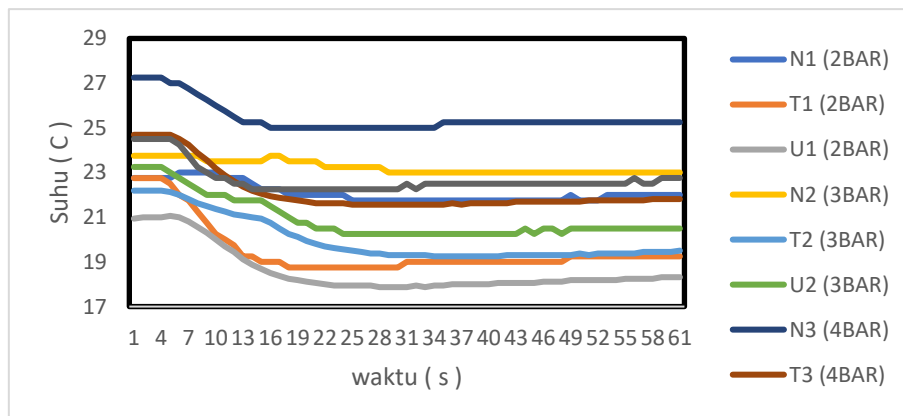
Mengetahui jarak suhu pada setiap tekanan maka divariasikan juga terhadap jarak nozzle, karena jarak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pembakaran. Pengaruh jarak ini dapat terlihat dalam beberapa aspek, seperti kecepatan pembakaran, transfer panas, dan pembentukan produk pembakaran (Ikhsani dkk., 2021; Yang dkk., 2018). Semakin dekat jarak semburannya maka semakin cepat tumbukan dan perubahan menjadi uap bahan bakar (Aguilar dkk., 2001; Fritz dkk., 2014). Sehingga semakin mudah pembakaran berarti bersinggungan dengan suhu dari bahan bakarnya, maka didapat variasinya pada Gambar 1.8, Gambar 1.9 dan Gambar 2.0.



Gambar 1.8 Grafik suhu pada jarak semburan 7,73cm



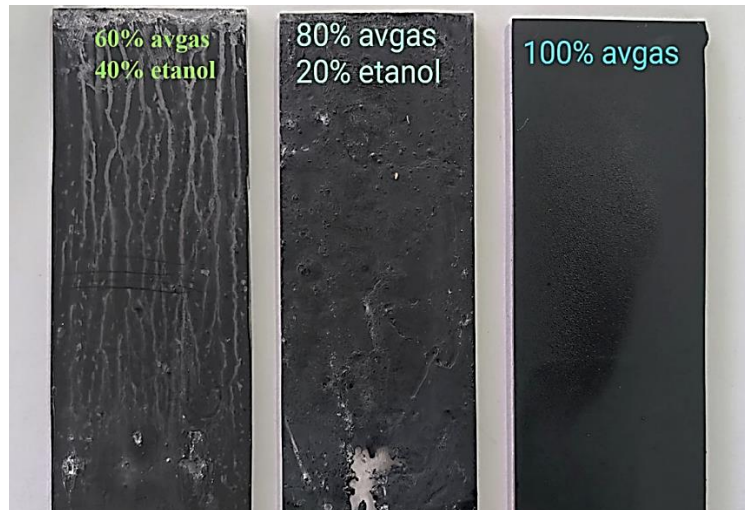
Gambar 1.9 Grafik suhu pada jarak semburan 16 cm



Gambar 2.0 Grafik Suhu pada jarak semburan 31 cm

Dari ketiga grafik diatas didapatkan bahwa hampir semua terlihat bahwa suhu nozzle pada 4 Bar terlihat tinggi dan juga cenderung naik ketika setelah disemburkan dan pada U1 pada tekanan 2 bar pada jarak 16 dan 31 cm lebih rendah dibanding jarak nozzle lainnya, menurut Sifat-sifat bahan bakar seperti densitas, viskositas, dan tegangan permukaan juga dapat mempengaruhi penetrasi ujung semprotan dengan mengubah kemampuan bahan bakar dalam terdispersi dan menembus (Solomatin dkk., 2019; Yamagishi dkk., 2016). Tekanan injeksi yang lebih tinggi biasanya menghasilkan penetrasi ujung semprotan yang lebih besar karena meningkatkan atomisasi bahan bakar dan energi kinetik partikel bahan bakar (Mahmud dkk., 2019; Pischke dkk., 2010). Pencampuran bahan bakar avgas dan bahan bakar etanol merupakan beberapa cara peneliti untuk mengembangkan bahan bakar model terbaru, namun setelah melakukan serangkaian uji

coba dan test pengambilan data peneliti mendapatkan beberapa keunikan salah satunya pada Gambar 2.1 dimana pada gambar tersebut campuran bahan bakar dengan etanol menghasilkan bercak atau bekas putih pada dinding semburan dan tempat tumbukan itu terjadi karena campuran dari etanol yang terdapat kandungan air didalamnya, juga dapat dilihat bahwa beberapa titik pada dinding semburan mengelupas akibat campuran ester/pelarut yang terdapat pada pencampuran etanol.



Gambar 2.1 Efek semburan avgas dan campurannya

SIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan bahwa karakteristik semburan bahan bakar avgas dan campurannya etanol sudah dapat dilihat dari sisi suhu dan semburannya yaitu suhu sendiri berpengaruh pada titik nyala api dari bahan bakar avgas dan campurannya dimana diketahui bahwa flashpoint dari avgas ialah -40°C sampaidengan -45°C sedangkan yang didapatkan pada eksperimen ini ialah titik paling rendah dengan semburan bertekanan yang divariasasi ialah $21,5^{\circ}\text{C}$ pada tekanan 3 bar dengan jarak 7,73cm sedangkan pada bahan bakar yang divarasikan didapat suhu terendahnya ialah 21°C pada campuran bahan bakar A80E20 pada tekanan 4 bar dan campuran A60E50 pada tekanan 2 bar. Namun jika campuran bahan bakar tersebut divariasikan terhadap jarak maka akan didapat suhu yang lebih rendah mendekati -40°C sampai -45°C , dimana A80E20 dengan jarak 21 cm pada tekanan 3 bar dapat dilihat titik terendahnya dapat mencapai 15°C . Sedangkan efek jarak semburan dan juga campuran bahan bakar terhadap karakteristiknya yang ditinjau ialah pada semburan berbahan bakar A100 jarak 16 cm terlihat bagus dan lurus, pada campuran bahan bakar A80E20 pada jarak 7,73 dan 21 cm disebut kurang baik karena semburan terlihat bergerak lebih ke kiri dan lebih tipis, lalu pada campuran bahan bakar A60E40 pada jarak 16 cm terlihat kurang bagus karena tekanan lebih lebar ke kiri dan ke kanan dan juga terlihat hasil semburan tumbukan lebih tersebar merata namun tekanan yang dihasilkan tidak terpusat sehingga disebut semburan tidak sempurna. Dari semua hasil percobaan pencampuran bahan bakar terhadap karakteristik semburan tersebut dapat dilihat dimana semakin banyak campuran bahan bakar etanol membuat semakin banyak bercak atau sisa semburan putih pada dinding dan samping ruang semburan dan juga efek dari campuran dari etanol ialah

ester sendiri yang terdapat pada etanol dimana mengakibatkan larutnya beberapa efek dari campuran logam ataupun campuran bahan kimia lainnya, sehingga penggunaan pencampuran etanol pada bahan bakar avgas perlu ditinjau ulang dalam penggunaannya pada ruang bakar pesawat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguilar, G., Majaron, B., Pope, K., Svaasand, L. O., Lavernia, E. J., & Nelson, J. S. (2001). Influence of Nozzle-to-Skin Distance in Cryogen Spray Cooling for Dermatologic Laser Surgery. Dalam *Lasers in Surgery and Medicine* (Vol. 28).
- Anam, M. K., Kustanto, Muh. N., & Junus, S. (2023). The characteristics of liquified petroleum gas (LPG) combustion through a screw nozzle. *AIP Conference Proceedings*, 2694(1), 070001. <https://doi.org/10.1063/5.0118341>
- Chen, S., Lan, Y., Zhou, Z., Deng, X., & Wang, J. (2021). Research advances of the drift reducing technologies in application of agricultural aviation spraying. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 14(5), 1–10. <https://doi.org/10.25165/j.ijabe.20211405.6225>
- Fritz, B. K., Hoffmann, W. C., Bagley, W. E., Kruger, G. R., Czaczyk, Z., & Henry, & R. S. (2014). MEASURING DROPLET SIZE OF AGRICULTURAL SPRAY NOZZLES-MEASUREMENT DISTANCE AND AIRSPEED EFFECTS. Dalam *Atomization and Sprays* (Vol. 24, Nomor 9).
- Geng, L., Wang, Y., Wang, J., Wei, Y., & Lee, C. fon F. (2020). Numerical simulation of the influence of fuel temperature and injection parameters on biodiesel spray characteristics. *Energy Science and Engineering*, 8(2), 312–326. <https://doi.org/10.1002/ese3.429>
- Ikhsani, A. A., Kustanto, M. N., & Fachri, B. A. (2021). Heating Treatment of Air in Combustion Chamber For The Use of Mixture Ethanol and Gasoline Fuel. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1071(1), 012006. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1071/1/012006>
- Kumar, T., Mohsin, R., Ghafir, M. F. A., Kumar, I., & Wash, A. M. (2018). Concerns over use of leaded aviation gasoline (AVGAS) fuel. *Chemical Engineering Transactions*, 63, 181–186. <https://doi.org/10.3303/CET1863031>
- Li, X., Li, T., & Xu, M. (2019). Effect of ambient temperature on flash-boiling spray characteristics for a multi-hole gasoline injector. *Experiments in Fluids*, 60(7). <https://doi.org/10.1007/s00348-019-2754-x>
- Luo, H., Nishida, K., Uchitomi, S., Ogata, Y., Zhang, W., & Fujikawa, T. (2018). Effect of temperature on fuel adhesion under spray-wall impingement condition. *Fuel*, 234, 56–65. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2018.07.021>

- Mahmud, R., Kurisu, T., Nishida, K., Ogata, Y., Kanzaki, J., & Tadokoro, T. (2019). Experimental study on flat-wall impinging spray flame and its heat flux on wall under diesel engine-like condition: First report—effect of impingement distance. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, 233(8), 2187–2202. <https://doi.org/10.1177/0954407018778153>
- Nufus, T. H., Hermawan, W., Setiawan, R. P. A., & Tambunan, A. H. (2018). Study of Electromagnetic Field Effects on the Characteristics of Diesel and Biodiesel Fuel Spray. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 6(1), 1–8. <https://doi.org/10.19028/jtep.06.1.99-106>
- Perine, J., Anderson, J. C., Kruger, G. R., Abi-Akar, F., & Overmyer, J. (2021). Effect of nozzle selection on deposition of thiamethoxam in Actara® spray drift and implications for off-field risk assessment. *Science of the Total Environment*, 772. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144808>
- Pischke, P., Martin, D., & Kneer, R. (2010). COMBINED SPRAY MODEL FOR GASOLINE DIRECT INJECTION HOLLOW-CONE SPRAYS. *Dalam Atomization and Sprays* (Vol. 20, Nomor 4).
- Solomatin, Y., Shlegel, N. E., & Strizhak, P. A. (2019). Atomization of promising multicomponent fuel droplets by their collisions. *Fuel*, 255. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.115751>
- Tareq, M. M., Dafsari, R. A., Jung, S., & Lee, J. (2020). Effect of the physical properties of liquid and air on the spray characteristics of a pre-filming airblast nozzle. *International Journal of Multiphase Flow*, 126. <https://doi.org/10.1016/j.ijmultiphaseflow.2020.103240>
- Tekgül, B., Kahila, H., Kaario, O., & Vuorinen, V. (2020). Large-eddy simulation of dual-fuel spray ignition at different ambient temperatures. *Combustion and Flame*, 215, 51–65. <https://doi.org/10.1016/j.combustflame.2020.01.017>
- Yamagishi, K., Onuma, Y., Ohara, S., Hasegawa, K., Kojima, K., Shirai, T., Kihara, T., Tsuru, K., & Naitoh, K. (2016). Computations and Experiments of Single-Point Autoignition Gasoline Engine with Colliding Pulsed Supermulti-Jets, Single Piston and Rotary Valve. *SAE Technical Papers*, 2016-October. <https://doi.org/10.4271/2016-01-2334>
- Yang, S., Li, X., Hung, D. L. S., & Xu, M. (2018). Characteristics and correlation of nozzle internal flow and jet breakup under flash boiling conditions. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 127, 959–969. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2018.07.109>
- You, M., & Arteel, G. E. (2019). Effect of ethanol on lipid metabolism. *Dalam Journal of Hepatology* (Vol. 70, Nomor 2, hlm. 237–248). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2018.10.037>