

ANALISIS FOTOMETRI OBJEK API MENGGUNAKAN SOFTWARE IMAGE-J

Ikhwanul Qiram

Program Studi Teknik Mesin, Universitas PGRI Banyuwangi, Banyuwangi

Email: ikhwanul@unibabwi.ac.id

ABSTRACT

Flame is a phenomenon of rapid oxidation of an element in a physical and chemical reaction process that produces heat, light, and other chemical products. Flame testing aims to quantify the presence of a particular element through the emission spectrum of each element. In addition, the physical characteristics of the fire object were also observed. ImageJ software is one of the practical supporting applications that is often used for observing flame objects specifically in the fields of chemistry, physics, and energy. Experimental results have shown the level of accuracy of object dimensions and spectrometry with an accuracy rate of 97%. Differences in measurement ranges are often triggered by the image of the object and the foresight of the researcher.

Keywords: Flame, Dimension, Color, Imagej

ABSTRAK

Api merupakan fenomena oksidasi cepat suatu unsur pada suatu proses reaksi fisika dan kimia yang menghasilkan panas, cahaya, dan produk kimia lainnya. Pengujian nyala api bertujuan untuk mengkuantifikasikan keberadaan suatu unsur tertentu melalui spektrum emisi masing-masing unsur. Selain itu, karakteristik fisik juga dilakukan pengamatan dimensional objek api. Software ImageJ adalah salah satu aplikasi penunjang praktis yang seringkali digunakan untuk pengamatan objek nyala api secara spesifik pada bidang ilmu kimia, fisika, dan energi. Hasil percobaan telah menunjukkan tingkat keakuratan dimensi objek dan spektrometri dengan tingkat presisi sebesar 97%. Perbedaan rentang pengukuran seringkali dipicu oleh citra objek dan kejelian peneliti.

Kata kunci: Api, dimensi, warna, ImageJ

Diterima Redaksi: 03-01-2022 | Selesai Revisi: 20-03-2022 | Diterbitkan Online: 24-03-2022

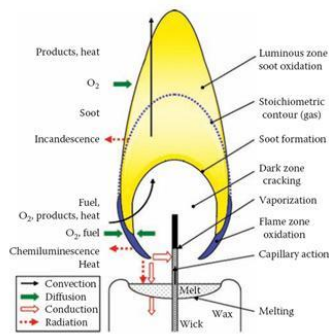
1. Pendahuluan

Proses penyalan bahan bakar fosil ataupun nabati dapat dilakukan dengan sistem *premixed* atau *non-premix* (difusi). Proses pencampuran dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan homogenitas campuran bahan. Hal ini berkaitan dengan parameter kecepatan reaktan terhadap kecepatan rambatan api, maka api (zona reaksi) akan stasioner [1].

Sifat dan karakteristik bahan bakar yang relatif berbeda seringkali menjadi permasalahan utama untuk mendapatkan performa pembakaran yang optimal. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan kinerja pembakaran yang meliputi pengamatan perilaku kepunahan dan kecepatan api [2], perilaku api *bunsen* dengan teknik *open tip* [3], Sifat seluler api *propana*-udara [4], dan stabilitas nyala api triple [5], fenomena

extinction noise [6]. Pada aspek bahan bakar juga dilakukan penelitian terhadap perbedaan jenis dan sifat porositas bahan [7], nyala api briket daun bambu [8].

Nyala api dapat diartikan sebagai daerah terjadinya proses reaksi yang bergerak sehubungan dengan gas pereaksinya [9]. Istilah ini pada umumnya dikhususkan pada jenis reaksi eksotermik secara cepat dan disertai dengan emisi cahaya [10]. Api dapat memiliki kondisi stasioner dan api bebas, hal ini berkaitan dengan pola aliran gas yang dikompresikan [11]. Pada pembakaran premix ataupun difusi seringkali terjadi fenomena *lifted flame*, yaitu fenomena terangkatnya pangkal nyala api dari mulut nozzle. Fenomena *lifted flame* juga digunakan sebagai parameter kualitas dan efisiensi pembakaran pada *burner tip* [12].



Gambar 1. Struktur nyala api [13]

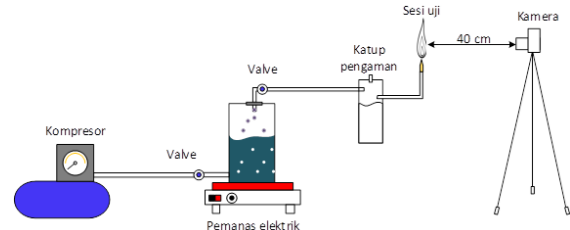
Salah satu metode yang dikembangkan untuk meninjau keberadaan unsur kimia spesifik yang terlibat dalam proses pembakaran adalah dengan menggunakan teknik fotometri nyala api [14]. Uji nyala api berkaitan dengan teknik analisis spektroskopi emisi atom yang memiliki respon tinggi terhadap warna [15],[16]. Pada emisi atom, bahan akan terpapar energi tinggi dari lingkungan termal sehingga memicu atom berada pada keadaan tereksitasi. Proses pengambilan data spektrum cahaya suatu objek seringkali menggunakan perangkat kamera high speed [17],[7]. Spektrum emisi yang ditangkap dapat digunakan sebagai penentu karakteristik kualitatif suatu elemen api [14].

Analisis dimensi warna nyala api dapat terlihat dengan melakukan pengolahan citra digital (*Digital image processing*) [18]. Dimensi dan warna nyala api berkaitan dengan kondisi thermal pembakaran serta kandungan gas pada bahan bakar [19]. Dalam penelitian ini, analisis citra nyala api dilakukan secara komputerisasi dengan menggunakan *filter* pada *software ImageJ*. *ImageJ* merupakan software untuk pengolahan citra digital berbasis Java yang telah digunakan secara luas dalam berbagai bidang ilmu [20],[21]. *ImageJ* memungkinkan pengguna untuk membuat grafik, meningkatkan kualitas gambar, menganalisis gambar mikroskop, pengukuran area, penghitungan partikel, segmentasi dan pengukuran fitur spasial atau temporal dari elemen biologis dan sebagainya [20],[22].

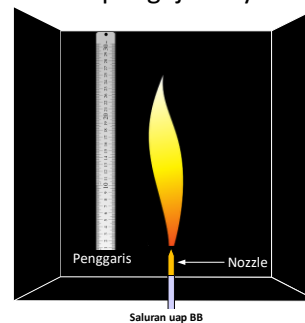
2. Metode Penelitian

Penelitian dikembangkan secara eksperimen langsung. Dimana 5 orang responden yang telah dilatih menggunakan *software ImageJ* diminta

untuk membuat pengukuran terhadap suatu objek foto nyala api yang sebelumnya telah direkam menggunakan kamera Sony DSC - H300 CyberShoot, 20.1MP. Objek nyala api yang digunakan merupakan hasil pembakaran ethanol dan pertamax dengan rasio yang beragam (1:0,25; 1:50; dan 1:0,75). Sistem pembakaran yang digunakan mengikuti prosedur pada penelitian [23]. Instalasi penelitian mengikuti skema pada Gambar 1.



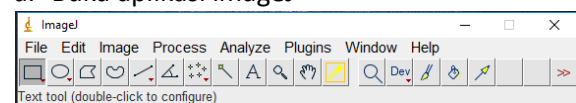
Gambar 2. Skema pengujian nyala api [23].



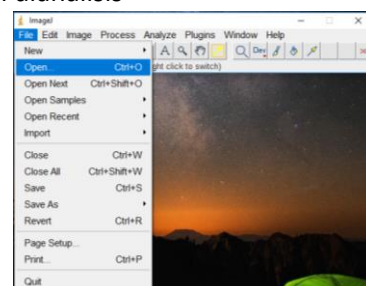
Gambar 3. Skema pengambilan data objek [23]

Sedangkan untuk alur pengukuran nyala api menggunakan *software ImageJ* menggunakan alur sebagai berikut :

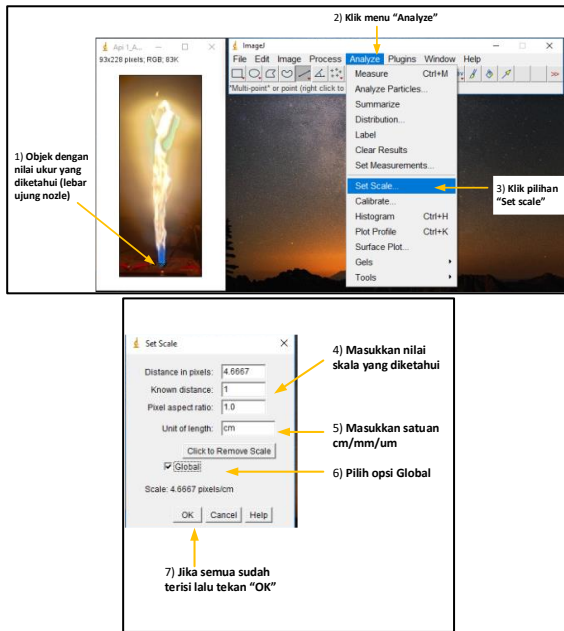
a. Buka aplikasi *imageJ*



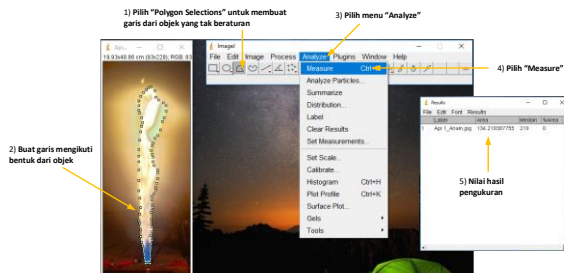
b. Pilih menu open file >> pilih file objek yang ingin dianalisis



c. Penentuan skala ukur dilakukan dengan urutan langkah 1 s.d 7 sebagai berikut :



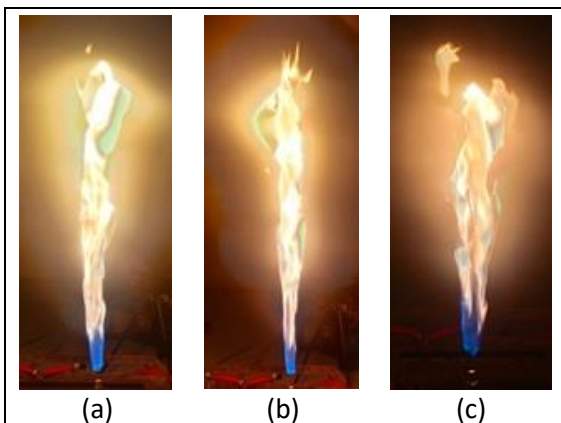
d. Pengukuran dimensi objek



e. Pengukuran dapat diulang pada jenis warna api yang berbeda dalam satu citra gambar.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengambilan dokumentasi objek api telah dilakukan untuk tiga variasi yang diterapkan. Hasil analisis gambar dengan imageJ telah menunjukkan karakteristik dimensi warna berbeda-beda. Berikut adalah tampilan dokumentasi objek api.

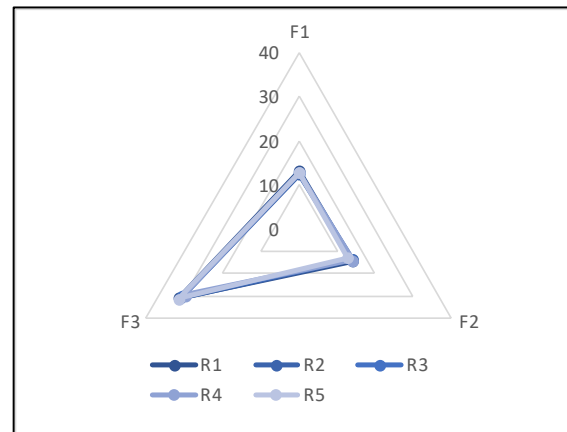


Gambar 4. Tampilan objek api dengan rasio : (a) 1:0,25, (b) 1:0,5, dan (c) 1:0,75.

Hasil pengukuran objek nyala api yang telah dilakukan oleh lima orang responden selanjutnya dapat ditunjukkan melalui Tabel 1-2 serta histogram pada Gambar 4-5 sebagai berikut.

Tabel 1. Pengukuran daerah bidang api warna biru dengan aplikasi dan manual

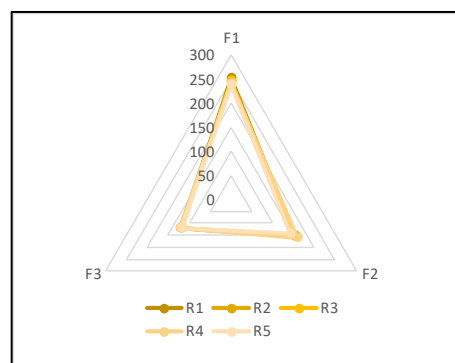
Flame Item	Blue Area (cm ²)					Manual (cm ²)
	R1	R2	R3	R4	R5	
F1	13,25	12,45	12,62	12,97	12,92	12,5
F2	14,11	14,04	13,89	13,98	12,65	13,4
F3	31,22	31,02	30,43	29,78	31,3	30,5



Gambar 5. Histogram pengukuran responden pada daerah bidang api warna biru

Tabel 2. Pengukuran daerah bidang api warna kuning dengan aplikasi dan manual

Flame Item	Yellow Area (cm ²)					Manual (cm ²)
	R1	R2	R3	R4	R5	
F1	252,53	243,23	247,53	240,72	236,81	228
F2	152,6	155,6	148,62	158,87	143,37	146
F3	117,47	121,12	118,87	122,12	119,72	120



Gambar 6. Histogram pengukuran responden pada daerah bidang api warna kuning

Pada Gambar 5-6 telah ditunjukkan hasil rata-rata pengukuran pada daerah nyala biru dan kuning. Data hasil pengukuran selanjutnya dihitung seberapa besar tingkat perbedaan nilai antara nilai ukur objek dengan ImageJ terhadap nilai pengukuran secara manual. Hasil

perhitungan nilai selisih yang didapatkan selanjutnya dapat digunakan untuk mendapatkan rata-rata deviasi dari hasil pengujian ke 5 responden.

Adapun rentang perbedaan dan error pengukuran dapat dilihat pada **Tabel 3** sebagai berikut.

Tabel 3. Margin error hasil pengukuran

Flame Item	Rata-rata error (%)	
	Blue	Yellow
F1	0,382	0,164
F2	0,334	3,812
F3	0,250	0,86

Dari hasil pengolahan data pada **Tabel 3** dan **Gambar 5** terlihat bahwa tidak terjadi selisih perbedaan yang signifikan terhadap pengukuran dengan menggunakan bantuan software ImageJ dengan hasil pengukuran manual. Kondisi ini menunjukkan bahwa taraf presisi pengukuran pada rentang 97%. Perbedaan terbesar terjadi pada pengukuran area kuning. Hal ini disebabkan oleh perilaku objek api yang cenderung mengalami gerak turbulensi terutama pada daerah kontur badan api.

Fenomena api yang terbentuk dalam percobaan memiliki kecenderungan pola aliran turbulen. Fenomena ini terbentuk akibat kecepatan aliran bahan bakar dan sifat fisik dan molekuler bahan bakar. Pada laju aliran dengan kecepatan yang relatif rendah, gangguan yang dialami relatif lebih tinggi. Selain itu, pengkondisian campuran juga akan berpengaruh terhadap tingkat homogenitas bahan bakar. Campuran yang relatif tidak homogen akan berdampak terhadap warna api yang tidak seragam. Dimana melalui Gambar 4 telah ditunjukkan bahwa warna kuning pada api yang dihasilkan cenderung mendominasi produk api yang terbentuk. Warna api kuning diindikasikan sebagai zona non stoikiometri sedangkan warna biru adalah zona stoikiometri [24]. Parameter setting perangkat pengujian juga berpotensi menyebabkan potensi gangguan terhadap wujud semakin kuat akibat perilaku gerak partikel yang fluktuatif [25]. Sehingga untuk mendapatkan karakteristik objek dengan pengukuran maksimal dibutuhkan kondisi pembakaran yang *steady*. Semakin besar kemungkinan objek api mengalami turbulensi,

maka objek api akan mengalami objek yang tak beraturan. Kondisi ini akan membuat perbedaan rentang perbedaan nilai pengukuran dimensi api akan relatif berbeda.

Melalui **Tabel 3** dapat ditunjukkan tingkat presisi pada hasil uji coba yang telah dilakukan oleh ke 5 responden. Tingkat presisi yang dicapai sebesar 97%. Hal ini dipengaruhi oleh berbagai faktor yang meliputi kualitas objek dan keterampilan responden. Suatu citra objek seringkali memiliki kualitas gambar yang tidak optimal seperti *noise*, *over-contras*, *blurring*, dan aspek lainnya [26]. Selain itu kemampuan dan keterampilan responden untuk melihat set point area objek menjadi faktor yang berpengaruh terhadap perbedaan tingkat presisi dalam pengukuran menggunakan ImageJ.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa, penggunaan software ImageJ telah mengungkap karakteristik dimensi nyala api pada pembakaran kualitas bahan bakar. Dimensi pengukuran meliputi luas area total api dan distribusi warna yang muncul pada objek. Selain itu, software ImageJ telah menunjukkan performa pengukuran dengan tingkat presisi sebesar 97% dari keseluruhan objek pengamatan. Perbedaan rentang presisi dapat dipengaruhi oleh faktor kualitas gambar objek dan keterampilan dari pengguna.

Ucapan Terimakasih

Apreasiasi ini disampaikan pada Unit Pengelola Laboratorium Konversi Energi, Program Studi Teknik Mesin Universitas PGRI Banyuwangi yang telah memfasilitasi pelaksanaan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] D. Perdana and E. Gunawan, "Perilaku Dan Kestabilan Nyala Api Pada Pembakaran Premixed Minyak Biji Kapas Terhadap Variasi Air Fuel Ratio," in *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XIII*, 2018, p. 239~246.
- [2] L. Qiao, Y. Gan, T. Nishiie, W. J. A. Dahm, and E. S. Oran, "Extinction of premixed methane/air flames in microgravity by diluents: Effects of radiation and Lewis

- number," *Combust. Flame*, vol. 157, no. 8, pp. 1446–1455, 2010, doi: 10.1016/j.combustflame.2010.04.004.
- [3] J. Min, F. Baillot, H. Guo, E. Domingues, M. Talbaut, and B. Patte-Rouland, "Impact of CO₂, N₂ or Ar diluted in air on the length and lifting behavior of a laminar diffusion flame," in *Proceedings of the Combustion Institute*, 2011, vol. 33, no. 1, pp. 1071–1078, doi: 10.1016/j.proci.2010.06.100.
- [4] M. Matalon, "Intrinsic flame instabilities in premixed and nonpremixed combustion," *Annu. Rev. Fluid Mech.*, vol. 39, no. December 2006, pp. 163–191, 2007, doi: 10.1146/annurev.fluid.38.050304.092153.
- [5] J. Ray, H. N. Najm, R. B. Milne, K. D. Devine, and S. Kempka, "Triple flame structure and dynamics at the stabilization point of an unsteady lifted jet diffusion flame," in *Proceedings of the Combustion Institute*, 2000, vol. 28, no. 1, pp. 219–226, doi: 10.1016/S0082-0784(00)80214-3.
- [6] J. Buckmaster *et al.*, "Combustion theory and modeling," in *Proceedings of the Combustion Institute*, 2005, vol. 30, no. 1, pp. 1–19, doi: 10.1016/j.proci.2004.08.280.
- [7] G. Soebiyakto, D. U. Effendy, U. W. Malang, K. Malang, U. W. Malang, and K. Malang, "Studi Simulasi Karakteristik Nyala Api Pembakaran Difusi," in *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH 2020)*, 2020, pp. 453–460.
- [8] A. Ainurrofiq and I. Qiram, "Study of Physical Characteristics and Flame of Bamboo Leaf Brickets Studi Karakteristik Fisik Dan Nyala Api Briket Daun," *Indones. J. Mech. Eng. Vocat.*, vol. 1, no. 2, pp. 89–94, 2020.
- [9] S. P. Burke and T. E. W. Schumann, *Diffusion flames (Chapter 6)*. Academic Press, 2008.
- [10] Imanuel, "Kajian Experimental Fenomena Reattachment Flame Sebagai Dasar Pencegahan Flashback Flame Pada Bunsen Burner Dengan Bahan Bakar," Universitas Indonesia, 2012.
- [11] Fawzy El-Mahallawy, "Fundamentals And Technology Of Combustion". Elsevier, 2022.
- [12] Yonathan, "Pengaruh Variasi Temperatur Bahan Bakar Gas Lpg Campuran Terhadap Karakteristik Nyala Api Difusi Pada Burner Gas Tipe 'Ejected Combustor,'" *Skripsi*, p. 80, 2008.
- [13] A. S. Auzani and I. M. K. Dhiputra, "Analisis Pengaruh Variasi Medan Magnet Terhadap Karakteristik Api Difusi Bahan Bakar LPG," in *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIII (SNTTM XIII)*, 2014, pp. 70–72.
- [14] I. W. Suarsa, *SPEKTROSKOPI*. Denpasar, Indonesia: UNIVERSITAS UDAYANA, 2015.
- [15] K. A. Khairun Athiya, Sunardi, "Potassium and Sodium Content Ration in Sambung Nyawa Leaf (*Gynura Procumbens* (Lour.) Merr.) Based on Age and Way of Processing," *Sains dan Terap. Kim.*, vol. 10, no. 2, pp. 91–100, 2016.
- [16] H. T. Chu and S. E. Taylor, "An Experimental Demonstration of a Multi-element Flame Photometer: Determination of Salt Concentration in Soy Sauce," *Int. J. Chem.*, vol. 8, no. 1, p. 25, 2015, doi: 10.5539/ijc.v8n1p25.
- [17] M. N. Kustanto, "Karakteristik Kecepatan Nyala dan Konsentrasi Ion pada Pembakaran Premixed Butana," *J. Rotor*, vol. 5, no. 3, pp. 28–31, 2017.
- [18] E. D. Handoyo, "Perancangan Mini Image Editor Versi 1 . 0 sebagai Aplikasi Penunjang Mata Kuliah Digital Image Processing," *J. Inform.*, vol. 2, no. 2, pp. 145–154, 2006.
- [19] v Sasongko, Mega Nur, "Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV) Karakteristik Api Premiks Biogas pada Counterflow Burner," in *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTTM XIV)*, 2015, pp. 1–6.
- [20] A. Putra, "Cara Menggunakan Software ImageJ," 2017. <http://alfiyansaputra.blogspot.com/2017/05/cara-menggunakan-software-imagej.html> (accessed Mar. 22, 2022).
- [21] L. Reinking, "Examples of Image Analysis Using ImageJ." Department of Biology, Millersville University, Millersville, 2007.

- [22] T. D. Novianto, "Mengenal Software Pengolahan Gambar ImageJ," *Indonesian Research Institute for Fisheries Postharvest Mechanization*, 2017. <http://www.mekanisasikp.web.id/2019/12/mengenal-software-pengolahan-gambar.html> (accessed Aug. 22, 2022).
- [23] M. Firmansyah, I. Qiram, and G. Rubiono, "Pengaruh Variasi Kekasaran Lubang Nozzle Dengan Campuran Bahan Bakar Peralite dan Spiritus Terhadap Karakteristik Nyala Api," *J. V-Mac*, vol. 6, no. 2, pp. 57–60, 2021.
- [24] R. R. V. Sona, S. Soetadi, and S. Kawano, "Studi Eksperimen Distribusi Temperatur Nyala Api Kompor Bioetanol Tipe Side Burner dengan Variasi Diameter Firewall," *J. Tek. ITS*, vol. 1, no. Sept, 2012, pp. 20–24, 2012, [Online]. Available: <http://www.ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/415/314>.
- [25] U. Faruk, "Analisis Pengaruh Aliran Turbulen Terhadap Karakteristik Lapisan Batas pada Pelat Datar Panas," vol. 1, no. 1, pp. 57–60, 2012.
- [26] S. E. W. Neng Nenden Mulyaningsih, Fita Widiyatun, "Rekomendasi teknik analisis citra SEM dengan menggunakan free software ImageJ," *Wahana Fis.*, vol. 5, no. 2, pp. 104–112, 2020.