

Analisa Kenyamanan Termal pada Ruang Belajar Fakultas Teknik Universitas Almuslim dengan Metode CBE Thermal Comfort Tool

Zuraihan⁽¹⁾, Cut Azizah⁽²⁾, Muhammad Yanis⁽³⁾

^(1,3)Dosen prodi Arsitektur Universitas Almuslim, Matangglumpangdua

²Dosen Program Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Universitas Almuslim,
Matangglumpangdua

e-mail: zuraihan@umuslim.ac.id, muhammadyanis@umuslim.ac.id, cut.azizah13@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.47647/jsr.v14i1.2603>

ABSTRACT

The thermal comfort in the study room affects the student's concentration. Measurement with 5 in 1 Environment Meters and CBE Thermal Comfort Tools analysis using the Adaptive Method for thermal comfort in open spaces with natural ventilation. This research uses a quantitative method with descriptive and evaluative methods. Analysis of measurement data and SNI as well as simulation using the CBE Thermal Comfort Tool application. Results Measurement of temperature in the room 28.7°C - 33.6°C. exceeds the maximum standard for comfortable heat category with an effective temperature of 25.8°C - 27.1°C. Simulation of CBE Thermal Comfort Tools The movement speed of air from the fan (ventilator) 0.8 m/s and 1.2 m/s, can create comfort in a room at 08.00–10.00 with a comfortable category at a temperature of 27°C–30°C. at 11.00 – 17.00 the room temperature increases 3-4°C, the room category becomes too warm. The comfort of the classroom can be achieved by adding 60% relative humidity with an air movement of 0.8 m/s.

Keywords : Adaptive, Thermal, Comfort, CBE, Classroom

ABSTRAK

Kenyamanan termal pada ruang belajar berpengaruh terhadap konsentrasi mahasiswa. Pengukuran dengan alat 5 in 1 Environment Meters dan analisa CBE Thermal Comfort Tools menggunakan metode Adaptive Method untuk kenyamanan termal pada ruang terbuka dengan ventilasi alami. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan metode deskriptif dan evaluatif. Analisa data pengukuran dan SNI serta simulasi menggunakan aplikasi CBE Thermal Comfort Tool. Hasil Pengukuran temperature dalam ruang 28,7°C - 33,6°C. melebihi standar maximum untuk kategori hangat nyaman dengan temperatur efektif 25,8°C - 27,1°C. Simulasi CBE Thermal Comfort Tools Kecepatan pergerakan udara dari kipas angin (fan) 0,8 m/s dan 1,2 m/s, dapat menciptakan nyaman dalam ruang pada jam 08.00–10.00 dengan kategori comfortable (nyaman) pada temperatur 27°C–30°C. pada jam 11.00 – 17.00 temperatur dalam ruang meningkat 3-4°C, kategori ruang menjadi too warm (terlalu panas). Kenyamanan ruang pada saat perkuliahan dapat dicapai dengan menambahkan kelembapan relative 60% dengan pergerakan udara 0,8 m/s.

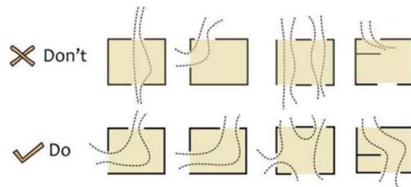
Kata kunci: Adaptif, Thermal, Nyaman, CBE, Ruang

1. Pendahuluan

Kenyamanan termal pada ruang belajar berpengaruh terhadap konsentrasi mahasiswa (Sativa and Adilline, 2021) dan semakin meningkatnya suhu ruangan kelas maka konsentrasi belajar mahasiswa semakin berkurang. (Putri, Nurfajriyani and Fadilatussaniatun, 2020).

Kenyamanan termal dipengaruhi oleh bukaan dan ventilasi alami (Rachmad and Amin, 2017), Posisi bukaan dan ventilasi pada bangunan mempengaruhi udara yang masuk ke dalam ruang. (gambar 1). Hal penting lainnya yang harus diperhatikan untuk memaksimalkan sirkulasi udara ke dalam bangunan yaitu ruang kosong di luar kosong di sekitar bangunan, orientasi bangunan, tinggi langit-langit dan keberadaan tanaman disekitar bangunan.

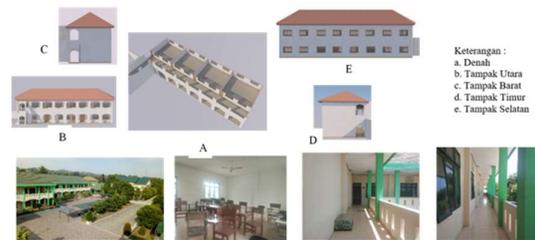
Standar kenyamanan termal untuk kategori hangat nyaman menurut SNI 03-6572-2001 adalah 25,8°C – 27,1°C dengan tingkat kelembapan udara 50%-60% dan kecepatan udara 0-15 - 0,25 m/detik. Standar tersebut berlaku untuk berbagai fungsi bangunan termasuk bangunan umum untuk kegiatan sekolah lanjutan.



Gambar 1. Posisi bukaan terhadap sirkulasi udara dalm ruang

Meterial bangunan dan iklim berpengaruh terhadap penurunan dan peningkatan temperatur dalam ruang dipengaruhi oleh properties material, semakin tinggi nilai konduktifitas termal maka semakin besar peningkatan temperatur dalam ruang dan semakin reflektif nilai properties material bangunan berpengaruh terhadap penurunan temperature dalam ruang. (Zuraihan, Aris Munandar, Fitri Muliani, 2023) .

Temperatur ruang belajar fakultas teknik universitas Almuslim berdasarkan pengukuran temperature dalam ruang dengan alat 5 in 1 environment meter berada pada 28,7°C - 33,6°C. melebihi standar maximum untuk kategori hangat nyaman pada antara temperatur efektif 25,8°C - 27,1°C. Tidak adanya udara yang masuk ke dalam ruang mengakibatkan temperatur ruang terus meningkat sering dengan pergerakan matahari, hal ini dipengaruhi oleh type jendela top hung, dan pergerakan angin yang dilingkungan tidak masuk ke dalam ruang. (Gambar 2)



Gambar 2. Kondisi Eksisting Ruang Belajar Fakultas Teknik Universitas Almuslim

Penelitian ini bertujuan menganalisa tingkat kenyamanan termal pada ruang balajar fakultas teknik universitas almuslim dengan menggunakan analisa Kenyamanan termal dengan CBE Thermal Comfort Tools (Nurazizah and Wibawa, 2020)

temperatur ruang terus meningkat sering dengan pergerakan matahari, hal ini dipengaruhi oleh type jendela top hung, dan pergerakan angin yang dilingkungan tidak masuk ke dalam ruang. (Gambar 2)

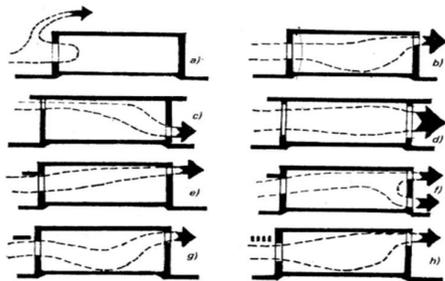
Sistem Ventilasi Alami

Ventilasi alami adalah proses penyediaan dan menghapus udara melalui ruang dalam ruangan tanpa menggunakan sistem mekanik. Hal ini mengacu pada aliran udara luar untuk ruang dalam

ruangan sebagai akibat dari tekanan atau perbedaan suhu. Ventilasi terjadi sebagai akibat dari gaya apung arah yang dihasilkan dari perbedaan suhu antara interior dan eksterior.(Faisal, Suwarno and Wihardyanto, 2012)

a. Ventilasi Horisontal

Ventilasi horisontal timbul karena udara dari sumber yang datang secara horisontal. Kondisi ini bisa terjadi bila ada satu sisi (bagian rumah) yang sengaja dibuat panas sementara di sisi lain kondisinya lebih sejuk. (Gambar 3)



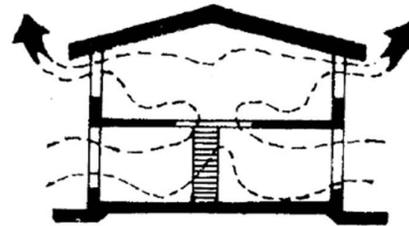
Gambar 3. Ventilasi Silang Horisontal

Keterangan Gambar:

- a. Tak ada arus, karena tak ada jalan keluar.
- b. Lubang keluar sama luas dengan lubang masuk. Arus ventilasi baik untuk daerah kedudukan tubuh manusia. Lebih baik lubang keluar diperluas.
- c. Lubang masuk tinggi, lubang keluar rendah. Menimbulkan kantong udara mogok di bawah lubang masuk, justru pada tempat yang dibutuhkan oleh tubuh.
- d. Lubang lubang luas ventilasi baik sekali.
- e. Penambahan lubang keluar tambahan pada situasi (e), memperbaiki pada daerah tubuh.
- f. (f,g,h) Dengan kasa-kasa ventilasi lebih dapat diperbaiki lagi

b. Ventilasi Vertikal

Prinsip dasar ventilasi vertikal adalah memanfaatkan perbedaan lapisan-lapisan udara, baik di dalam maupun di luar yang memiliki perbedaan berat jenis. Ventilasi vertikal ini akan sangat bermanfaat untuk bangunan rumah 2 lantai atau lebih (Gambar.4)



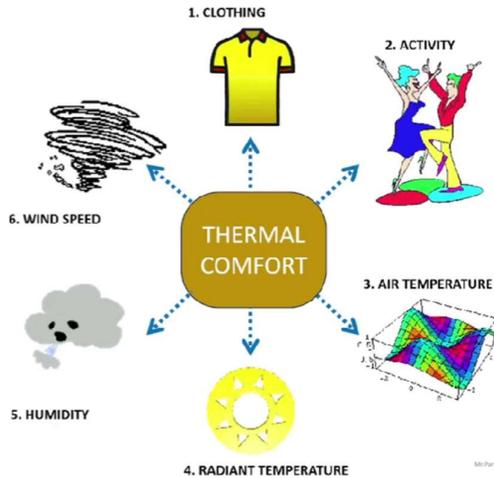
Gambar 4. Ventilasi Vertikal

Sensasi kenyamanan termal menurut CBE

Model Predicted Mean Vote (PMV) merupakan salah satu model kenyamanan termal yang menggunakan prinsip keseimbangan panas dan data eksperimental yang dikumpulkan di ruang iklim terkontrol. Sementara model adaptif dikembangkan berdasarkan paradigma bahwa penghuni berinteraksi secara dinamis dengan lingkungannya. Penghuni mengontrol lingkungan termal mereka melalui pakaian, jendela yang dapat dioperasikan, kipas angin, pemanas pribadi, dan pelindung matahari. Model PMV dapat diterapkan pada bangunan ber-AC, sedangkan model adaptif hanya dapat diterapkan pada bangunan di mana tidak ada sistem mekanis yang dipasang. CBE Thermal Comfort Tool menggunakan perhitungan kenyamanan termal sesuai dengan ANSI / ASHRAE Standard 55, ISO 7730 Standard dan EN 16798-1. (Nurazizah and Wibawa, 2020)

Faktor-faktor yang menentukan perolehan dan kehilangan panas, yaitu laju metabolisme, isolasi pakaian, suhu udara, suhu pancaran rata-rata, kecepatan udara dan kelembaban relatif (gambar 5). Faktor lain yang mempengaruhi sensasi kenyamanan termal adalah parameter psikologis, seperti ekspektasi individu. Oleh karena itu suhu kenyamanan termal dapat sangat bervariasi antar individu dan

tergantung pada faktor-faktor seperti tingkat aktivitas, pakaian, dan kelembaban.(Tartarini *et al.*, 2020)



Gambar 5. Faktor-faktor kenyamanan termal
Kecepatan angin untuk kenyamanan dalam ruangan terdapat pada batas-batas kecepatan antara 0,1 m/detik sampai dengan 0,5 m/detik., apabila melebihi batas tersebut maka sensasi dikatakan tidak nyaman (Prianto and Depecker, 2003)

Tabel 1. Pengaruh kecepatan angin terhadap kenyamanan

Kecepatan angin bergerak	Pengaruh atas kenyamanan	Efek penyegaran (pada suhu 30 °C)
< 0.25 (m/s)	Tidak dapat dirasakan	0 °C
0.25 – 0.5 (m/s)	Paling nyaman	0.5 – 0.7 °C
0.5 - 1(m/s)	Masih nyaman, tetapi gerakan udara dapat dirasakan	1.0 – 1.2 °C
1 – 1.5(m/s)	Kecepatan maksimal	1.7 – 2.2 °C
1.5 – 2 (m/s)	Kurang nyaman, berangin	2.0 – 3.3 °C
>2 (m/s)	Kesehatan penghuni terpengaruh oleh kecepatan	

	angin yang tinggi	
--	-------------------	--

Sumber: Ilmu fisika bangunan, Heinz Frick, 2008

Permasalahan

Ruang Belajar fakultas teknik universitas almuslim merupakan bangunan terbuka dengan menggunakan ventilasi alami dan menggunakan kipas angin (fan) sebagai penghawaan mekanis dengan kecepatan udara 0,8 m/s, namun temperatur ruang belajar fakultas teknik universitas Almuslim berada pada 28,7⁰C - 33,6⁰C. melebihi standar maximum untuk kategori hangat nyaman.

Analisa CBE digunakan untuk menganalisa berapa kecepatan udara optimal yang dibutuhkan untuk menciptakan kenyamanan dalam ruang belajar sesuai dengan kategori hangat nyaman pada antara temperatur efektif 25,8⁰C - 27,1⁰C. Penelitian ini menggunakan metode Adaptive Method dan analisa software CBE untuk kenyamanan termal pada ruang terbuka dengan ventilasi alami . (gambar 6)



Gambar. 6 Software CBE untuk perhitungan Adaptive Method

2. Metode

Metode pengumpulan data menggunakan data hasil pengukuran dengan alat ukur 5 in 1 Environment meter pada ruang belajar fakultas teknik

Universitas Almuslim dan analisa kenyamanan termal dengan ventilasi alami pada software CBE .

3. Hasil dan Pembahasan

Pengukuran 5 In 1 Environment Maters

a. Suhu atau temperatur udara

Temperatur udara dalam ruang pada jam 08.00 – 17.00, berada pada 28.7 °C – 34,9 °C. meningkatannya suhu ruang per satuan waktu menunjukkan pengaruh peningkatan temperatur udara dalam ruang.

b) Kelembaban udara

kelembaban udara dalam ruang berada pada 58% - 68% -, melebihi dari standar maksimal Kelembaban yang disyarat ruangan yang jumlah orangnya padat seperti ruang pertemuan, kelembaban udara relatif masih diperbolehkan berkisar antara 55% - 60%.

c) Kecepatan angin

tidak adanya pergerakan angin di dalam ruang selama pengukuran dan pada titik – titik tertentu di dekat jendela dan pintu pergerakan angin cenderung tidak dirasakan.

Tabel 1. Data pengukuran Temperatur udara, kelembaban dan kecepatan angin tanpa kipas angin (fan)

No	Waktu	Suhu (°C)			Kelembaban (%)			Kecepatan Angin (m/s)			
		Ruang Luar	FT5	FT6	FT7	FT5	FT6	FT7	FT5	FT6	FT7
1.	08.00	28	28,7	28,7	28,7	67,2	67,2	67,2	0,00	0,00	0,00
2.	09.00	29	29,7	29,7	29,7	66,7	66,7	66,7	0,00	0,00	0,00
3.	10.00	30	31,0	31,0	31,0	63,8	63,8	63,8	0,00	0,00	0,00
4.	11.00	32	32,6	31,7	32,6	61,0	61,0	61,0	0,00	0,00	0,00
5.	12.00	33	32,5	32,7	32,7	66,5	59,5	60,0	0,00	0,00	0,00
6.	13.00	34	34,9	33,6	33,6	63,6	59,4	59,4	0,00	0,00	0,00
7.	14.00	33	34,0	33,5	33,5	59,0	58,8	58,8	0,00	0,00	0,00
8.	15.00	32	32,1	33,5	33,3	65,2	59,2	59,2	0,00	0,00	0,00
9.	16.00	32	32,6	33,8	33,0	66,9	59,0	59,0	0,00	0,00	0,00
10.	17.00	31	32,4	33,3	33,3	67,5	60,9	60,9	0,00	0,00	0,00

Temperatur dalam ruang terus meningkat seiring dengan perubahan garis matahari, temperatur tertinggi berada pada 34,9 °C pada jam 13.00, hal ini menunjukkan ada pengaruh temperatur

ruang luar terhadap peningkatan temperatur dan kelembaban dalam ruang.

Analisa Kenyamanan Termal dengan Software CBE

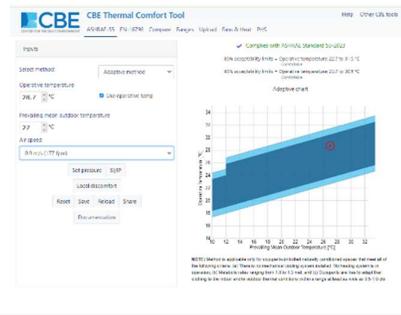
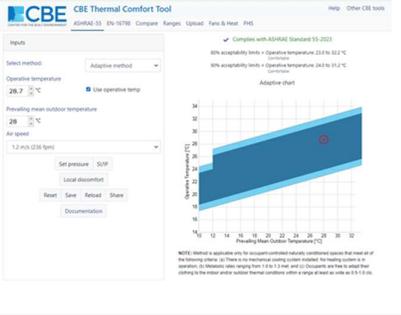
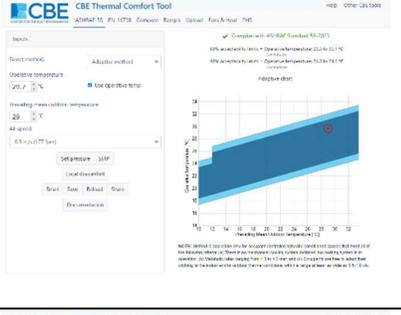
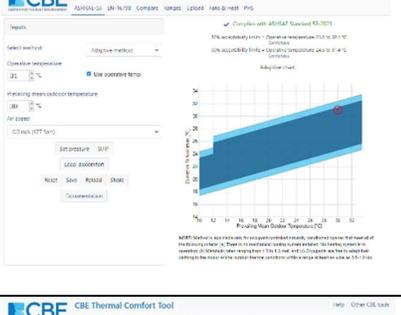
Analisa Adaptive Method digunakan pada penelitian ini dikarenakan ruang belajar fakultas teknik universitas almuslim merupakan ruang dengan ventilasi terbuka dan menggunakan kipas angin sebagai penghawaan mekanis dengan kecepatan udara 0,8 m/s dan 1,2 m/s (Tabel 2)

Berdasarkan analisa Kenyamanan termal dengan Software CBE, Kecepatan pergerakan udara dari kipas angin (fan) 0,8 m/s dan 1,2 m/s, dapat menciptakan nyaman dalam ruang pada jam 08.00–10.00 dengan kategori comfortable (nyaman) dengan temperatur 27°C – 30°C. pada jam 11.00 – 17.00 temperatur dalam ruang meningkat 3-4°C, sehingga temperatur dalam ruang meningkat menjadi kategori too warm (terlalu panas). Kenyamanan ruang pada saat perkuliahan dapat dicapai dengan menambahkan kelembaban relative 60% dengan pergerakan udara 0,8 m/s (Gambar 7)

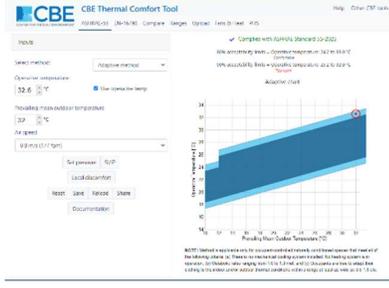
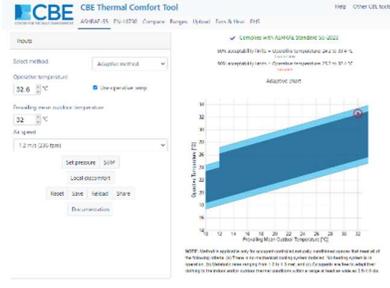


Gambar 7. Analisa PMV dengan kelembaban relatif 60%

Tabel 2. Analisa Kenyamanan termal dengan CBE Adaptive Method

Waktu	Analisa CBE		Keterangan
	Kecapatan udara dari kipas angin (Fan) 0.8 m/s	Kecapatan udara dari kipas angin (Fan) 1.2 m/s	
08.00			Comfortable (Nyaman)
09.00			Comfortable (Nyaman)
10.00			Comfortable (Nyaman)
11.00			Too Warm (Terlalu Panas)

Waktu	Analisa CBE		Keterangan
	Kecapatan udara dari kipas angin (Fan) 0.8 m/s	Kecapatan udara dari kipas angin (Fan) 1.2 m/s	
12.00			Too Warm (Terlalu Panas)
13.00			Too Warm (Terlalu Panas)
14.00			Too Warm (Terlalu Panas)
15.00			Too Warm Terlalu Panas

Waktu	Analisa CBE		Keterangan
	Kecapatan udara dari kipas angin (Fan) 0.8 m/s	Kecapatan udara dari kipas angin (Fan) 1.2 m/s	
16.00			Too Warm (Terlalu Panas)
17.00			Too Warm (Terlalu Panas)

4. Simpulan dan Saran

Kesimpulan

Berdasarkan hasil Analisa kenyamanan termal dengan software CBE kecepatan udara optimal yang dibutuhkan untuk menciptakan kenyamanan dalam ruang belajar sesuai dengan kategori hangat nyaman pada antara temperatur efektif 25,8⁰C - 27,1⁰C adalah 0,8 m/s – 1,2 m/s dengan temperature udara berada pada suhu 27⁰C–30⁰C untuk ketegori nyaman (comfortable), namun apabila temperature dalam ruang meningkat melebihi suhu 30⁰C, temperature dalam ruang masuk ke kategori terlalu panas (too Warm), sehingga diperlukan penambahan kelembapan relative 60% untuk mempertahankan temperature ruang pada suhu 28⁰C, dengan pergerakan udara 0,8 m/s.

Saran

Temperatur ruang belajar fakultas teknik universitas Almuslim berada pada 28,7⁰C - 33,6⁰C. melebihi standar maximum untuk kategori hangat nyaman, untuk meningkatkan kenyamanan dalam perlu di tambahkan kelembapan Relative 60% dengan kecepatan udara 0,8 m/s dapat mempertahankan kenyamanan ruang pada temperature 28 °C.

Daftar Pustaka

- Faisal, G., Suwarno, N. and Wihardyanto, D. (2012) *Tipologi Ventilasi Bangunan Vernakular Indonesia*, Jurnal Arsitektur Universitas Bandar Lampung,.
- Munandar, Aris, Muliani, Zuraihan, zuraihan (2023) ‘ANALIS INDEKS KENYAMANAN RUANG DENGAN PENDEKATAN IKLIM DAN MATERIAL’, *Agora: Jurnal Penelitian dan Karya Ilmiah Arsitektur Usakti*, 21(2), pp. 135–149.

- Nurazizah, S. and Wibawa, B. A. (2020) 'Analisis Kenyamanan Termal Ruang Dosen Menggunakan Cbe Thermal Comfort', Seminar Nasional Hasil Penelitian (Snhp).
- Prianto, E. and Depecker, P. (2003) 'Optimization of architectural design elements in tropical humid region with thermal comfort approach', *Energy and Buildings*, 35(3), pp. 273–280. doi: 10.1016/S0378-7788(02)00089-0.
- Putri, I., Nurfajriyani, I. and Fadilatussaniatun, Q. (2020) 'Pengaruh Suhu Ruang Kelas Terhadap Konsentrasi Belajar Mahasiswa Pendidikan Biologi Semester Vii (B)', *Bio Educatio : (The Journal of Science and Biology Education)*, 5(1). doi: 10.31949/be.v5i1.1744.
- Rachmad, A. and Amin, Z. (2017) 'Studi Penghawaan Alami Pada Bangunan Sekolah Dasar Di Pinggiran Sungai Musi Palembang', *Jurnal Arsir Universitas Muhammadiyah Palembang*, 1(2 Desember 2017).
- Sativa, S.- and Adilline, P. S. (2021) 'Evaluasi Kenyamanan Termal Ruang Kuliah IKIP PGRI Wates Kulon Progo DIY', *INERSIA Informasi dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil dan Arsitektur*, 17(2). doi: 10.21831/inersia.v17i2.46751.
- Tartarini, F. et al. (2020) 'CBE Thermal Comfort Tool: Online tool for thermal comfort calculations and visualizations', *SoftwareX*, 12. doi: 10.1016/j.softx.2020.100563.