

Pengaruh Temperatur *Double* Dan *Single* Kondensator *Cascade* *Straight Heat Pipe* Pendingin CPU

I Kadek Odik Widiantera¹⁾, Wayan Nata Septiadi^{2)*}, Ketut Astawa²⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Udayana.

Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali, Indonesia 80361

Email : odik.widiantera@yahoo.com, wayan.nata@unud.ac.id, awatsa@yahoo.com

doi: <https://doi.org/10.24843/METTEK.2019.v05.i02.p05>

Abstrak

Kebutuhan masyarakat akan komputer sangat tinggi. Komputer dapat diartikan sebagai alat yang dipakai untuk mengolah data menurut prosedur yang telah dirumuskan. Komputer itu sendiri terdiri dari perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*). Salah satu komponen penting dalam komputer ialah *Central Processing Unit* (CPU) yang merupakan perangkat keras. Kondisi komputer yang dibebani kerja tentunya akan mengakibatkan CPU bekerja lebih keras dan menyebabkan CPU lebih cepat panas. Panas inilah yang dapat mengganggu kinerja dari CPU tersebut, oleh karena itu panas ini harus dibuang. Era sekarang ini, sistem pendinginan untuk CPU mulai mengarah pada penggunaan *heat pipe* sebagai pendingin. *Heat pipe* ini dapat mengatasi panas yang ditimbulkan oleh CPU yang nantinya akan membantu mengembalikan performa dari CPU tersebut. Untuk membantu menurunkan temperatur CPU digunakan *heat pipe* dengan desain *single* dan *double* kondensator *cascade straight heat pipe*. Perlakuan yang diberikan dalam pengujian *cascade straight heat pipe* dengan pemberian kalor masing-masing besarnya *idle* 10 (watt), 20 (watt), 30 (watt), 40 (watt) dan maksimal 48 (watt). Dari percobaan yang telah dilakukan menunjukkan hasil yang diberikan oleh *cascade straight heat pipe* untuk *double* kondensator menghasilkan temperatur lebih rendah dibandingkan *single* kondensator dimana temperatur mengalami penurunan sebesar 1,169°C pada pemberian kalor 20 watt, 0,437°C pada pemberian kalor 30 watt, 2,657°C pada pemberian kalor 40 watt dan 3,565°C pada pemberian kalor 48 watt.

Kata kunci : *Heat pipe*, sistem pendingin, CPU

Abstract

Computers needs in community is very high. Computers can be interpreted as a tool used to process data according to procedures that have been formulated. The computer consists of hardware (Hardware) and software (Software). One important component in a computer is the Central Processing Unit (CPU) which is the hardware. The condition of a computer that is burdened with work will require the CPU to work faster and cause the CPU to heat up faster. The heat must be removed from the CPU, because of the heat that must be removed. In this current era, the system supports CPUs. Starting to use heat pipes as a cooler. This heat pipe can overcome the heat generated by the CPU that is needed will help restore the performance of the CPU. To help reduce CPU temperature, a single and double cascade condenser heat pipe is used. The treatment given in the straight heat pipe cascade test by giving each value is idle 10 (watts), 20 (watts), 30 (watts), 40 (watts) and a maximum of 48 (watts). From the experiments conducted the results given by the straight cascade of heat pipes for multiple condensers produce lower temperatures than single condensers while the temperature requires a decrease of

1.169 ° C for the provision of 20 watts of heat, 0.437 ° C for 30 watt heat assistance, 2.657 ° C at the provision of heat of 40 watts and 3.565 ° C in the provision of heat of 48 watts.

Keywords : Cascade straight heat pipe, Condensor, cooling sistem, CPU

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan masyarakat akan komputer sangat tinggi. Komputer dapat diartikan sebagai alat yang dipakai untuk mengolah data menurut prosedur yang telah dirumuskan. Komputer itu sendiri terdiri dari perangkat keras (*Hardware*) dan perangkat lunak (*Software*). Salah satu komponen penting dalam komputer ialah *Central Processing Unit* (CPU) yang merupakan perangkat keras. Kondisi komputer yang dibebani kerja tentunya akan mengakibatkan CPU bekerja lebih keras dan menyebabkan CPU lebih cepat panas. Panas inilah yang dapat mengganggu kinerja dari CPU tersebut, oleh karena itu panas ini harus dibuang. Era sekarang ini, sistem pendinginan untuk CPU mulai mengarah pada penggunaan *heat pipe* sebagai pendingin. *Heat pipe* ini dapat mengatasi panas yang ditimbulkan oleh CPU yang nantinya akan membantu mengembalikan performa dari CPU tersebut. *Heat pipe* yang bekerja secara optimal bisa membuang temperatur yang tinggi di bagian kondensor [1]. Sistem pendingin PC CPU Pentium IV yang menggunakan *heatsink aluminium* dengan bantuan kipas sangat buruk yaitu memiliki kelemahan diantaranya mempunyai bentuk yang besar, suara yang ditimbulkan dari kipas menyebabkan kebisingan dan perpindahan panas yang dihasilkan tidak efektif, sehingga dirancang sistem pendinginan dengan menggunakan *heat pipe* yang bentuknya lebih kecil dari *heatsink* dan tidak menggunakan kipas sebagai alat bantu pendinginan serta perpindahan panasnya menjadi lebih bagus [3].

Penelitian yang dilakukan oleh Vladimir dkk, 2006 melakukan penelitian tentang sistem pendinginan CPU dengan *heat pipe* melingkar yang *heatsink*-nya adalah *radiator* eksternal yang didinginkan oleh udara lingkungan secara konveksi. Dari penelitian ini menyatakan bahwa hasil pengembangan dan pengujian yang dilakukan mampu mempertahankan temperatur operasi dari 72°C - 78°C pada permukaan sumber panas yang menghilang hingga 100 W dengan temperatur udara lingkungan 22°C [4].

Heat pipe (heat pipe) merupakan sebuah teknologi penghantar kalor yang menggunakan pipa dengan ukuran tertentu, yang di dalamnya terdapat cairan khusus yang berfungsi sebagai penghantar kalor dari ujung panas atau evaporator ke ujung lain sebagai pendingin atau kondensor. Pipa tersebut biasanya dibuat dari bahan aluminium, tembaga atau tembaga berlapis nikel. *Heat pipe* biasanya dapat digunakan pada keadaan dimana sumber dan pelepas panas harus terpisah, untuk membantu konduksi atau pembagian panas pada bidang permukaan sumber panas [2]. Pada bagian dinding *heat pipe* biasanya diisi sumbu kapiler atau *wick* yang berfungsi sebagai lintasan tersendiri dimana cairan kondensat agar mengalir kembali dari kondensor ke evaporator, cairan kondensat bergerak atas prinsip kerja kapiler. Setelah fluida menguap di evaporator, lalu uap tersebut akan mengalir menuju bagian kondensor dan setelah mengalami kondensasi di kondensor maka uap akan mencair, lalu cairan atau kondensat tersebut akan mengalir lagi ke evaporator dari *heat pipe* dan begitu seterusnya [2].

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Imanuel tahun 2018 menunjukkan hasil sistem pendingin CPU *cascade heat pipe* pada kondisi idle 10 watt pada penggunaan *cascade heat pipe* tunggal kondensor mampu menurunkan temperatur kondensor sebesar 28% dibandingkan dengan *non cascade* dan pada penggunaan *cascade heat pipe double* kondensor mampu menurunkan temperatur kondensor sebesar 32% dibandingkan *non cascade*. Pada beban maksimal 48 watt pada penggunaan *cascade heat pipe* tunggal

kondensor mampu menurunkan temperatur kondensor sebesar 35% dibandingkan dengan *non cascade* dan pada penggunaan *cascade heat pipe double* kondensor mampu menurunkan temperatur kondensor sebesar 40% dibandingkan *non cascade* [5].

Untuk dapat menurunkan temperatur keluaran pada kondensor, penulis melakukan sebuah penelitian untuk mengetahui “Pengaruh *Double* dan *Single Kondensor Cascade Straight Heat Pipe* pada Pendinginan CPU” sehingga nantinya hasil dari penelitian ini dapat menjadi sumber informasi bagi pembaca khususnya dalam hal pendingin CPU dan temperatur keluaran kondensor pada *heat pipe*.

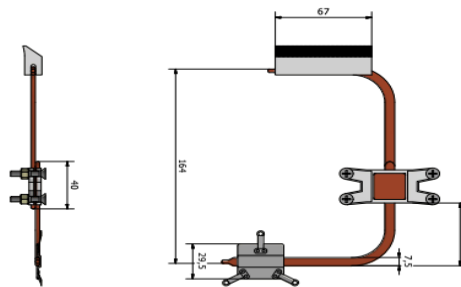
2. METODE

Penelitian kali ini diawali dengan pembuatan desain alat *cascade straight heat pipe double* maupun *single* kondensor setelah desain terbentuk dilanjutkan dengan merancang alat untuk nantinya dapat melakukan pengambilan data dan menganalisis data yang didapatkan.

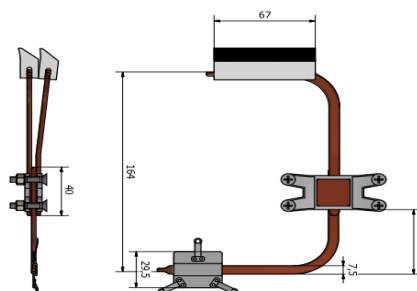
2.1 Metode Pengujian

Pengujian dilakukan dengan melakukan pengukuran temperatur keluaran kondensor pada *cascade straight heat pipe* dengan *single* dan *double* kondensor dengan memberi pembebanan daya sesuai variasi (10 watt, 20 watt, 30 watt, 40 watt dan 48 watt) dan kemudian data akan di rekam dengan bantuan *thermocouple* yang disalurkan ke sistem komputer dengan bantuan NI 9214 dan analisis DAQ 9174.

Pada tahap rancangan ini akan dilakukan desain *cascade straight heat pipe* dengan kondensor tunggal yang terbuat dari pipa tembaga pipih dengan lebar 7,50 mm, panjang heatsink 67 mm, dan panjang sambungannya 40 mm pada desain tingkat pertama dan desain *heat pipe* pada tingkat kedua menggunakan pipa tembaga dengan lebar yang sama dengan *heat pipe* tingkat pertama. Untuk desain *single* kondensor dapat dilihat pada gambar 2 dan gambar 3 untuk *double* kondensor.



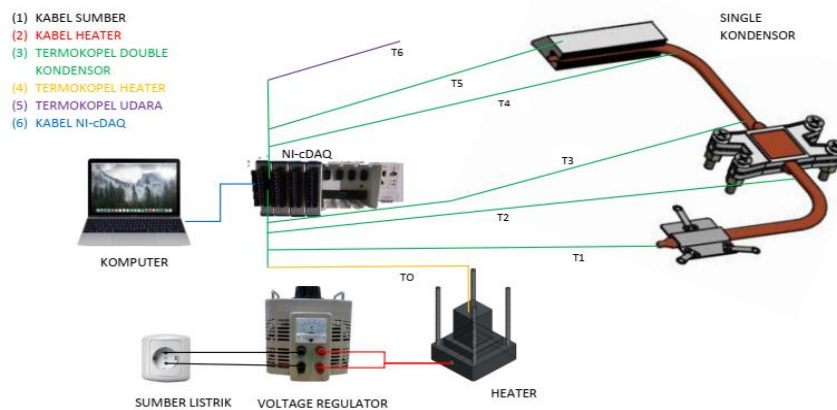
Gambar 2. Rancangan desain *single* kondensor



Gambar 3. Rancangan desain *double* kondensor

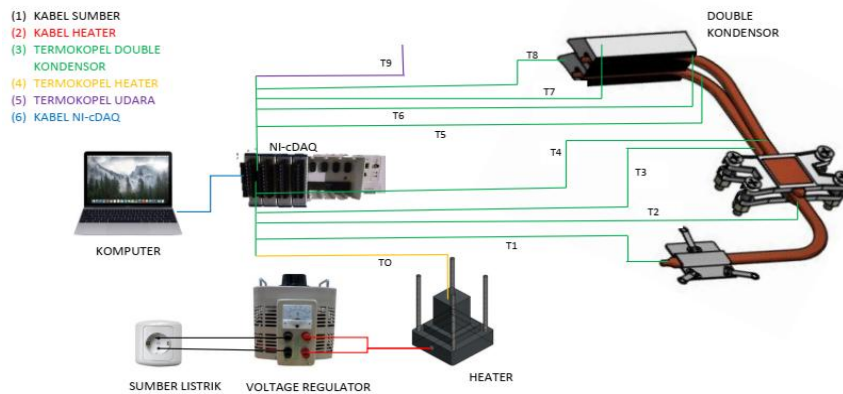
Pada pengujian *thermocouple* diletakkan pada permukaan pelat simulator, bagian evaporator tingkat pertama dan tingkat kedua dan pada bagian kondensor *heat pipe* tingkat pertama dan tingkat kedua dan pada bagian *heatsink*. Pengujian dilakukan yaitu dengan memberikan kalor pada *heat pipe* mulai dari 10 watt, 20 watt, 30 watt, 40 watt dan maksimal 48 watt dengan tujuan agar mengetahui pada saat diberikan beban kalor berapa *heat pipe* mulai bekerja dan pada beban kalor berapa *heat pipe* dapat bekerja secara maksimal. Gambar 4 menunjukkan desain pengujian untuk *single* kondensor dan gambar 5 untuk *double* kondensor.

Pada tahapan pengujian dilakukan dengan meletakkan 7 *thermocouple* tipe-K untuk pengujian *cascade single* kondensor, dimana *thermocouple* 1 diletakkan pada pelat simulator *thermocouple* 2 diletakkan di evaporator *thermocouple* 3 diletakkan kondensor pada heat pipe pertama *thermocouple* 4 diletakkan di evaporator pada heat pipe tingkat kedua *thermocouple* 5 diletakkan kondensor pada heat pipe tingkat kedua *thermocouple* 6 diletakkan *heatsink* pada heat pipe tingkat kedua dan *thermocouple* yang terakhir digunakan untuk mengukur temperatur lingkungan.



Gambar 4. desain pengujian untuk *single* kondensor

Untuk pengujian *cascade double* kondensor dilakukan dengan meletakkan 7 *thermocouple* tipe-K, dimana *thermocouple* 1 diletakkan pada pelat simulator *thermocouple* 2 diletakkan di evaporator *thermocouple* 3 diletakkan kondensor pada heat pipe pertama *thermocouple* 4 diletakkan di evaporator pada heat pipe tingkat kedua *thermocouple* 5 diletakkan di evaporator pada heat pipe tingkat ketiga *thermocouple* 6 diletakkan kondensor pada heat pipe tingkat kedua *thermocouple* 7 diletakkan kondensor pada heat pipe tingkat ketiga *thermocouple* 8 diletakkan *heatsink* pada heat pipe tingkat kedua *thermocouple* 9 diletakkan *heatsink* pada heat pipe tingkat ketiga dan *thermocouple* yang terakhir digunakan untuk mengukur temperatur lingkungan.



Gambar 5. desain pengujian untuk *double* kondensator

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakterisasi Pada Pelat Simulator

Sebelum dilakukan pengujian terhadap alat *cascade straight heat pipe* dimana pada pengujian ini digunakan pelat simulator sebagai pengganti CPU yang menjadi sumber kalor dalam pengujian alat *cascade straight heat pipe*. Adapun kalor yang dimaksud dalam penelitian ini adalah kalor perpindahan panas konduksi (Q) dengan rumus sebagai berikut :

$$Q = -k \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{L} \quad (1)$$

Berikut ini merupakan hasil karakterisasi untuk pelat simulator dengan perlakuan mengatur voltase pada voltage regulator yang diberikan pada pelat simulator sehingga menghasilkan beda temperatur yang sesuai untuk mendapatkan daya yang telah ditentukan.

Tabel 1. Data hasil karakterisasi untuk pelat simulator

Daya (Watt)	Waktu <i>Steady</i> (sekon)	ΔT ($^{\circ}C$)
10	15591	4,432
20	12020	8,912
30	18258	12,903
40	14192	18,188
48	13043	20,300

3.2 Pengujian Alat Pendingin CPU *cascade straight heat pipe*

Pengujian alat pendingin CPU berbasis *casade heat pipe* dilakukan dua kali yaitu yang pertama untuk desain *single* kondensator dan yang kedua untuk desain *double* kondensator. Dimana kedua pengujian dilakukan dengan memberikan kalor pada *heat pipe* yaitu 10 (watt), 20 (watt), 30 (watt), 40 (watt) dan 48 (watt) yang nantinya ditunggu hingga temperatur mencapai kondisi *steady state* dan tidak mengalami perubahan temperatur lagi. Berikut ini tabel hasil pengujian *cascade heat pipe* untuk *single* dan *double* kondensator sebagai alat pendingin CPU.

Tabel 2 Data hasil pengujian untuk *single* kondensor

Daya (Watt)	Waktu <i>steady</i> (sekon)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)
10	11105	44,441	30,035	24,875
20	12558	50,026	31,602	25,949
30	8280	59,324	36,380	24,540
40	9456	69,895	40,418	25,093
48	6635	72,792	43,092	26,646

Dimana :

T1 = Temperatur Pada Plat Simulator (°C)

T2 = Temperatur keluaran Kondensor (°C)

T3 = Temperatur Pada Lingkungan (°C)

Tabel 3 Data hasil pengujian *double* kondensor

Daya (Watt)	Waktu <i>Steady</i> (detik)	T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)
10	15309	44,404	30,040	24,406
20	13665	47,639	30,433	24,927
30	18267	54,001	35,943	26,211
40	14599	58,940	37,743	23,865
48	7292	65,334	39,527	24,915

Dimana :

T1 = Temperatur Pada Plat Simulator (°C)

T2 = Temperatur Keluaran Kondensor Akhir (°C)

T3 = Temperatur Pada Lingkungan (°C)

3.4 Pembahasan

Penggunaan alat pendingin CPU berbasis *cascade straight heat pipe* memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan penggunaan *non cascade* karena dapat menurunkan temperatur pada prosesor dan kondensor [5]. Untuk menghitung presentase penurunan temperatur keluaran kondensor antara *cascade single* kondensor dengan *cascade double* kondensor untuk masing-masing 10 watt, 20 watt, 30 watt, 40 watt dan 48 watt digunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Penurunan temperatur kondensor (\%)} = \frac{TKSK - TKDK}{TKSK} \times 100\% \quad (2)$$

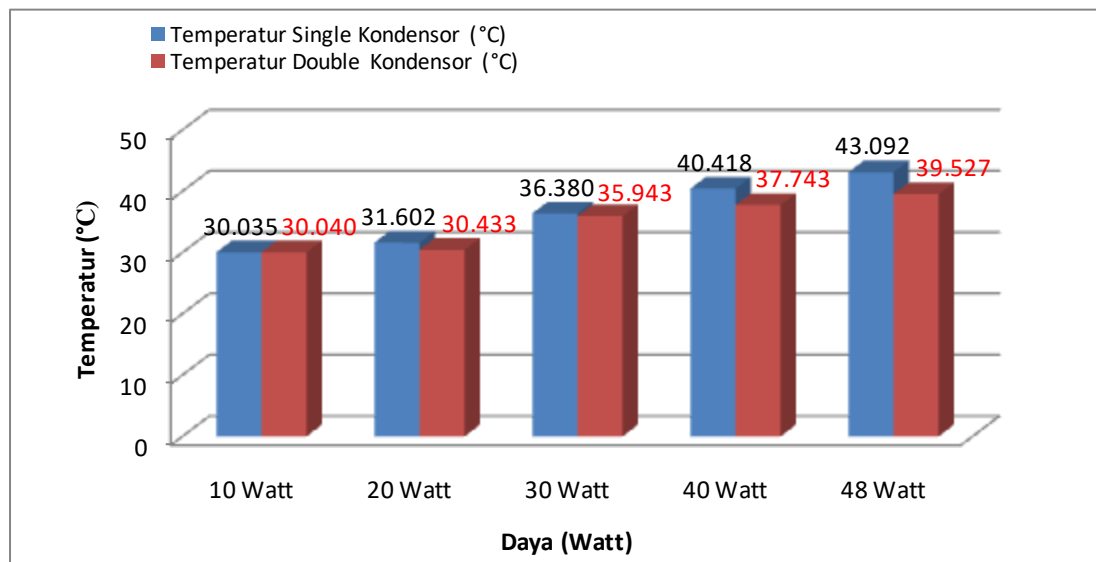
Dimana :

TKSK = Temperatur Kondensor pada Single Kondensor (°C)

TKDK = Temperatur Kondensor pada Double Kondensor (°C).

Presentase penurunan temperatur keluaran kondensor yang optimal pada penggunaan *single* dan *double* kondensor terjadi pada saat pemberian daya 48 watt dimana penurunan terjadi sebesar 8,27 %. Presentase penurunan temperatur keluaran kondensor yang dihasilkan tidak signifikan antara *single* dan *double* kondensor. Hasil yang tidak signifikan ini dikarenakan desain *heat pipe* yang kurang *compact* sehingga distribusi panas dari *heat pipe* tingkat pertama menuju ke *heat pipe* tingkat kedua kurang maksimal

sehingga panas lebih banyak terbuang ke lingkungan. penurunan temperatur yang dihasilkan tidak terlalu signifikan dikarenakan pada *cascade double* kondensor arah perpindahan panas dominan mengarah ke atas sehingga hanya satu *heat pipe* yang dapat menyerap kalor secara optimal yaitu *heat pipe* yang berada di posisi atas sehingga *cascade double* kondensor sistem perpindahan panasnya menyerupai pada *cascade single* kondensor yang menyebabkan penurunan temperatur keluaran kondensor menjadi tidak signifikan.



Gambar 1. Grafik hasil pengujian temperatur keluaran antara *single* dan *double* kondensor

4. SIMPULAN

Dari hasil penulisan laporan dan pengujian dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Jumlah kondensor berpengaruh terhadap penurunan temperatur keluaran kondensor pada *cascade straight heat pipe* pada pembebanan 20 watt, 30 watt, 40 watt dan 48 watt, dimana terdapat perbedaan temperatur keluaran kondensor antara penggunaan *single* kondensor dengan *double* kondensor, akan tetapi pengaruhnya tidak terlalu signifikan. Temperatur keluaran kondensor pada penggunaan *double* kondensor adalah 30,040°C, 30,433°C, 35,943°C, 37,743°C, 39,527°C serta untuk *single* kondensor masing-masing 30,035°C, 31,602°C, 36,380°C, 40,418°C, 43,092°C.
2. Presentase penurunan temperatur keluaran kondensor yang optimal pada terjadi pada saat pemberian daya 48 watt dimana beda temperatur keluaran kondensor antara *double* dan *single* kondensor yaitu sebesar 8,27 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan Terima kasih diberikan kepada Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia dan Lembaga Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Udayana yang telah memberikan bantuan dana melalui Hibah Penelitian Terapan Unggulan perguruan Tinggi (PTUPT)-2019.

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Vasiliev, Leonard L., *Heat Pipes in Modern Heat Exchangers*. Belarus Minsk: Russia, 2005.

- [2.] Wayan Nata Septiadi, Nandy Putra, *Teknologi Pipa Kalor, Teori, Desain dan Aplikasi*. UI-Press: Jakarta, 2014.
- [3.] Kim, J.-S., Bui, N. H., Kim, J.-W., Kim, J.-H., & Jung, H. S. (2003). *Flow visualization of oscillation characteristics of liquid and vapor flow in the oscillating capillary tube heat pipe*, KSME International Journal, 17(10), 1507-1519.
- [4.] Yury F. Maydanik, Sergey V. Vershinin, Vladimir G. Pastukhov ."*Loop heat pipe for cooling system of server*", IEEE Transactions on Components and Packaging Technologies, vol. 33.
- [5.] Imanuel Adam Tnunay, Wayan Nata Septiadi, I Nyoman Budiarsa, *Penurunan Temperatur Kondensor pada Sistem Pendingin Central Processing Unit (CPU) Berbasis Cascade Straight Heat Pipe*. Jurnal METTEK, 2018.