



# SILICON LIFELINE

## KEPAKARAN ELEKTRONIK BARAT DI TENGAH-TENGAH JENTERA PEPERANGAN RUSIA

JAMES BYRNE, GARY SOMERVILLE, JOE BYRNE, JACK  
WATLING, NICK REYNOLDS DAN JANE BAKER

OGOS 2022



## **PENAFIAN**

Dokumen ini telah disediakan oleh RUSI untuk tujuan maklumat sahaja ('Tujuan yang Dibenarkan'). Walaupun semua langkah penjagaan munasabah telah diambil oleh RUSI untuk memastikan ketepatan bahan dalam laporan ini ('Maklumat' ini), ia telah diperolehi terutamanya daripada kerja lapangan di Ukraine dan sumber terbuka dan RUSI tidak membuat sebarang representasi atau jaminan dalam apa jua bentuk berkenaan dengan Maklumat ini.

Anda tidak seharusnya menggunakan, menerbitkan semula atau bergantung pada Maklumat ini untuk sebarang tujuan selain daripada Tujuan yang Dibenarkan. Sebarang pergantungan yang anda letakkan pada Maklumat ini adalah atas risiko anda sendiri. Jika anda berhasrat untuk menggunakan Maklumat ini untuk sebarang tujuan lain (termasuk, tanpa had, untuk memulakan prosiding undang-undang, mengambil langkah atau menolak untuk mengambil langkah atau sebaliknya berurusan dengan mana-mana orang atau entiti yang dinamakan), anda mesti terlebih dahulu membuat dan bergantung pada penyelidikan bebas anda sendiri untuk mengesahkan Maklumat ini.

Setakat yang dibenarkan oleh undang-undang, RUSI tidak akan bertanggungjawab ke atas sebarang kehilangan atau kerosakan dalam apa jua bentuk sama ada yang boleh dijangka atau tidak dijangka (termasuk, tanpa had, daripada fitnah) yang timbul daripada atau berkaitan dengan penerbitan semula, pergantungan atau penggunaan mana-mana Maklumat ini oleh anda atau mana-mana pihak ketiga. Rujukan kepada RUSI termasuk pengarah dan pekerjanya.

Untuk laporan ini, penulis telah memproses nama syarikat, entiti dan individu yang dicatatkan dalam bahasa Rusia dan Cina. Dalam sesetengah keadaan, nama syarikat, entiti dan individu terpaksa diterjemahkan atau ditransliterasi. Segala usaha telah dibuat untuk memastikan ketepatan dalam terjemahan/transliterasi, dan pengarang tidak bertanggungjawab ke atas sebarang kesilapan yang tidak disengajakan yang dibuat dalam hal ini.

Penulis juga telah memproses set data besar komponen mikroelektronik yang mempunyai nombor siri, mengesahkan ketulenan dan mengaitkan nombor-nombor ini kepada pengeluar

tertentu menggunakan sumber terbuka. Walau bagaimanapun, sebilangan kecil daripada nombor-nombor ini tidak dapat dikenal pasti pada halaman pengeluar atau pada halaman penjual pihak ketiga, mungkin kerana komponen-komponen ini sudah tidak lagi dikeluarkan. Selain itu, beberapa komponen mempunyai maklumat pengenalan yang tidak mencukupi yang perlu untuk membuat pengenalan positif.

## **PENGENALPASTIAN INDIVIDU, SYARIKAT DAN KERAJAAN DALAM LAPORAN INI**

Tujuan laporan ini adalah untuk menerangkan dan menunjukkan bagaimana tentera Rusia bergantung pada teknologi Barat. Untuk mencapai tujuan ini, ia mengenal pasti beberapa individu/syarikat/kerajaan yang dipercayai terlibat dalam reka bentuk dan pembuatan komponen yang telah diperolehi oleh tentera Rusia dan digunakan dalam perkakasan ketenteraan mereka. Untuk mengelakkan keraguan, RUSI tidak mengaitkan sebarang dakwaan salah laku di pihak individu/syarikat/kerajaan ini, dan tidak membuat representasi atau penegasan bahawa individu/syarikat/kerajaan ini mempunyai sebarang penglibatan dalam sebarang aktiviti berkaitan pengelakan sekatan atau sedang terlibat dalam membekalkan secara langsung atau tidak langsung kepada tentera Rusia dan/atau pelanggan tentera Rusia yang melanggar mana-mana undang-undang atau peraturan antarabangsa (atau domestik mereka sendiri) yang menyekat atau melarang tindakan sedemikian, melainkan dinyatakan secara jelas dalam laporan itu.

## **METODOLOGI**

Untuk laporan ini, jabatan Perisikan dan Analisis Sumber Terbuka (OSIA) dan Sains Ketenteraan RUSI menggunakan set data komponen dan mikroelektronik yang banyak yang diperolehi daripada senjata Rusia yang dibongkar, sama ada yang dirampas atau digunakan di Ukraine sejak Februari 2022. Kompilasi penilaian teknikal ini telah dimasukkan dalam pangkalan data, diseragamkan dan dikategorikan untuk membolehkan analisis selanjutnya. Pemeriksaan fizikal sampel signifikan sistem dan platform senjata oleh RUSI semasa kerja lapangan mengesahkan ketulenan dan ketepatan data ini, yang juga dibandingkan dengan penerangan produk dan nombor siri yang diterbitkan oleh pelbagai pengeluar. Perlu diingatkan bahawa pasaran kelabu dan gelap untuk komponen

tiruan dan mikroelektronik adalah masalah global, yang bermaksud bahawa pengesahan kalis gagal adalah satu usaha yang mencabar. Memandangkan bukti yang dinilai di sini dan sejarah lama usaha pemerolehan tentera Soviet dan Rusia yang menyasarkan syarikat teknologi dan mikroelektronik terkemuka dunia, pasukan penyelidik beroperasi di bawah andaian bahawa sebahagian besar daripada bahagian-bahagian ini adalah tulen. Penilaian yang dijalankan secara dalaman oleh kerajaan Rusia, dan dilihat oleh pengarang, menonjolkan pergantungan kritikal pada beberapa pengeluar asing, dan meningkatkan keyakinan bahawa komponen yang dikenal pasti dalam senjata Rusia adalah tulen. Pemeriksaan lanjut, terutamanya analisis sinar-X, boleh digunakan pada masa hadapan untuk membuktikan ketulenan kebanyakan komponen yang terdapat dalam platform ini. Walau bagaimanapun, konflik yang berterusan di Ukraine menjadikan beberapa daripada kerja tambahan ini mencabar. Data ini kemudiannya diintegrasikan dengan pelbagai sumber lain, seperti data perdagangan peringkat penghantaran, pengisytiharan import dan eksport, dan rekod korporat dalam bahasa Rusia dalam usaha untuk lebih memahami rangkaian pemerolehan negara ini sambil meletakkan senjata-senjata ini dalam konteks taktikal, operasi dan strategik mereka.

### PENGIKTIRAFAN

RUSI ingin mengucapkan terima kasih kepada beberapa orang dan rakan kongsi yang telah membantu dalam menghasilkan laporan ini, termasuk Profesor Peter Roberts, Dr Markus Schiller, Dr Daniel Salisbury dan Sean Corbett

CB MBE. RUSI juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Altana Technologies, yang platform datanya 'Altana Atlas' membantu kami memahami cara barangan semikonduktor dan mikroelektronik bergerak melalui sistem perdagangan antarabangsa hingga ke pengguna akhir, pihak ketenteraan Rusia.



### HAK CIPTA

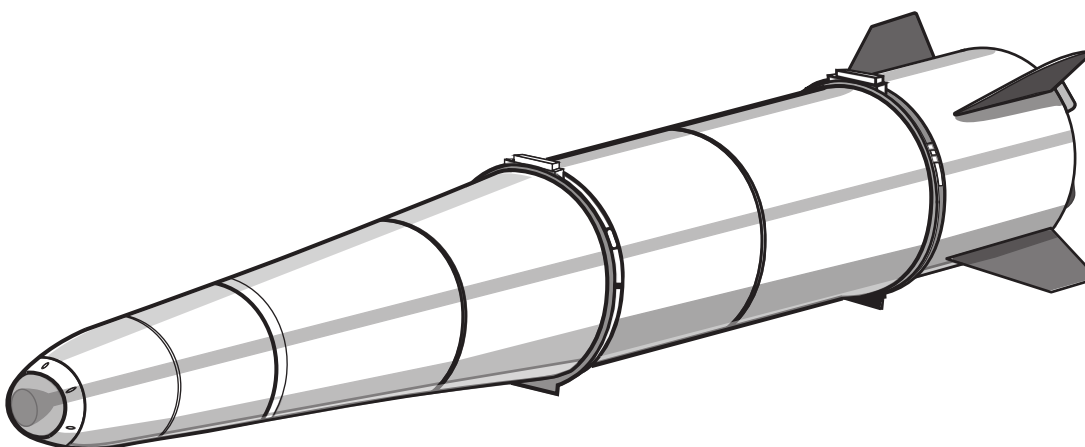
© Institut Perkhidmatan Bersatu Diraja untuk Kajian Pertahanan dan Keselamatan, 2022



Kerja ini dilesenkan di bawah Lesen Antarabangsa Pengiktirafan – Bukan Komersial – Tiada Derivatif 4.0 Creative Commons. Untuk mendapatkan maklumat lanjut, sila lihat <<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>>

### NOTIS PEMBETULAN, 8 OGOS 2022

Sila ambil perhatian bahawa versi awal laporan ini telah salah nyatakan syarikat Gumstix yang berpangkalan di AS sebagai berpangkalan di Jerman. Ini telah diperbetulkan dan sebarang angka-angka berkaitan telah dikemas kini dengan sewajarnya. Pengarang dan RUSI memohon maaf atas sebarang kekeliruan yang mungkin telah timbul akibat perkara ini. Perubahan ini tidak



An outline of an Iskander missile. Source: RUSI.

menjejaskan analisis dan kesimpulan yang dibentangkan dalam laporan.

### **PENULIS**

- James Byrne ialah Pengarah Kecerdasan dan Analisis Sumber Terbuka (OSIA, Open Source Intelligence and Analysis) di RUSI.
- Gary Somerville ialah Fellow Penyelidikan dalam OSIA di RUSI.
- Joseph Byrne ialah Fellow Penyelidikan dalam OSIA di RUSI.
- Jack Watling ialah Fellow Penyelidikan Kanan dalam Perang Darat di RUSI.
- Nick Reynolds ialah Juruanalisis Penyelidikan dalam Perang Darat di RUSI.
- Jane Baker ialah perunding bebas.



# RINGKASAN EKSEKUTIF

Pencerobohan Rusia ke atas Ukraine pada 24 Februari 2022 tidak berjalan seperti yang dirancang. Dilancarkan dengan jangkaan bahawa pendudukan bandar-bandar Ukraine dapat dilakukan dengan persis, sebaliknya ia telah menjadi satu pergolakan perit yang berlarutan yang sedang menyebabkan kemerosotan cepat tentera Rusia. Laporan ini, yang mengandungi penelitian komponen dan pemfungsian 27 sistem ketenteraan paling moden di Rusia - termasuk peluru berpandu krus, sistem komunikasi dan kompleks peperangan elektronik - menyimpulkan bahawa kemerosotan dalam keupayaan ketenteraan Rusia **boleh dijadikan kekal** jika dasar yang sesuai dilaksanakan.

Berdasarkan pemeriksaan teknikal peralatan ketenteraan Rusia yang dirampas atau ditembak di Ukraine, laporan ini menggariskan sejauh mana program pemodenan ketenteraan berbilion dolar Rusia selama beberapa dekad, bergantung pada penggunaan meluas mikroelektronik yang dikeluarkan di AS, Jepun, Taiwan, Korea Selatan, Switzerland, Belanda, UK, Perancis dan Jerman. Supaya dibenarkan menggunakan komponen asing dalam peralatan ketenteraan, syarikat Rusia mesti menunjukkan kepada Kementerian Pertahanan Rusia bahawa **tiada alternatif domestik**.

RUSI menemui sekurang-kurangnya **450 jenis komponen unik yang berbeza buatan asing** merentasi 27 sistem ini, yang majoritinya dihasilkan oleh syarikat AS yang terkenal sekian lama dalam mereka bentuk dan membina mikroelektronik canggih untuk tentera AS. Daripada jumlah ini, sekurang-kurangnya **80 jenis komponen yang berbeza tertakluk kepada kawalan eksport oleh AS**, yang menunjukkan bahawa kompleks industri ketenteraan Rusia, dalam beberapa dekad kebelakangan ini, berjaya mengelak daripada kawalan ini. Laporan ini memperincikan contoh pengintipan berterusan ini dari Kesatuan Soviet hingga ke pencerobohan baharu Rusia ke atas Ukraine pada tahun 2022.

Rusia telah kehilangan sejumlah besar peralatan ketenteraan di Ukraine dan kehabisan banyak

peluru berpandu krus dan balistik dalam gedung senjatanya. Berikutan pengenaan sekatan baharu dan kawalan eksport yang lebih ketat, kerajaan Rusia telah cuba menangani pemutusan akses kepada komponen kritikal melalui **penggantian import**. Pendekatan ini kemudiannya didapati tidak dapat dijayakan. Akibatnya, Rusia kini mesti mereka bentuk senjata baharu dan berkemungkinan yang kurang berkemampuan atau terlibat dalam **pengelakan sekatan**, yang telah menjadi keutamaan kritikal untuk perkhidmatan khasnya.

Analisis RUSI menunjukkan bahawa hab pemindahan penghantaran negara ketiga dan rangkaian sulit yang dikendalikan oleh perkhidmatan khas Rusia kini sedang berusaha untuk membina laluan baharu untuk mendapatkan akses kepada mikroelektronik Barat. Selama beberapa tahun, Rusia telah mengendalikan siri rangkaian untuk mendapatkan barangan secara haram di Eropah dan Amerika Utara menggunakan rangkaian syarikat hadapan, lesen pengguna akhir yang palsu dan teknik lain yang telah dicuba dan diuji yang pada asalnya dipelopori oleh pendahulunya, Kesatuan Soviet. Namun Rusia juga bergantung pada pengedar mikroelektronik yang besar di hab pemindahan penghantaran seperti Hong Kong, yang terus memindahkan barangan dalam jumlah besar ke negara itu dalam beberapa tahun kebelakangan ini.

Jika ingin memutuskan talian hayat silikon Rusia ini, adalah penting bagi kerajaan-kerajaan untuk:

- Mengkaji dan **menguatkan kawalan eksport sedia ada** dalam negara dan bidang kuasa mereka sendiri.
- **Bekerjasama secara multinasional** untuk mengenal pasti dan menutup rangkaian pemerolehan rahsia Rusia.
- **Elakkan** peralatan mikroelektronik sensitif daripada **dikeluarkan di bawah lesen** di negara-negara yang menyokong Rusia.

- Tidak menggalakkan negara dan bidang kuasa ketiga **memudahkan pengeksportan semula atau melakukan pemindahan penghantaran** barang terkawal ke Rusia.

Rusia sedang berebut untuk mendapatkan apa yang boleh secara pukal sebelum pintu ditutup. Masa untuk bertindak adalah sekarang.

# PENGENALAN

*'Ya, sudah tentu, kami tidak berjaya melakukan segala-galanya sepanjang tahun-tahun sebelum ini dalam bidang penggantian import ... Tetapi tidak ada apa yang perlu dirisaukan di sini: dalam perkara-perkara utama, yang menjamin kedaulatan kita, kita telah melakukan apa yang perlu.'*<sup>1</sup>

Gambar menunjukkan pandangan sudut luas sebuah bandar Ukraine. Rambut silang tersendiri UAV Orlan-10 menduduki bahagian tengah skrin. Ia adalah UAV peninjau Rusia yang direka untuk menyelaraskan serangan artileri. Operator mengezum masuk ke pelbagai jenis trak; kelihatan askar Ukraine berkumpul di sekeliling trak ini.

Kamera video dihasilkan oleh Sony dan dipasang

pada motor gimbal yang dihasilkan oleh Hextronik, yang berpangkalan di AS. Ia mengezum dengan lancar untuk memberi pengenalan positif ke atas sasaran. Sistem kawalan penerbangan Orlan-10 yang mengekalkannya di atas sasaran adalah berdasarkan mikropengawal STM32F103VC dari syarikat Switzerland yang bernama STMicroelectronics. UAV ini dikuasakan oleh enjin daripada syarikat Jepun Saito Seisakusho. Bersama-sama, semuanya menjadikan Orlan-10 sebuah mesin terbang yang boleh dipercayai dengan jarak operasi sehingga 120 kilometer. Cip navigasinya ialah modul u-blox Neo-M8 GNSS, yang pertama kali dikenal pasti di dalam sebuah Orlan-10 pada tahun 2018.<sup>2</sup> Koordinat UAV ini berkemungkinan dikomunikasikan kepada pengendalinya melalui penghantar-terima tangkas frekuensi radio yang

- 1 *Izvestiya*, 'Vystuplenie Vladimira Putina na Jevrazijskom ekonomicheskom forume' ['Ucapan Vladimir Putin di Forum Ekonomi Eurasia], 26 Mei 2022, <<https://iz.ru/1340365/video/vystuplenie-vladimira-putina-na-evrazijskomekonomicheskom-forume>>, diakses pada 18 Julai 2022. [Penterjemahan penulis dari bahasa Rusia: 'Da, konechno, ne vse udalos' sdelat' za predyduschie gody v oblasti importzamescheniya... No eto nichego zdes' strashnogo net: po klyuchevym napravleniyam, kotorye obespechivayut nash suverenitet, my sdelali samoe neobhodimoe']. Kata-kata ini diungkap semasa ucapan kepada Forum Ekonomi Eurasia tentang usaha industri Rusia untuk mengadaptasi kepada sekatan Barat. Dalam konteks ini, perkataan 'kedaulatan' lebih menjurus kepada kebebasan ekonomi Rusia, daripada kedaulatan wilayah.
- 2 *Inform Napalm*, 'Russian Drone Orlan-10 Consists of Parts Produced in the USA and Other Countries – Photo Evidence' ['Dron Rusia Orlan-10 Mengandungi Bahagian yang Dihasilkan di AS dan Negara Lain - Bukti Foto'], 2 Jun 2018, <<https://informnapalm.org/en/russian-drone-orlan-10-consists-of-parts-produced-in-the-usa-and-othercountries-photo-evidence/>>, diakses pada 18 Julai 2022.



dihasilkan oleh Analog Devices.

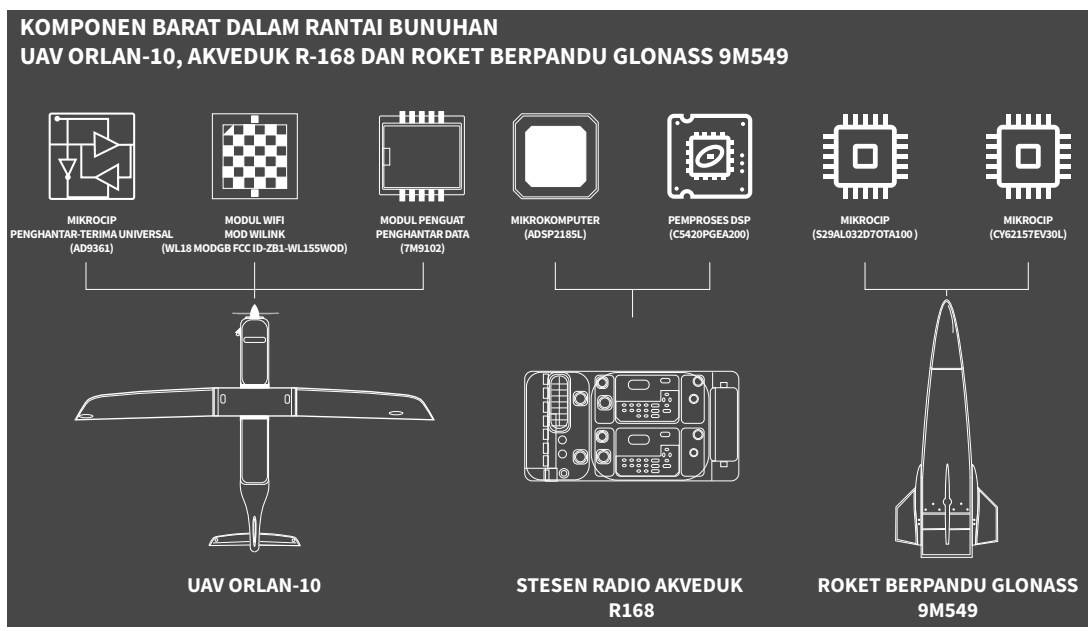
Setelah mendapatkan pengesahan visual, pengendali Orlan-10 mengira koordinat sasaran untuk memberikan data kedudukan yang tepat kepada ibu pejabat kawalan pelancaran yang bertanggungjawab. Setelah koordinat ditetapkan, data penyasaran dihantar kepada pengendali radio yang menyampaikannya melalui radio VHF Akveduk R-168 untuk mewujudkan rantaian bunuhan kepada infrastruktur arahan dan kawalan briged artileri.

Dibina oleh Loji Sarapul Radio,<sup>3</sup> Akveduk R-168 mengandungi lebih satu dozen komponen yang dikeluarkan oleh syarikat Barat. Diintegrasikan ke dalam papan kawalan radio ialah mikropengawal yang dikeluarkan oleh Analog Devices yang berpangkalan di AS, dan pemproses isyarat digital yang dibuat oleh Texas Instruments. Papan pemancar, yang melaluinya suara pengendali

dikodkan dan dihantar ke bahagian atas rantaian bunuhan, juga padat dengan komponen Barat. Begitu juga dengan pintu silikon gelung terkunci fasa (PLL, phase-locked loop) yang dikeluarkan oleh syarikat Korea Selatan.

Misi pelancaran ditugaskan kepada bateri pelancar roket berbilang Tornado-S, sistem yang agak baharu yang dilengkapi dengan sistem navigasi satelit GLONASS.<sup>4</sup> Untuk misi pelancaran ini, bateri akan menggunakan roket berpandu 300-mm GLONASS 9M549. Rocket ini mempunyai jangkauan yang dilaporkan sejauh 120 km dan kebarangkalian ralat membulat 7–15 meter.<sup>5</sup> Di dalam roket 300-mm ini, ada unit pengkomputeran yang canggih bersama-sama dengan giroskop gentian optik triaksial dan unit pemprosesan isyarat navigasi satelit, yang membolehkan perjalanan peluru diperbetulkan dalam penerbangan, yang memastikan ketepatan yang lebih tinggi pada jarak jauh terhadap sasaran tunggal yang lebih kecil.

Figure 1: Komponen Rekaan dan Keluaran Barat dalam Rantaian Bunuhan Rusia



Source: RUSI.

3 Army Guide, 'SARAPUL RADIOPLANT OJSC', <<http://www.army-guide.com/eng/firm1087.html>>, diakses pada 18 Julai 2022.

4 Tracy Cozzens, 'Russia Tests New GLONASS-Guided Missile' ['Rusia Menguji Peluru Berpandu GLONASS Baharu'], *GPS World*, 22 September 2020, <<https://www.gpsworld.com/russia-tests-new-glonass-guided-missile/>>, diakses pada 18 Julai 2022.

5 N R Jenzen-Jones and Charlie Randall, 'Russian 9M54-Series Cargo Missile Documented in Ukraine (2022)' ['Peluru Berpandu Kargo Siri 9M54 Rusia Didokumenkan di Ukraine'], *Perkhidmatan Penyelidikan Persenjataan*, 6 Mac 2022, <<https://armamentresearch.com/russian-9m54-series-cargo-missile-documented-inukraine-2022/>>, diakses pada 18 Julai 2022.

## Silicon Lifeline: Kepakaran Elektronik Barat di Tengah-tengah Jentera Peperangan Rusia

Giroskop roket ini mengandungi tatasusunan get boleh atur cara di medan (FPGA, field-programmable gate array) yang dihasilkan oleh Altera Corporation, manakala unit pemrosesan dan pengkomputeran isyarat navigasi satelitnya kedua-duanya bergantung pada modul memori akses rawak statik (SRAM, static random-access memory) berkelajuan tinggi yang dihasilkan oleh Cypress Semiconductor.

Selepas pelancaran roket, Orlan-10 akan mengekalkan hubungan visual dengan sasaran dan mengemas kini bateri mengenai sebarang perubahan pada kedudukan sasaran. Sebarang pembetulan akan dimaklumkan balik melalui rantaian bunuhan, dan akhirnya kepada unit pengkomputeran roket semasa dalam penerbangan untuk memastikan kesan maut yang tertinggi. Dalam contoh ini, pengendali Orlan-10 melihat impak pada skrin mereka: sekurang-kurangnya dua trak boleh dilihat terbakar dan beberapa askar Ukraine terbunuh.

Variasi dunia sebenar rantaian bunuhan andaian ini, yang dibina semula oleh RUSI, telah diulang beratusan, jika tidak beribu-ribu, kali dalam pelbagai lelaran sejak pencerobohan Rusia pada tahun 2014 dan 2022 ke atas Ukraine, serta semasa campur tangan negara itu di Syria pada tahun 2015. Namun proses ini akan menjadi mustahil tanpa komponen dan elektronik Barat yang kritikal.

Sistem yang diterangkan di atas tidak unik dalam proses ini, kerana sistem senjata dan platform ketenteraan Rusia mengandungi pelbagai komponen dan elektronik yang penting untuk fungsinya yang kebanyakannya disumbangkan dari Barat. Daripada sistem roket kepada peluru berpandu balistik dan radio taktikal kepada platform peperangan elektronik, jentera peperangan Kremlin sering bergantung pada komponen yang diperoleh dari luar negara.

Laporan ini mengandungi analisis set data komponen yang paling komprehensif yang pernah dikeluarkan dalam sumber terbuka, yang mendedahkan secara terperinci, pergantungan

tentera Rusia pada teknologi Barat.

Set data itu terdiri daripada hampir 30 sistem senjata, platform dan peralatan yang dirampas daripada atau digunakan oleh angkatan tentera Rusia di Ukraine sejak permulaan pencerobohan pada Februari 2022. Dalam beberapa kes, senjata ini telah diperiksa oleh kakitangan RUSI di lapangan di pelbagai lokasi di seluruh Ukraine. Sebahagian daripada senjata ini adalah sistem yang diwarisi, yang mungkin dibina beberapa dekad yang lalu menjelang akhir era Soviet. Yang lain adalah platform canggih yang dibina dalam beberapa tahun kebelakangan ini sebagai sebahagian daripada program pemodenan tentera Rusia yang bernilai berbilion dolar.

Tanpa mengira usia dan tarikh pembinaannya, satu tema kekal konsisten: baik senjata yang standard mahupun yang khusus, senjata Rusia mengandungi sejumlah besar komponen mikroelektronik yang asalnya dikeluarkan di Amerika Utara, Eropah dan Asia Timur. Sementara sebahagian daripadanya, seperti komponen komersil lambak, agak mudah untuk dibeli oleh angkatan tentera Rusia melalui pemborong domestik atau antarabangsa, yang lain mungkin diperoleh oleh rangkaian rahsia yang dikendalikan oleh Perkhidmatan Perisikan Asing Rusia (SVR) atau GRU, agensi perisikan tentera Rusia.

Walaupun kesimpulan ini mungkin membimbangkan memandangkan serangan Rusia ke atas Ukraine, operasi pengintipan saintifik dan teknologi (S&T) Kremlin yang meluas dan pemerolehan haram komponen Barat bukanlah cerita baharu. Selama hampir satu abad, perkhidmatan perisikan negara ini telah mengutamakan pengumpulan maklumat S&T dan pemerolehan teknologi kritikal untuk program senjata Rusia.<sup>6</sup> Demi mengekalkan kesetaraan dengan Barat, operasi pengintipan teknikal Soviet dan infrastruktur yang diperlukan untuk memproses maklumat ini sangat luas, melibatkan 100,000 individu dan 11,000 jabatan maklumat yang bergabung dengan institut penyelidikan Soviet.<sup>7</sup>

6 CIA, 'Interagency Intelligence Memorandum: The Technology Acquisition Efforts of the Soviet Intelligence Services' ['Memorandum Perisikan Antara Agensi: Usaha Pemerolehan Teknologi oleh Perkhidmatan Perisikan Soviet'], 18 Jun 1982. Lihat juga Kevin Riehle, *Russian Intelligence [Perisikan Rusia]* (Bethesda, MD: Universiti Perisikan Nasional, 2021), ms. 81.

7 CIA, 'Interagency Intelligence Memorandum' ['Memorandum Perisikan Antara Agensi'], ms. 7; Riehle, *Russian Intelligence [Perisikan Rusia]*, ms. 138–40.

Analisis RUSI menunjukkan keutamaan ini berkemungkinan tidak pernah berubah, kerana SVR dan GRU terus mengejar secara agresif pemerolehan bahagian, komponen dan pengetahuan teknikal yang diperlukan untuk membina dan menggunakan senjata yang direka untuk menghancurkan musuh mereka.

Kini, ketika berdepan dengan pelbagai sekatan baharu berikutan pencerobohan Februari 2022 ke atas Ukraine, Kremlin berdepan dengan tugas yang sukar untuk menggantikan komponen-komponen ini sambil membina rantai bekalan alternatif untuk memindahkannya ke negara itu. Setelah kehilangan dan menggunakan sejumlah besar sistem dan platform senjata atasan, kompleks industri ketenteraan Rusia memerlukan satu jumlah besar komponen-komponen baharu untuk mengekalkan operasi tempurnya dan melengkapkan angkatan tenteranya untuk pertempuran masa depan.

Masalah ini disedari oleh mereka yang berada di peringkat tertinggi kerajaan Rusia. Selama bertahun-tahun, Kremlin telah mempromosikan

penggantian import sebagai perlindungan terhadap sekatan Barat<sup>8</sup> namun tidak menemui kejayaan. Pada bulan Jun tahun 2014, Vladimir Putin menekankan kepentingan penggantian import untuk tentera Rusia dan menyeru peralihan yang meluas kepada komponen-komponen ketenteraan yang dikeluarkan dalam negara.<sup>9</sup> Namun lapan tahun kemudian, Rusia nampaknya telah mencapai sangat sedikit kemajuan berkesan dalam memulakan revolusi semikonduktor di negara sendiri, suatu aspirasi yang kini hampir mustahil memandangkan sekatan pelbagai hala yang direka untuk melumpuhkan kompleks industri ketenteraan negara itu.

Walaupun beberapa komponen boleh diperoleh dari negara China, banyak komponen kritikal untuk senjata Rusia tidak boleh didapati dari sana. Tanpa keupayaan pembuatan domestik yang diperlukan, Rusia dan angkatan tenteranya terus sangat terdedah kepada usaha pelbagai hala untuk menyekat aliran komponen-komponen ini dan meningkatkan kos pencerobohnya di Ukraine.

---

8 Untuk mengetahui lebih lanjut mengenai usaha Rusia dalam penggantian import, lihat Tatyana Mischenko, 'Podderzhali otechestvennogo proizvoditelya. Chto takoe importzamescheniye, kak ono prohodit v Rossii' ['Menyokong Pengeluar Nasional. Apakah itu Penggantian Import, Bagaimanakah Ia Dilaksanakan Di Rusia?'], *SovkomBlog*, 27 Januari 2022, <<https://sovcombank.ru/blog/umnii-potrebitel/podderzhali-otechestvennogo-proizvoditelya-chto-takoe-importzameschenie-kak-ono-prohoditv-rossii>>, diakses pada 18 Julai 2022.

9 *Interfax*, 'Putin zayavil o neobhodimosti uskorenogo perehoda promyshlennosti k importzamescheniyu' ['Putin Menyatakan Keperluan bagi Industri Mempercepatkan Peralihan kepada Penggantian Import'], 28 Julai 2014, <<https://www.interfax.ru/business/388216>>, diakses pada 18 Julai 2022.

# KESIMPULAN

Berikutan pencerobohan Rusia ke atas Ukraine dan pengenaan sekatan antarabangsa, Pentadbiran Presiden Rusia menubuhkan sebuah jawatankuasa untuk mengkaji bagaimana industri pertahanan Rusia dapat terus mengekalkan pengeluaran sistem ketenteraan kritikal. Beberapa makmal Akademi Sains Rusia dan perusahaan ketenteraan utama milik kerajaan ditugaskan untuk mengetahui jika makmal dan perusahaan ini boleh mengeluarkan komponen di Rusia, jika mereka boleh menggantikan komponen yang kini disekat dengan komponen alternatif yang dikeluarkan di negara di mana bekalan akan terus boleh diakses, atau jika perlu untuk mengelakkan sekatan. Keputusan kajian ini tidak memberangsangkan. Untuk membolehkan senjata Rusia menggunakan komponen sumber asing, pengeluar perlu memberi alasan kepada Kementerian Pertahanan Rusia mengapa komponen tertentu mesti digunakan. Pengeluar mesti menjelaskan mengapa ia tidak boleh dibuat di Rusia dengan penjimatan kos, mengapa tidak boleh digantikan dengan komponen alternatif dari negara yang berhubungan baik dan mengapa penggunaan komponen itu tidak menjejaskan keselamatan peranti. Untuk sistem komunikasi ketenteraan, seni bina khusus juga mesti diluluskan oleh FSB, yang bertanggungjawab untuk memastikan keselamatan penyulitan data

Rusia. Secara ringkasnya, sebahagian besar komponen buatan asing yang dikenal pasti dalam sistem senjata Rusia yang diperincikan dalam laporan ini sebahagian besarnya kritikal kepada kebolehidupan sistem ini.

Dari segi sejarah, perkhidmatan khas Rusia telah mencapai kejayaan yang ketara dalam mengekalkan bekalan mikroelektronik Barat. Mereka memperoleh bilangan komponen yang tinggi semasa Perang Dingin dan meningkatkan pemerolehan barangan ini dengan signifikan selepas sekatan Perang Dingin ditarik balik. Dalam kebanyakan kes, tentera Rusia telah memperoleh komponen untuk sistem kritikal bagi tempoh satu dekad lebih awal, untuk melindungi pengeluaran daripada sekatan. Jelas, bagaimanapun, bahawa mereka tidak mencapai kejayaan yang sama untuk semua komponen yang dikenal pasti dalam laporan ini. Memandangkan Rusia telah mengumpulkan gudang senjata kompleks yang menimbulkan ancaman besar kepada keselamatan antarabangsa dan telah mempamerkan di Ukraine bahawa kerajaan Rusia tidak teragak-agak untuk menggunakan senjata ini untuk tujuan perang agresif, termasuk menyasarkan orang awam dengan sengaja, kekuatan sekatan dan penguatkuasaan pada masa depan adalah penting supaya Rusia tidak dapat membina semula

simpanannya.

Kebanyakan pemerolehan mikroelektronik Barat Rusia untuk tujuan ketenteraan melibatkan penggunaan sijil pengguna akhir yang palsu, syarikat hadapan dan pemindahan penghantaran. Pemetaan dan penutupan rangkaian ini merupakan langkah pertama dalam mengekang industri pertahanan Rusia, tetapi apabila Rusia menyusun semula seni bina pemerolehannya, menyalahgunakan Konvensyen Vienna untuk memindahkan komponen yang diperolehi atas alasan palsu, dan berusaha untuk merasuah atau menyusupi badan kawal selia, menghalang pemindahan komponen sedemikian ke Rusia pada masa hadapan akan memerlukan kewaspadaan yang signifikan dan berterusan. Adalah juga jelas - memandangkan penggunaan meluas negara ketiga untuk pemindahan penghantaran bagi penjualan komponen ke destinasi seterusnya - bahawa mengekang industri pertahanan Rusia akan memerlukan kerjasama antarabangsa yang signifikan.

Penting juga untuk menangani akibat yang tidak diingini daripada terputusnya akses kepada komponen kritikal untuk senjata kompleks Rusia. Banyak negara telah bergantung kepada Rusia sebagai pembekal senjata. Jaminan senjata tersebut kekal kritikal untuk keselamatan negara mereka. Bagi negara seperti India, yang memperoleh 45% daripada import pertahanannya dari Rusia,<sup>10</sup> kehilangan akses kepada peralatan Rusia merupakan suatu ancaman keselamatan. Ini mungkin menggalakkan negara-negara dalam kedudukan ini untuk memudahkan

pengelakan sekatan-sekatan. Sebagai alternatif, memandangkan hanya sedikit negara dalam kedudukan ini mempunyai industri mikroelektronik yang besar, ia boleh menjadi pemangkin untuk mengubah pembekal mereka. Ini membuka peluang kepada pakatan Barat jika ia boleh membawa cadangan yang membina kepada negara-negara ini, sambil mengelakkan pendekatan bersifat mengeksploitasi dalam penjualan peralatan ketenteraan ke negara asing. Ini juga boleh mengeruhkan hubungan dengan beberapa negara berkuasa jika tiada cadangan konstruktif dibuat manakala sekatan Barat menjejaskan keselamatan negara.

Kuasa tentera Rusia telah dikekalkan oleh talian hayat silikon; yang bermula dari AS, bergerak melalui UK, Belanda, Jerman, Switzerland dan Perancis, ke Taiwan, Korea Selatan dan Jepun. Tanpa talian hayat itu, tentera Rusia akan ditakdirkan untuk menggunakan teknologi yang semakin usang, tanpa keupayaan untuk menyampaikan kejituan atau kecekapan di medan perang. Ini mungkin akan menyaksikan Rusia semakin bergantung kepada negara China untuk persenjataannya, atau kembali kepada peningkatan yang mendadak kepada penggunaan senjata nuklear taktikal dalam konflik, memandangkan dinamik yang tidak menguntungkan yang mesti dihadapinya dalam operasi konvensional. Persoalan kritikal yang dikemukakan oleh laporan ini kepada pembuat dasar Barat adalah sama ada talian hayat silikon ini harus diputuskan, dan sama ada negara-negara bersedia untuk mengeksploitasi peluang yang diwujudkan oleh keputusan ini.

---

10 *Economic Times*, 'Russia's Share of Arms Import to India Fell from 69% in 2012-17 to 46% in 2017-21 [Bahagian Import Senjata Rusia ke India Jatuh daripada 69% pada tahun 2012-17 kepada 46% pada tahun 2017-21: Laporan]', 15 Mac 2022, <<https://economictimes.indiatimes.com/news/defence/russias-share-of-arms-import-to-india-fell-from-69-in-2012-17-to-46-in-2017-21-report/articleshow/90218483.cms>>, diakses pada 10 Julai 2022.



18



31

