ANALISIS RISIKO KECELAKAAN KERJA DENGAN METODE *FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS* DAN *FAULT TREE ANALYSIS* UNTUK MENGURANGI TINGKAT RESIKO KECELAKAAN KERJA PADA *EFFLUENT TREATMENT*

Muhammad Reza Perdana[1], Hastawati Chrisna Suroso[2], dan Raynard Owen Raharjo[3]
Teknik Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[123]
e-mail: r324perdana@gmail.com[1], chrisna.suroso@gmail.com[2], dan raynardowen@gmail.com[3]

ABSTRACT

Occupational safety and health (K3) is a program for preventing occupational diseases and accidents, essential for improving social security and worker welfare. K3 also has a positive effect on productivity. In the production section of PT To overcome this risk, mitigation efforts are needed using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method to assess the level of risk. The steps involve problem identification, hazard-causing activities, severity assessment, occurrence, detection, and Risk Priority Number (RPN). The Fault Tree Analysis (FTA) method is also used to identify the main causes of hazard risk. So that the results obtained are recommendations for proposed improvements to minimize the impact of potential hazards in effluent treatment III B. The following are several recommendations for proposed improvements. Human factors, ensuring complete and appropriate PPE is used, ensuring all workers understand and have implemented the company's procedures. Machine factor, carry out leak inspections on tubes & ensure pipes are in good condition (no cracks, no tears and no leaks), carry out checks periodically/regularly. Material factors, checking all materials to be used meet standards or are suitable for use.

Keywords: *Occupational safety and health, FMEA, FTA, risk priority number*

ABSTRAK

Abstrak:

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) adalah suatu inisiatif untuk mencegah penyakit dan kecelakaan kerja, esensial untuk meningkatkan jaminan sosial dan kesejahteraan pekerja. K3 juga berpengaruh positif terhadap produktivitas. Di bagian produksi PT XYZ, terdapat risiko kecelakaan kerja, terutama pada pabrik III B (effluent treatment), seperti genangan air dan partikel kapur dari pembuangan limbah. Untuk mengatasi risiko tersebut, diperlukan upaya mitigasi dengan menerapkan teknik *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) guna menilai tingkat risiko. Langkah-langkahnya melibatkan identifikasi masalah, kegiatan penyebab bahaya, penilaian keparahan, kejadian, pendetksian, dan nilai prioritas risiko (RPN). Metode analisis pohon kesalahan (FTA) juga dimanfaatkan untuk menentukan faktor penyebab utama risiko bahaya. Sehingga didapatkan hasil berupa rekomendasi usulan perbaikan untuk meminimalisir dampak resiko potensi bahaya di *effluent treatment* III B. Berikut beberapa rekomendasi usulan perbaikan. Faktor manusia, memastikan menggunakan APD lengkap dan sesuai, memastikan semua pekerja memahami dan sudah melaksanakan prosedur yang dimiliki perusahaan. Faktor mesin, melakukan inspeksi kebocoran pada tabung & memastikan pipa dalam kondisi baik (tidak ada retakan, tidak robek, dan tidak bocor), melakukan pengecekan secara berkala / teratur. Faktor material, melakukan pengecekan pada semua material yang akan digunakan memenuhi standart atau layak pakai.

Kata kunci: Keselamatan dan kesehatan kerja, FMEA, FTA

PENDAHULUAN

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan suatu inisiatif yang diciptakan dengan tujuan mencehgah terjadinya penyakit dan kecelakaan dilingkungan kerja. Inisiatif ini melibatkan pengamatan dan aanalisis terhadap faktor-faktor yang emmiliki potensi menyebabkan penyakit atau kecelakaan akibat pekerjaan, serta penerapan tindakan antisipasi jika situasi tersebut terjadi[1]. Perlindungan sosial dan kesejahteraan pekerja tidak hanya berkaitan dengan keselamatan dan kesehatan kerja, melainkan juga memiliki dampak positif terhadap produktivitas kerja. Oleh karena itu, kewajiban untuk memperhatikan keselamatan dan kesehatan kerja bukan hanya merpupakan tugas yang harus dilaksanakan, tetapi juga suatu kebutuhan untuk menjaga para pekerja serta memastikan kelangsungan produktivitas. Pada keselamatan kerja di sektor produksi pada PT XYZ tetap ada potensi risiko yang dapat menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja yang sering terjadi seperti kecelakaan pada pabrik III B (*effluent treatment*) pengolahan yaitu sering terjadinya genangan air dari hasil pengaliran pada pipa dan partikel kapur yang hasil dari proses pembuangan limbah.

ISSN 2775-5630

Untuk mengurangi kemungkinan kecelakaan kerja dan mengatasi risiko yang mungkin terjadi, dperlukan langkah-langkah untuk meminimalkan potensi kecelakaan. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan mengevaluasi dampak risiko melalui pendekatan *Failure Mode and Effect Analysis* yang diawali dengan menentukan permasalahan, kemudian diidentifikasi kegiatan atau aktivitas yag menjadi penyebab bahaya, selanjutnya menentukan pernilaian tingkat keparahan, kejadian, pendetksian, dan nilai prioritas risiko (RPN)[2]. Dan setelah itu menggunakan pendekatan *fault tree analysis* (FTA) untuk menentukan faktor-faktor utama yang menimbulkan risiko bahaya, kemudian mengidentifikasi untuk mendapatkan usulan perbaikan agar ditemukan cara meminimalisir permasalahan yang terjadi pada pabrik ET III B, pengelolaan serta keamanan dan kesehatan para pekerja di PT XYZ.

TINJAUAN PUSTAKA

Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Keamanan dan kesehatan dalam dunia kerja berkaitan dengan kondisi perslatan, lingkungan tempat kerja, dan metode pelaksaan tugas. Keselamatan dan kesehatan kerja(K3) mencakup upaya menciptakan situasi kerja yang aman dan nyaman dengan tujuan utama meningkatkan produktivitas seoptimal mungkin. Keselamatan kerja mencakup aspek keamanan yang terkait dengan penggunaan mesin, bahan, peralatan kerja, proses pengolahan, area kerja, dan berbagai metode dalam menjalankan tugas[3]. Keselamatan kerja bertujuan untuk mencegah, mengurangi, melindungi, bahkan menghilangkan potensi rsiko kecelkaan di tempat kerja (*zero accident*) cara meningkatkan manajemen sumber daya manusia dengan mengatasi kejadi aditemoat kerja yang disebabkan oleh mesin dan peralatan selama proses produksi, serta menyusun lingkungn kerja yang aman, nyaman, dan efisien[4].

Pengendalian Resiko

Tingkatan pada pengendalian risiko adalah sebagai berikut[5]: (1) Eliminasi merupakan upaya pengelolaan risiko yang bersifat jangka panjang dan sebaiknya diupayakan sebagai opsi prioritas utama. Penghapusan risiko merupakan metode optimal dalam mengelola risiko, karena dapat menghilangkan potensi kecelakaan dan penyakit yang disebabkan oleh pekerjaan, (2) tujuan dari tindakan ini adalah untuk mengganti bahan-bahan dan peralatan yang memiliki potensi risiko keamanan dengan yang memiliki risiko lebih rendah atau kebih aman. Hal ini bertujuan agar paparan terhadap risiko tetap berada dalam tingkat yang dapat diterima , (3)pengendalian atau metode keahlian teknik melibatkan modifikasi strutur objek kerja dengan tujuan mencegah potensi risiko bagi pekerja, seperti memasang pengaman pada mesin, menutupi ban berjalan, membuat pondasi mesin dengan mengguankan cetakan beton, menyediakan peralatan bantu mekanis dan memasang materi peredam suara pada dinding ruangan mesin untuk mengurangi tingkat kebisingan yang tinggi, (4) pengelolaan administrasi dilakukan melalui pembentukan suatu sistem operasional yang dapat mengurangi kemungkinan seseorang terpapar pada potensi keamanan. Pendekatan pengelolaan ini secara signifikan bergantung pada tingkah laku para pekerjaan, serta memerlukan pengawasan rutin untuk memastikan kepatuhan terhadap pengelolaan administratif tersebut dan (5) Alat pelindung diri (APD) merupakan perangkat yang dipakai untuk melindungi tubuh atau menjaga keselamatan dari potensi keparahan kecelakaan kerja. Secara teknis, APD dirancang untuk mengurangi tingkat keparahan kecelakaan kerja di lingkungan kerja.

Metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

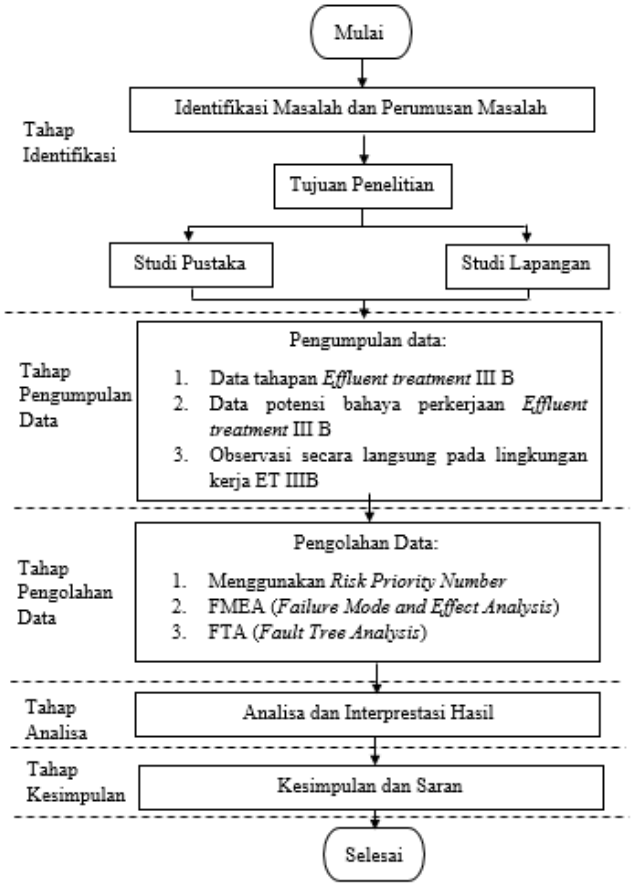
FMEA adalah pendekatan metodologis yang digunakan dalam pengelolaan pengembangan dan operasional produk untuk mengevaluasi mode kegagalam dengan tujuan mengategorikan tingkat keparahan dan kegagalan dalam suatu sistem [2]. FMEA menggunakan tiga input penting, yakni tingkat keparahan (S), frekuensi kejadian (O), dan tingkat deteksi (D), untuk menentukan nilai prioritas risiko (RPN). Perhitungan RPN melibatkan perkalian dari nilai-nilai tingkat keparahan (S), frekuensi kejadian (O), tingkat deteksi (D). FMEA sering digunakan dalam berbagai tahap siklus hidup produk di industri manufaktur, dan saat ini telah meluas digunakan di sektirsektor yang berbeda, seperti penglahan semikonduktor, layanan makanan, industri plastik, pembangkit listrik, pengembangan perangkat lunak dan sektor perawatan kesehatan.

Metode FTA (*Fault Tree Analysis*)

FTA merupakan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi risiko-risiko yang memliki potensi untuk menyebabkan kegagalan dalam suatu proses produksi. Pendekatan ini menggunakan cara dari atas ke bawah, dimulai dari mengasumsikan bahwa suatu peristiwa puncak atau kejadian utama mengalami

kegagalan, dan kemudian melakukan analisis penyebab peristiwa tersebut hingga mencapai akar penyebab kegagalan dasar [6]. Berikut adalah tahapan-tahapan untuk melakukan analisis dengan menggunakan FTA[7]: (1) Mengenali maksud sistem, rancangan, atau produk, (2) mengenali peristia utama dari rancangan atau produk, menelusiri setiap cabang dengan detail, (3) menyelesaikan *fault tree* dengan menggabungkan peristiwa yang berkontribusi pada peristiwa utama, (4mengenali potensi kegagalan dan mengubahnya menjdi model yang sesuai, (5) melakukan analisis kuantitatif, mengevaluasi hasil dan menyusun saran perbaikan.

METODE



HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Pengumpulan informasi dilaksanakan pada tanggal 01 Agustus 2023 s.d 31 Agusutus 2023 di pabrik *effluent treatment* III B PT. XYZ. Pengumpulan informasi dilaksanakan melalui wawancara langsung dengan ahli bagian K3, serta melalui pengamatan langsung terhadap kondisi lingkungan kerja . Selain itu terdapat informasi yang diperoleh dari dokumen dan arsip dari data masa lampau. Pada metode FMEA dilakukan identifikasi bahaya dan risiko yang mungkin terjadi pada di pabrik *effluent treatment* III B. Setelah itu, mendapatkan rekomendasi pengendalian yang telah di lakukan PT. XYZ saat ini. Penelitian ini dilakukan dengan memeriksa potensi risiko yang mungkin terjadi di setiap bagian perusahaan. Seperti yang diketahui, perusahaan memiliki enam tahap dalam pengolahan limbah .Berikut merupakan hasil analisa risiko di PT. XYZ:

ISSN 2775-5630

Tabel 1. Analisa Risiko

No	Tahapan Pekerjaan	Faktor Penyebab Risiko
1	Tahap Persiapan	Tertimpa objek/Kejatuhan material
		Terkena Debu
		Area kerja licin
2	Pelaksanaan Pekerjaan	Gas Berbahaya
		Tertimpa objek / Kejatuhan material
		Terkena debu
		Terpeleset / terperosok
		Terjatuh dari ketinggian
3	*Cleaning* Tangki	Terpeleset / terperosok
		Terkena debu
		Kurangnya cairan tubuh
		Terpeleset / terperosok
4	Pekerjaan Pengelasan	Percikan api las
		Paparan Sinar las
		Kesetrum
5	Pekerjaan Pembongkaran/ Pemotongan	Material *handling* buruk
		Bahan mudah terbakar
		Tabung bocor bertekanan
		Selang aus / bocor
6	*Housekeeping*	Terpeleset / terjatuh
		Tergores benda tajam
		Tepapar debu

Pembahasan Data II

Setelah pengelompokkan langkah selanjutnya adalah mengevaluasi risiko pengelompokan faktor penyebab risiko. Hal ini dilakukan dengan memberikan pernilaian menggunakan parameter SOD (*Severity, occurance, detection)* pada setiap faktor risiko, sehingga dapat diperoleh nilai RPN. Hasil perkalian tersebut melalui observasi dan wawancara pada bagian ahli K3 *effluent treatment* III B pada PT. XYZ.

Tabel 2. Identifikasi *Failure Mode & Effect Analysis* (FMEA) Risiko Bahaya

No	Aktiifitas Kerja	Uraian Kerja	Mode kegagalan	Dampak bahaya	Penilaian risiko			RPN	Rekomendasi
					S	O	D	S x O xD	
1	**Tahap Persiapan**	Mempersiapkan perlengkapan dan material	Tertimpa objek/Kejatuhan material	Meninggal dunia	5	1	3	15	Memastikan menggunakan APD lengkap dan sesuai
			Terkena Debu	Iritasi Mata	2	3	2	12	Memastikan semua peralatan kerja sudah sesuai dengan kebutuhan, laik pakai dan standar
			Area kerja licin	Terkilir / keseleo	2	2	4	16	Memastikan area telah siap dan aman untuk pekerjaan bisa dilaksanakan
2	**Pelaksanaan Pekerjaan**	Mempersiapkan area kerja	Gas Berbahaya	Gangguan Pernafasan	4	2	3	24	Pengecekan kadar oksigen dan gas-gas berbahaya lainnya
			Tertimpa objek / Kejatuhan material	Meninggal dunia	5	1	3	15	Mensterilkan area bawah dengan *safety line* dan memasang banner rambu bahwa ada pekerjaan di atas
			Terkena debu	Iritasi Mata	2	3	2	12	Memastikan area berdebu di item yang di kerjakan di bersihkan terlebih dahulu

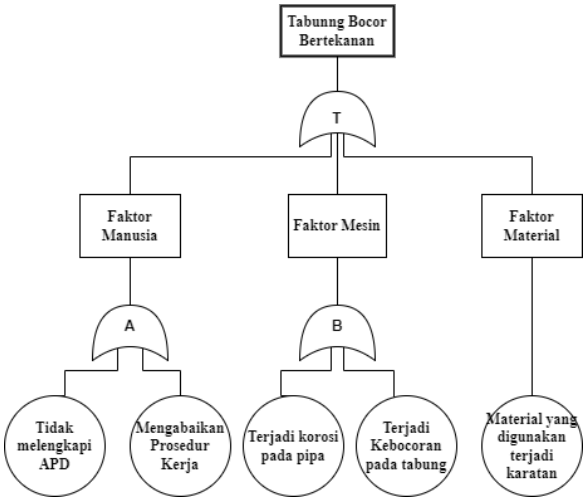
Nilai RPN dihitung dengan mengalikan antara skor keparahan (S), kejadian (O) dan deteksi (D0). Dengan menggunakan skor RPN tertinggi akan dijadikan sebagai prioritas pada mode kegagalan yang sangat diperhatikan dan jangan sampai dampak bahaya tersebut terjadi, ketika terjadi secepatnya untuk mencari akar permasalahan dari kegagalan tersebut sehingga dapat segera diperbaiki.

Tabel 3. Rangking RPN

NO	Mode Kegagalan	RPN
1	Tabung bocor bertekanan	40
2	Kesetrum	30
3	Gas Berbahaya	24
4	Terpeleset / terperosok	24
5	Percikan api las	20
6	Bahan mudah terbakar	20
7	Kurangnya cairan tubuh	18
8	Paparan Sinar las	18
9	Material *handling* buruk	18
10	Selang aus / bocor	18
11	Tergores benda tajam	18
12	Tepapar debu	18
13	Area kerja licin	16
14	Tertimpa objek/Kejatuhan material	15
15	Tertimpa objek / Kejatuhan material	15
16	Terkena Debu	12
17	Terkena debu	12
18	Terpeleset / terperosok	12
19	Terjatuh dari ketinggian	12
20	Terpeleset / terperosok	12
21	Terkena debu	12
22	Terpeleset / terjatuh	12

Berdasarkan evaluasi tabel FMEA, ditemukan bahwa risiko dengan nilai prioritas risiko (RPN) tertinggi adalah kebocoran pada tabung bertekanan, yang akan menjadi peristia utama dalam fault tree. Kebocoran pada tabung bertekanan dapat disebabkan oleh beberapa faktor yakni faktor manusia, faktor mesin dan faktor material merupakan faktor-faktor yang dapat menyebabkan kejadian tabung bocor bertejanan. Oleh karena itu, gerbang pertama yang digunakan untuk mencapai kejadian utama adalah gerbang OR. Pada

tahap ini, penyebab dari faktor manusia, mesinn dan material masih dapat diperinci lebih lanjut, sehingga kejadian tersebut belum dianggap sebagai peristia besar.



Gambar 4.9 *Fault Tree* dengan Pemisahan

Pembahasan data

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dijalankan, diketahui bahwa potensi penyebab risiko kecelakaan yang mempunyai hasil peritunngan RPN paling tinggi dengan nilai 40 dengan terjadi tabung bocor bertekanan sehingga terjadi potensi kecelakaan kerja. Kemudian, dilakukan analisis dengan menerapkan *fault tree analysis* (FTA) untuk sacara grafis mengambarkan secara visual kombinasi kesalahan yang daapat menyebabkan kegagalan sistem. Berdasarkan hasil analisa pada tabel FMEA didapat *risk priority number* tertinggi adalah tabung bocor bertekanan akan di jadikan *top event* untuk *fault tree*. Tabung bocor bertekanan, bisa disebabkan karena beberapa hal faktor manusia, faktor mesin dan faktor material merupakan kejadian yang memungkinkan terjadinya tabung bocor bertekanan, maka gerbang pertama yang dipakai mengarah langsung ke *top event.*

KESIMPULAN

Dari pembahasan yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan melakukan identifikasi menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) terhadap potensi risiko kecelakaan kerja pada effluent treatment III B adalah pada tabung bocor bertekanan dengan nilai terbesar RPN 40, Sehingga perusahaan harus lebih fokus terhadap potensi risiko pada tabung bocor bertekanan untuk penanganan.
2. Setelah mengimplementasikan *Fault Tree Analysis* (FTA) diketahui dari hasil perhitungan frekuensi yang telah dilakukan, nilai frekuensi yang kecil yakni 0,5 > yang mana menunjukkan adanya kemungkinan terjadinya kegagalan skala *medium*. Hal tersebut sesuai dengan hasil perhitungan dengan jumlah nilai probabilitas akhir sebesar 0,115. Pada tabung bocor bertekanan adalah tidak melengkapi APD, mengabaikan prosedur kerja, terjadi korosi pada pipa, terjadi kebocoran pada tabung dan material yang digunakan terjadi kararan.
3. Rekomendasi usulan perbaikan untuk meminimalisir dampak resiko potensi bahaya di effluent treatment III B. Berikut beberapa rekomendasi usulan perbaikan. Faktor manusia, memastikan menggunakan APD lengkap dan sesuai, memastikan semua pekerja memahami dan sudah melaksanakan prosedur yang dimiliki perusahaan. Faktor mesin, melakukan inspeksi kebocoran pada tabung & memastikan pipa dalam kondisi baik (tidak ada retakan, tidak robek, dan tidak bocor), melakukan pengecekan secara berkala / teratur. Faktor material, melakukan pengecekan pada semua material yang akan digunakan memenuhi standart atau layak pakai.

DAFTAR PUSTAKA

[1] W. Widodo and C. H. Prabowo, "Pengaruh Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) Dan Lingkungan Kerja Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan Pt Rickstar Indonesia," *J. Manaj. Bisnis Krisnadwipayana*, vol. 6, no. 3, 2018, doi: 10.35137/jmbk.v6i3.224.

[2] T. Zakaria, S. M. Wirawati, and M. M. Mutawali, "Usulan Perbaikan Mesin Crusher Cds-V2 Dengan Metode Fmea Dan Poka Yoke Di Pt. Xyz," *J. InTent*, vol. 5, no. 2, pp. 36–49, 2022.

[3] A. Merysa, U. H. Nayati, and P. Arik, "Pengaruh Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan (Studi pada Karyawan Bagian Produksi PT. International Power Mitsui Operation and Maintenance Indonesia (IPMOMI) Paiton)," *J. Adm. Bisnis*, vol. Vol. 9, no. 1, pp. 1–9, 2014, [Online]. Available: administrasibisnis.studentjournal.ub.ac.id

[4] I. S. Indrayani, "KAJIAN PENERAPAN KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA (K3) DALAM PROSES BELAJAR MENGAJAR DI BENGKEL DAN LABORATORIUM POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA Indrayani 1) , Ika Sulianti 2)," vol. 10, no. 1, pp. 27–36, 2014.

[5] G. Soputan, B. Sompie, and R. Mandagi, "Manajemen Risiko Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3) (Study Kasus Pada Pembangunan Gedung Sma Eben Haezar)," *J. Ilm. Media Eng.*, vol. 4, no. 4, p. 99095, 2016.

[6] A. Dahlan, E. B. Leksono, and M. Z. Fathoni, "Identifikasi Dan Analisis Risiko Operasional Pada Divisi Produksi Perusahaan Vulkanisir Ban Menggunakan Metode Risk Management Dengan Pendekatan Fmea Dan Fta," *JUSTI (Jurnal Sist. dan Tek. Ind.*, vol. 2, no. 1, p. 44, 2021, doi: 10.30587/justicb.v2i1.3183.

[7] M. I. Rofif, "MITIGASI RISIKO PEMUSNAHAN DARAH MENGGUNAKAN METODE FAILURE MODEL AND EFFECT ANALYSIS (FMEA) (STUDI KASUS: UDD PALANG MERAH INDONESIA KABUPATEN MAGELANG)," *ראה ארץ*, no. 8.5.2017, pp. 2003–2005, 2022.