Analisis Ayunan Pengelasan Dan Besar Arus terhadap Kekuatan *Bending* dan Struktur Makro pada Proses Las GMAW dengan Material Baja A- 36

Muhammad Anwar Mubaroq[1], Suheni[2]
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2]
e-mail: mubaroq20@gmail.com[1], Suheni@itats.ac.id[2]

ABSTRACT

The A36 material is one of the low-carbon steels that has good strength as the nature of the steel itself makes it easy to form using machines and welding. Therefore, it is widely used in the plate and pipe manufacturing industries. A bending test will be applied to A36 material to determine the formability of the plate or the strength of the welded joint for the sake of flexibility and brittleness of the material and deformation capability at a certain bending radius. The researcher employed the standardized bending test of ASME IX through a three-point root bend. Basically, a bending test aims at determining the flexibility of the material and observing the macrostructure of the material. This comparative study compared nine tested specimens with the variables of 3 swing types (regular, spiral, and zigzag) and 3 welding currents (80A, 90A, and 100A). Based on the bending test data, the comparison results kept increasing between 80 amperes, 90 amperes, and 100 amperes. The highest bending strength of 12.3 kN/mm^2 occurred on the zigzag swing and the welding current of 100 A, while the lowest bending strength of 7.22 kN/mm^2 existed on the ordinary swing and the welding current of 80 A. The value of bending strength was directly proportional to the welding current and the type of swing, beginning with ordinary, spiral, and zigzag. In terms of the macro test, the results were visible on the parts of base metal, HAZ, and weld metal. The largest HAZ area of 36 mm^2 happened in the zigzag swing and the welding current of 100 A, whereas the smallest HAZ area of 18 mm^2 occurred in the normal swing and the welding current of 80 A.

Keywords: *GMAW, bending test, macro test*

ABSTRAK

Material A36 merupakan salah satu baja karbon rendah yang mempunyai kekuatan yang baik dimana sifat baja itu sendiri yang mudah dibentuk memakai mesin serta pengelasan, sehingga banyak digunakan dalam industry pembuatan plat dan pipa. Material A36 akan dilakukan bending test, yang digunakan untuk menentukan mampu bentuk dari pelat atau kekuatan sambungan las hingga mengetahui sifat kelenturan dan kegetasan dari bahan serta mengetahui mampu deformasi dengan radius bengkok tertentu. Standart yang digunakan dalam melakukan bending test adalah ASME IX dimana dilakukan bending test dengan *three-point root bend.* Tujuan dilakukan beding test adalah untuk mengetahui kelenturan material dan mengamati struktur makro material. Penelitian ini menggunakan metode komparasi yaitu melakukan perbandingan terhadap 9 spesimen uji dengan variable 3 jenis ayunan (biasa,spiral dan zig-zag) dan 3 arus las (80A, 90A dan 100A). Berdasarkan data pengujian bending di atas hasil perbandingan yang yang terus meningkat antara 80 ampere, 90 ampere, dan 100 ampere. Hasil menunjukkan bending strength tertinggi pada ayunan zig – zag yang menggunakan arus las 100 A dengan nilai 12,3 kN/mm^2, sedangkan bending strength terendah didapatkan pada ayunan biasa yang menggunakan arus 80 A dengan nilai 7,22 kN/mm^2. Nilai Bending Strength berbanding lurus dengan arus las dan jenis ayunan dimulai dari biasa, spiral dan zig-zag. Hasil pengujian makro sangat terlihat dimana bagian bagian seperti base metal, HAZ, dan weld metal. Daerah HAZ terbesar dicapai pada ayunan zig-zag yang menggunakan arus 100 A dengan nilai 36 mm^2, sedangkan daerah HAZ terkecil dicapai pada ayunan biasa yang menggunakan arus 80 A dengan nilai 18 mm^2.

Kata kunci *: Pengelasan GMAW, Uji Bending, Pengujian Makro*

PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan penyambungan dua logam atau paduan logam dengan memanaskan diatas batas cair atau di bawah batas cair logam disertai penetrasi maupun tidak, serta diberi logam pengisi ataupun tidak.Pengelasan GMAW merupakan salah satu teknik pengelasan yang sudah seringdigunakan di industri manufaktur [1]. Gas Metal *Arc Welding* (GMAW) adalah salah satu jenis proses pengelasan yang menggunakan sumber panas dari energi listrik yang diubah atau dikonversikan menjadi energi panas, pada proses ini menggunakan kawat las yang digulung dalam suatu *roll* yang gerakannya diatur oleh motor listrik. Las ini menggunakan gas mulia dan gaskarbon dioksida sebagai pelindung busur dan logam yang mencair dari pengaruh atmosfer[2]. Karena termasuk proses las yang menggunakan sumber panas, maka pada penilitian ini akan diatur besarnya arus listrik pengelasan yang akan digunakan yaitu 80A, 90A dan 100A.Sedangkan penelitian dari Sopiyan menyatakan arus las yang baik digunakan pada proses pengelasanGMAW yaitu antara 70A hingga 85A [3]. Pengaruh arus las pada pengelasan

GMAW sangatberdampak pada penetrasi pada bagian root specimen sehingga perlu dilakukan perhatian khusus agar roottidak tembus atau merusak root specimen las. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah jenis ayunan las,karena proses pengelasan GMAW logam cair las yang mudah mengisi ruang dan penentrasinya sangatbaik, sehingga pada penelitian ini akan membandingkan jenis ayunan biasa, spiral dan zig-zag.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Haryona Delvita dari Universitas Negeri Padang tentang analisis teknik material tentang *Bending Test*, dan tujuannya untuk mengetahui modulus elastisitas pada material A36 yang memang termasuk material yang tidak begitu ulet. A36 sendiri merupakan baja karbon rendah mempunyai kekuatan yang baik dimana sifat baja itu sendiri yang mudah dibentuk memakai mesin serta pengelasan[4]. Cara alternatif yang dipakai untuk meminimalisir terjadinya korosi pada baja A36 bisa menggunakan pelapisan galvanish maupun coating[5].

METODE DAN ANALISIS

Penelitian ini dilakukan di Bengkel Pengelasan Politeknik Negeri Madura (POLTERA) dimulai dari pembuatan specimen, proses pengelasan, hingga pengujian tarik. Adapun tahap penelitian ini yaitu: (1) Persiapan baja A-36 dengan tebal ± 8mm (2) Proses pengelasan (3) Uji bending dan uji struktur makro (4) Analisis hasil data (5) Kesimpulan. Material yang digunakan pada penelitian ini adalah baja karbon sedang A-36dengan ketebalan 8 mm, Kawat las tipe NK-58 Diameter 1.00 mm dengan besar arus di variasi yaitu 80 A, 90 A, 100 A, dan kampuh las yang dipakai adalah sambungan *single V groove*. Metode pengelasan yang digunakan pada penelitian ini adalah GMAW (Gas Metal Arc Welding)

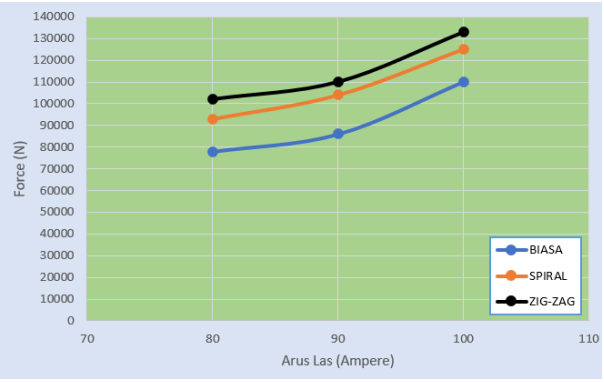
Pengujian Bending

Pengujian *Bending Test* merupakan salah satu pengujian yang merusak. Pengujian merusak adalah pengujian yang digunakan untuk mengetahui kekuatan logam pada konstruksi. menyatakan bahwa pengujian merusak pada konstruksi las adalah pengujianterhadap model dari konstruksi atau batang-batang uji yang telah dilas sampai terjadi kerusakan pada model konstruksi atau batang uji. Pengujian lentur (*bending test*) adalahsalah satu cara pengujian yang digunakan untuk menentukan mampu bentuk dari pelat atau kekuatan sambungan las *bending test* digunakan untuk mengetahui sifat kelenturan dan kegetasan dari bahan serta mengetahui mampu deformasi dengan radius bengkok tertentu. Metode pengujian yang digunakan adalah *triple point* yaitu benda uji ditumpu dengan satu tumpuan dibagian atas benda uji dan dua tumpuan dibagian bawah benda uji[6]. *Bending test* dalam penelitian ini digunakan sebagai pengujian untuk mengetahui perubahan sifat mekanik pada baja. bahwa posisi spesimen dalam *bending test* ada 2 yaitu transversal dan longitudinal. Transversal *bending* adalah posisi spesimen tegak lurus dengan arah pengelasan.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Hasil Data Uji Bending

Berdasarkan hasil data pengujian bending di atas hasil perbandingan yang yang terus meningkat antara 80 A, 90 A, dan 100 A. Hasil menunjukkan kekuatan paling tinggi pada ayunan zig – zag dari arus 100 A dengan max force 133 kN dan max force terkecil dicapai padaarus 80 A dengan jenis ayunan biasa dengan max force bernilai 78 kN.



Gambar 1. Grafik max force terhadap arus las

Berdasarkan tabel 1. Dapat kita plot sebagai grafik max force terhadap arus las pada setiapjenis ayunan. Sehingga didapatkan grafik seperti pada gambar 1. bahwa setiap kenaikan pada arus las yang digunakan berbanding lurus dengan max force yang diterima specimen.

Tabel 1. Max Force Hasil Bending Test

Arus / Jenis Ayunan	80 A	90 A	100 A
Biasa	78 kN	86 kN	110 kN
Spiral	93 kN	104 kN	125 kN
Zig – zag	102 kN	110 kN	133 kN

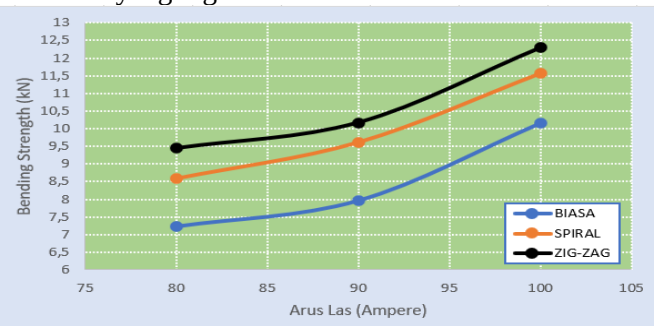
Perhitungan Bending Strength

Perhitungan dilakukan dengan menghitung bending strength pada masing-masing specimen berdasarkan jenis ayunan. Setalah dilakukan perhitungan untuk bending strength, maka didapatkan nilai bending strength tertinggi pada specimen yang dilas menggunakan ayunan zig- zag pada arus 100 A dan nilai bending strength terendah pada specimen yang dilas menggunakan ayunan biasa pada arus 80 A, atau dapat diperhatikan pada tabel 4.2 berikut.

Tabel 2. Tabel Bending Strength

Arus / Jenis Ayunan	80 A	90 A	100 A
Biasa	7,22 kN/mm^2	7,96 kN/mm^2	10,17 kN/mm^2
Spiral	8,6 kN/mm^2	9,62 kN/mm^2	11,56 kN/mm^2
Zig – zag	9,44 kN/mm^2	10,17 kN/mm^2	12,3 kN/mm^2

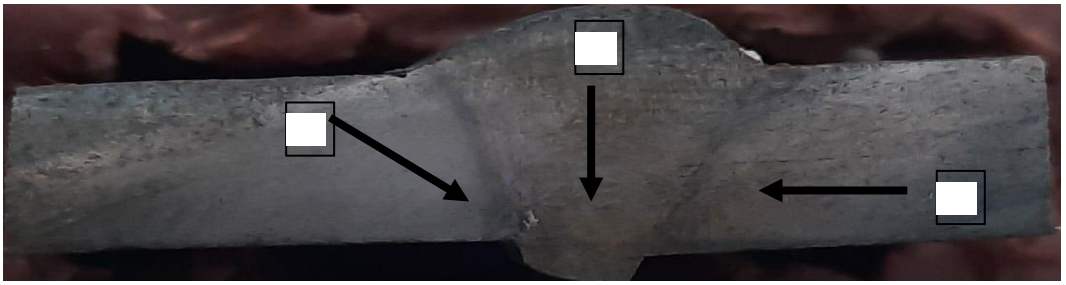
Pada setiap jenis ayunan las menunjukkan kenaikan nilai bending strength yang signifikan, hal ini juga berbanding lurus dengan arus las yang digunakan.



Gambar 2. Bending Strength

Pengamatan Struktur Makro

Hasil pengujian makro dapat dilihat pada gambar di bawah. Maka untuk mengetahui lebar dari masing-masing HAZ dilakukan permisalan yang akan dijelaskan pada gambar berikut.



Gambar 3. Keterangan struktur

Keterangan :

A = *Weld Metal* (daerah yang diarsir)B = *Base Metal* (daerah yang diarsir)C = HAZ

Agar kita bisa melihat hasil dari pengujian metalografi maka dilakukan proses pengetsaan yang menggunak larutan Nitrid+HCL dengan perbandingan 1:3, pengujian makro bertujuan untuk melihat secara visual hasil dari las meliputi *base metal*, HAZ, dan *weld metal*.

Spesimen Makro Ayunan Biasa – 80 A

Pengamatan struktur makro untuk daerah HAZ pada specimen las yang menggunakan ayunan las biasa dengan arus 80 A didapatkan nilai panjang (X) sebesar 2 mm dan lebar (Y) 9 mm. Diasumsikan luas HAZ adalah persegi panjang sehingga luasnya adalah 18 mm^2.



Gambar 4. Spesimen Makro Biasa – 80 A

Spesimen Makro Ayunan Biasa – 90 A

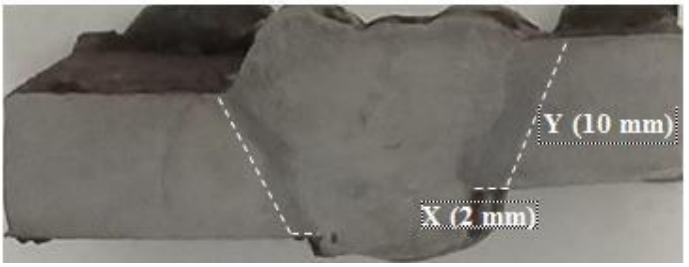
Pengamatan struktur makro untuk daerah HAZ pada specimen las yang menggunakan ayunan las biasa dengan arus 90 A didapatkan nilai panjang (X) sebesar 2 mm dan lebar (Y) 10 mm. Diasumsikan luas HAZ adalah persegi panjang sehingga luasnya adalah 20 mm^2.



Gambar 5. Spesimen Makro Biasa – 90 A

Spesimen Makro Ayunan Biasa – 100 A

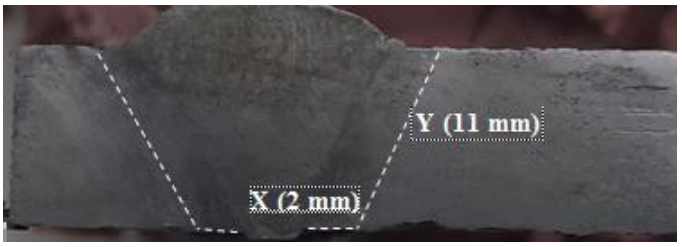
Pengamatan struktur makro untuk daerah HAZ pada specimen las yang menggunakan ayunan las biasa dengan arus 90 A didapatkan nilai panjang (X) sebesar 2 mm dan lebar (Y) 10 mm. Diasumsikan luas HAZ adalah persegi panjang sehingga luasnya adalah 20 mm^2.



Gambar 6. Spesimen Makro Biasa – 100 A

Spesimen Makro Ayunan Spiral – 80 A

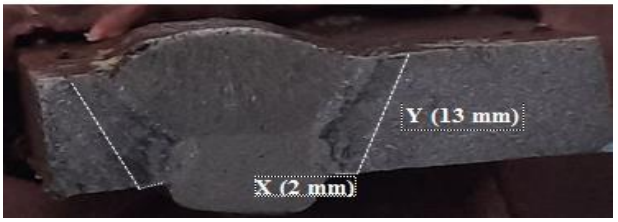
Pengamatan struktur makro untuk daerah HAZ pada specimen las yang menggunakan ayunan las biasa dengan arus 90 A didapatkan nilai panjang (X) sebesar 2 mm dan lebar (Y) 11 mm. Diasumsikan luas HAZ adalah persegi panjang sehingga luasnya adalah 22 mm^2.



Gambar 7. Spesimen Makro Biasa – 100

Spesimen Makro Ayunan Spiral – 90 A

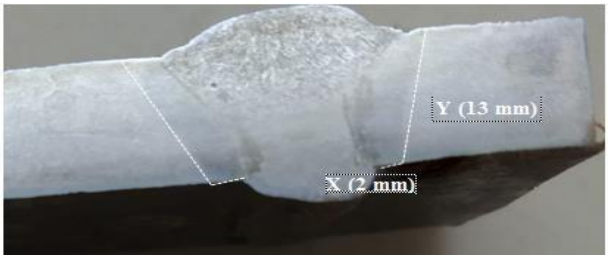
Pengamatan struktur makro untuk daerah HAZ pada specimen las yang menggunakan ayunan las biasa dengan arus 90 A didapatkan nilai panjang (X) sebesar 2 mm dan lebar (Y) 13 mm. Diasumsikan luas HAZ adalah persegi panjang sehingga luasnya adalah 26 mm^2.



Gambar 8. Spesimen Makro Spiral – 90 A

Spesimen Makro Ayunan Spiral – 100 A

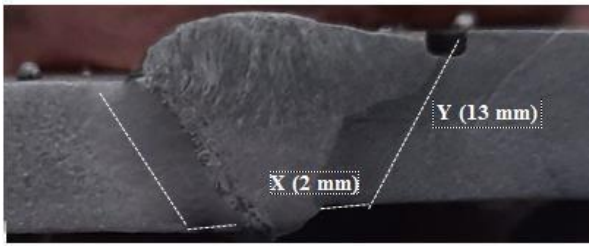
Pengamatan struktur makro untuk daerah HAZ pada specimen las yang menggunakan ayunan las biasa dengan arus 90 A didapatkan nilai panjang (X) sebesar 2 mm dan lebar (Y) 13 mm. Diasumsikan luas HAZ adalah persegi panjang sehingga luasnya adalah 26 mm^2.



Gambar 9. Spesimen Makro Spiral – 100

Spesimen Makro Ayunan Zig-zag – 80 A

Pengamatan struktur makro untuk daerah HAZ pada specimen las yang menggunakan ayunan las biasa dengan arus 90 A didapatkan nilai panjang (X) sebesar 2 mm dan lebar (Y) 13 mm. Diasumsikan luas HAZ adalah persegi panjang sehingga luasnya adalah 26 mm^2.



Gambar 10. Spesimen Makro Zig-zag – 80 A

Spesimen Makro Ayunan Zig-zag – 90 A

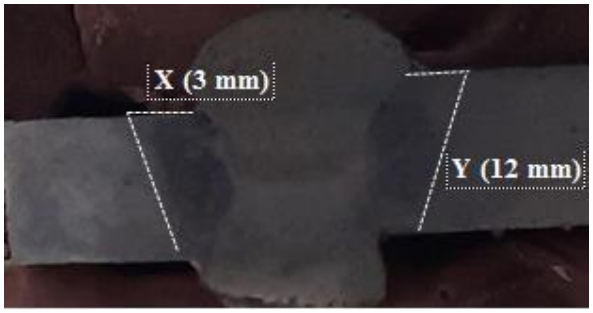
Pengamatan struktur makro untuk daerah HAZ pada specimen las yang menggunakan ayunan las biasa dengan arus 90 A didapatkan nilai panjang (X) sebesar 2 mm dan lebar (Y) 14 mm. Diasumsikan luas HAZ adalah persegi panjang sehingga luasnya adalah 28 mm^2.



Gambar 11. Spesimen Makro Zig-zag – 90 A

Spesimen Makro Ayunan Zig-zag – 100 A

Pengamatan struktur makro untuk daerah HAZ pada specimen las yang menggunakan ayunan las biasa dengan arus 90 A didapatkan nilai panjang (X) sebesar 3 mm dan lebar (Y) 12 mm. Diasumsikan luas HAZ adalah persegi panjang sehingga luasnya adalah 36 mm^2.

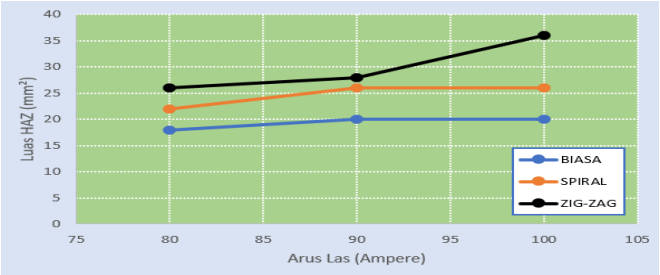


Gambar 12. Spesimen Makro Zig-zag – 100 A

Tabel 4.3 Makro

Arus / Jenis Ayunan	80 A	90 A	100 A
Biasa	18 mm^2	20 mm^2	20 mm^2
Spiral	22 mm^2	26 mm^2	26 mm^2
Zig – zag	26 mm^2	28 mm^2	36 mm^2

Berdasarkan Tabel 3. dapat diketahui bahwa terjadi peningkatan pada daerah HAZ yang berbanding lurus dengan jenis ayunan dan arus las yang digunakan.



Gambar 13. Grafik Luas HAZ

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan eksperimental dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan data pengujian bending di atas hasil perbandingan yang yang terusmeningkat antara 80 ampere, 90 ampere, dan 100 ampere. Hasil menunjukkan bending strength tertinggi pada ayunan zig – zag yang menggunakan arus las 100 A dengan nilai 12,3 kN/mm^2, sedangkan bending strength terendah didapatkan pada ayunan biasa yang menggunakan arus 80 A dengan nilai 7,22 kN/mm^2. Nilai Bending Strength berbanding lurus dengan arus las dan jenis ayunan dimulai dari biasa, spiral dan zig-zag.
2. Hasil pengujian makro sangat terlihat dimana bagian bagian seperti base metal, HAZ,dan weld metal setelah mengikuti tata cara dengan baik dan sambungan las dengan material sangat menyatu. Daerah HAZ terbesar dicapai pada ayunan zig-zag yang menggunakan arus 100 A dengan nilai 36 mm^2, sedangkan daerah HAZ terkecil dicapai pada ayunan biasa yang menggunakan arus 80 A dengan nilai 18 mm^2.

DAFTAR PUSTAKA

[1] I. Basori and Y. M. Putra, "Pengaruh Jenis Kampuh Las Terhadap Kekuatan Tarik Baja Paduan Rendah (ASTM A36) Menggunakan Las SMAW," *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur,* vol. 1, no. 2, pp. 94-97, 2014.

[2] M. S. Azdkar, H. Pratikno, and H. S. Titah, "Analisis pengelasan SMAW pada baja ASTM A36 dengan variasi elektroda terhadap sifat mekanik dan ketahanan biokorosi di lingkungan laut," *Jurnal Teknik ITS,* vol. 7, no. 2, pp. G180-G185, 2019.

[3] S. Sopiyan and F. B. Susetyo, "Pengaruh Besar Sudut Kampuh terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan GMAW," *Jurnal Kajian Teknik Mesin,* vol. 2, no. 2, pp. 99-105, 2017.

[4] A. Hamid, "Analisa pengaruh arus pengelasan SMAW pada material baja karbon rendah terhadap kekuatan material hasil sambungan," *Jurnal Teknologi Elektro,* vol. 7, no. 1, p. 142425, 2016.

[5] A. A. Rosidah, V. A. Setyowati, S. Suheni, and R. Rijayanto, "The effect of time variation on the steels corrosion rate in 0.5 M H2SO4 solution," *Journal of Mechanical Engineering, Science, and Innovation,* vol. 1, no. 2, pp. 49-55, 2021.

[6] O. D. Nata, M. Hidayat, and S. A. Rohman, "Analisis Kekuatan Uji Bending Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) Material SS400 Menggunakan Kawat Las E6013 Berbagai Variasi Arus Listrik," *Hexagon Jurnal Teknik dan Sains,* vol. 2, no. 1, pp. 12-15, 2021.