

**Mata Kuliah** : Data Structures and Algorithm Analysis

**Topik** : Implementasi dan Perbandingan Operasi Array dan ArrayList dalam Java

**Nama** : Feby Tri Wulandari

**NIM** : 2802611783

## I. PENDAHULUAN

Struktur data merupakan elemen fundamental dalam pengembangan perangkat lunak yang efisien. Pemilihan struktur data yang sesuai dapat meningkatkan kinerja dan keandalan aplikasi secara signifikan. Di antara berbagai pilihan, Array dan ArrayList menjadi dua struktur data yang paling sering digunakan dalam bahasa pemrograman Java. Meskipun keduanya digunakan untuk menyimpan sekumpulan data, keduanya memiliki karakteristik teknis yang berbeda, yang memengaruhi efisiensi operasi seperti traversal, pencarian, penyisipan, dan penghapusan.

Array adalah struktur data statis yang menyimpan elemen-elemen dengan tipe data yang sama dan memiliki ukuran tetap setelah dideklarasikan (Goodrich & Tamassia, 2014). Sebaliknya, ArrayList adalah struktur data dinamis yang merupakan bagian dari Java Collections Framework dan dapat bertambah ukurannya secara otomatis sesuai kebutuhan (Malik, 2010).

Laporan ini bertujuan untuk membandingkan kedua struktur data tersebut dalam konteks implementasi dan efisiensi operasi dasar melalui pendekatan empiris menggunakan data uji berskala besar. Evaluasi dilakukan berdasarkan waktu eksekusi dan kemudahan manipulasi data dalam program Java.

## II. TUJUAN TUGAS

1. Mengimplementasikan operasi dasar pada Array dan ArrayList menggunakan Java.
2. Melakukan pengujian performa pada kedua struktur data dengan skenario data besar.
3. Menganalisis keunggulan dan keterbatasan masing-masing struktur data.
4. Menyusun simpulan dan rekomendasi akademik.

### III. METODOLOGI Pengerjaan

#### A. Struktur Program

Program dibagi menjadi tiga kelas utama:

- **ArrayOperations:** menyediakan metode untuk traversal, pencarian linear dan biner, penyisipan, serta penghapusan elemen dari struktur data Array.
- **ArrayListOperations:** menyediakan metode untuk manipulasi data dalam ArrayList, seperti penambahan, penghapusan, pencarian, pengurutan, dan penelusuran data.
- **Comparison:** kelas utama yang menjalankan berbagai operasi di atas pada kedua struktur data dan mencatat waktu eksekusi menggunakan `System.nanoTime()`.

#### B. Serangkaian Data Uji

Data uji berupa array integer dengan panjang 1000 elemen, berisi nilai dari 0 hingga 999 secara berurutan. Ini digunakan untuk memastikan kondisi yang konsisten saat menguji kedua struktur data. Operasi pengujian meliputi:

- Traversal penuh
- Pencarian elemen dengan nilai 888
- Penyisipan nilai 9999 pada indeks ke-500
- Penghapusan elemen pada indeks ke-500
- Pengurutan elemen (pada ArrayList saja, karena Array menggunakan pendekatan manual)

#### C. Pengukuran Kinerja

Setiap operasi diukur waktu eksekusinya menggunakan fungsi `System.nanoTime()` untuk memperoleh presisi tinggi. Hasilnya dikonversi ke satuan milidetik untuk keperluan komparatif. Semua pengujian dijalankan dalam kondisi runtime Java yang stabil.

#### IV. HASIL EKSEKUSI DAN ANALISIS

Operasi	Array (ms)	ArrayList (ms)
Traversal	54.443	44.462
Pencarian	0.020	0.146
Penyisipan	0.063	0.056
Penghapusan	0.019	0.014
Pengurutan	-	0.399

##### Analisis:

- **Traversal:** ArrayList menunjukkan waktu traversal yang lebih cepat dari Array. Hal ini dapat disebabkan oleh efisiensi internal dari Java Collections dan penggunaan iterator.
- **Pencarian:** Array unggul dalam pencarian karena struktur statisnya yang memungkinkan akses langsung tanpa overhead metode tambahan.
- **Penyisipan dan Penghapusan:** ArrayList lebih efisien karena mendukung manipulasi ukuran secara dinamis.
- **Pengurutan:** ArrayList praktis karena mendukung `Collections.sort()`, sementara Array memerlukan implementasi manual.

#### V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian program, dapat disimpulkan bahwa pemilihan antara Array dan ArrayList dalam Java perlu disesuaikan dengan kebutuhan spesifik dari aplikasi yang dikembangkan. Array tetap relevan digunakan untuk kasus-kasus di mana ukuran data bersifat tetap dan operasi yang dilakukan lebih mengutamakan akses indeks langsung, seperti dalam pemrosesan data numerik intensif. Namun, dari hasil eksekusi traversal yang dilakukan, terlihat bahwa ArrayList justru menunjukkan waktu eksekusi yang lebih cepat dibandingkan Array, yaitu 44,462 ms berbanding 54,443 ms. Hal ini menunjukkan bahwa optimisasi internal pada Java Virtual Machine (JVM) dan penggunaan iterator yang efisien pada ArrayList dapat mengungguli performa Array dalam kondisi tertentu.

Pada operasi pencarian linear, Array sedikit lebih unggul karena struktur data statisnya memungkinkan akses langsung ke elemen tanpa pemanggilan metode tambahan. Sementara itu, pada operasi penyisipan dan penghapusan, ArrayList secara konsisten menunjukkan performa yang lebih baik karena struktur dinamisnya memungkinkan manipulasi data tanpa perlu mengatur ulang seluruh elemen seperti pada Array. Selain itu, ArrayList mendukung metode pengurutan bawaan dari Java Collections Framework, sehingga proses sorting menjadi lebih efisien dibandingkan dengan Array yang memerlukan implementasi manual algoritma pengurutan seperti Merge Sort atau Quick Sort.

Secara umum, untuk aplikasi berskala besar yang memerlukan fleksibilitas dalam penambahan dan penghapusan data, ArrayList merupakan pilihan yang lebih efisien dan praktis. Sementara itu, penggunaan Array lebih sesuai untuk skenario statis yang membutuhkan efisiensi memori dan kecepatan akses indeks secara langsung. Oleh karena itu, pemilihan struktur data hendaknya mempertimbangkan karakteristik data dan kompleksitas operasi yang akan dilakukan, bukan hanya berdasarkan preferensi performa dalam satu aspek saja.

## VI. REFERENSI

1. Goodrich, M. T., & Tamassia, R. (2014). Data Structures and Algorithms in Java (6th ed.). Wiley.
2. Malik, D. S. (2010). Data Structures Using Java. Cengage Learning.
3. Savitch, W. (2014). Absolute Java (6th ed.). Pearson.
4. Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2009). Introduction to Algorithms (3rd ed.). MIT Press.
5. Weiss, M. A. (2012). Data Structures and Algorithm Analysis in Java (3rd ed.). Pearson.
6. Oracle. (2024). Java SE Documentation. Retrieved from <https://docs.oracle.com/javase/>
7. GeeksForGeeks. (2024). Difference Between Array and ArrayList in Java.
8. W3Schools. (2024). Java Array and ArrayList Tutorial. [https://www.w3schools.com/java/java\\_arraylist.asp](https://www.w3schools.com/java/java_arraylist.asp)

## Screenshot Terminal Hasil Eksekusi

```

PS C:\3. BION\3.2.1.a - Data Structures and Algorithm Analysis\f. Assignments\personal-assignment-practicum> javac *.java
PS C:\3. BION\3.2.1.a - Data Structures and Algorithm Analysis\f. Assignments\personal-assignment-practicum> java Comparison
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52
53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101
102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 1
39 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 17
6 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213
214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250
251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 2
88 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 32
5 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362
363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399
400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 4
37 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 47
4 475 476 477 478 479 480 481 482 483 484 485 486 487 488 489 490 491 492 493 494 495 496 497 498 499 500 501 502 503 504 505 506 507 508 509 510 511
512 513 514 515 516 517 518 519 520 521 522 523 524 525 526 527 528 529 530 531 532 533 534 535 536 537 538 539 540 541 542 543 544 545 546 547 548
549 550 551 552 553 554 555 556 557 558 559 560 561 562 563 564 565 566 567 568 569 570 571 572 573 574 575 576 577 578 579 580 581 582 583 584 585 5
86 587 588 589 590 591 592 593 594 595 596 597 598 599 600 601 602 603 604 605 606 607 608 609 610 611 612 613 614 615 616 617 618 619 620 621 622 62
3 624 625 626 627 628 629 630 631 632 633 634 635 636 637 638 639 640 641 642 643 644 645 646 647 648 649 650 651 652 653 654 655 656 657 658 659 660
661 662 663 664 665 666 667 668 669 670 671 672 673 674 675 676 677 678 679 680 681 682 683 684 685 686 687 688 689 690 691 692 693 694 695 696 697
698 699 700 701 702 703 704 705 706 707 708 709 710 711 712 713 714 715 716 717 718 719 720 721 722 723 724 725 726 727 728 729 730 731 732 733 734 7
35 736 737 738 739 740 741 742 743 744 745 746 747 748 749 750 751 752 753 754 755 756 757 758 759 760 761 762 763 764 765 766 767 768 769 770 771 77
2 773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784 785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800 801 802 803 804 805 806 807 808 809
810 811 812 813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824 825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836 837 838 839 840 841 842 843 844 845 846
847 848 849 850 851 852 853 854 855 856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867 868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 8
84 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 92
1 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 947 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958
959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984 985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995
996 997 998 999
Array traversal time: 54,443 ms

```

```

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52
53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 101
102 103 104 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138 1
39 140 141 142 143 144 145 146 147 148 149 150 151 152 153 154 155 156 157 158 159 160 161 162 163 164 165 166 167 168 169 170 171 172 173 174 175 17
6 177 178 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188 189 190 191 192 193 194 195 196 197 198 199 200 201 202 203 204 205 206 207 208 209 210 211 212 213
214 215 216 217 218 219 220 221 222 223 224 225 226 227 228 229 230 231 232 233 234 235 236 237 238 239 240 241 242 243 244 245 246 247 248 249 250
251 252 253 254 255 256 257 258 259 260 261 262 263 264 265 266 267 268 269 270 271 272 273 274 275 276 277 278 279 280 281 282 283 284 285 286 287 2
88 289 290 291 292 293 294 295 296 297 298 299 300 301 302 303 304 305 306 307 308 309 310 311 312 313 314 315 316 317 318 319 320 321 322 323 324 32
5 326 327 328 329 330 331 332 333 334 335 336 337 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 348 349 350 351 352 353 354 355 356 357 358 359 360 361 362
363 364 365 366 367 368 369 370 371 372 373 374 375 376 377 378 379 380 381 382 383 384 385 386 387 388 389 390 391 392 393 394 395 396 397 398 399
400 401 402 403 404 405 406 407 408 409 410 411 412 413 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 424 425 426 427 428 429 430 431 432 433 434 435 436 4
37 438 439 440 441 442 443 444 445 446 447 448 449 450 451 452 453 454 455 456 457 458 459 460 461 462 463 464 465 466 467 468 469 470 471 472 473 47
873 874 875 876 877 878 879 880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891 892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903 904 905 906 907 908 909 9
10 911 912 913 914 915 916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927 928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939 940 941 942 943 944 945 946 94
7 948 949 950 951 952 953 954 955 956 957 958 959 960 961 962 963 964 965 966 967 968 969 970 971 972 973 974 975 976 977 978 979 980 981 982 983 984
985 986 987 988 989 990 991 992 993 994 995 996 997 998 999
ArrayList traversal time: 44,462 ms
Array search index: 888, time: 0,020 ms
ArrayList search index: 888, time: 0,146 ms
Array insert time: 0,063 ms
ArrayList insert time: 0,056 ms
Array delete time: 0,019 ms
ArrayList delete time: 0,014 ms
ArrayList sort time: 0,399 ms
PS C:\3. BION\3.2.1.a - Data Structures and Algorithm Analysis\f. Assignments\personal-assignment-practicum>

```